

**СПб ГУТ)))**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МАГИСТРАНТОВ И ИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ**

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
КАДРОВ В МАГИСТРАТУРЕ  
ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ  
(ПКМ-2021)**

**ПКМ**

**МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

**30 ноября – 2 декабря 2021 года**

**[PKM.SUT.RU](http://PKM.SUT.RU)**

УДК 621.39:004

ББК 32.74

**Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2021).** Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; материалы конф. / Сост. Н.Н. Иванов. СПбГУТ. – СПб., 2022. – 1072 с.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ***Председатель***Бачевский С.В.** – доктор технических наук, профессор, ректор СПбГУТ*Заместители председателя***Машков Г.М.** – доктор технических наук, профессор, первый проректор – проректор по учебной работе СПбГУТ**Шестаков А.В.** – доктор технических наук, старший научный сотрудник, проректор по научной работе СПбГУТ*Ответственный секретарь***Бучатский А.Н.** – кандидат технических наук, доцент, директор института магистратуры СПбГУТ, заместитель председателя*Члены программного комитета***Владыко А.Г.** – кандидат технических наук, доцент, декан факультета фундаментальной подготовки СПбГУТ**Елагин В.С.** – кандидат технических наук, доцент, начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров СПбГУТ**Зикратов И.А.** – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий СПбГУТ**Иванов Н.Н.** – доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора института магистратуры по научной работе СПбГУТ**Кирик Д.И.** – кандидат технических наук, доцент, декан факультета радиотехнологий связи СПбГУТ**Окунева Д.В.** – кандидат технических наук, доцент, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем СПбГУТ**Сотников А.Д.** – доктор технических наук, профессор, декан факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики СПбГУТ**Шутман Д.В.** – кандидат политических наук, доцент, декан факультета социальных цифровых технологий СПбГУТ**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ***Сопредседатели***Алексеев И.А.** – кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью СПбГУТ**Ивасишин С.И.** – кандидат технических наук, директор департамента организации и качества образовательной деятельности СПбГУТ*Ответственный секретарь***Степанов А.Б.** – кандидат технических наук, заместитель директора института магистратуры по учебной работе СПбГУТ*Члены организационного комитета***Бурдин А.И.** – директор административно-хозяйственного департамента СПбГУТ**Григорян Г.Т.** – начальник управления маркетинга и рекламы СПбГУТ**Зыкова Н.В.** – начальник управления информационно-образовательных ресурсов СПбГУТ**Казаков Д.Б.** – начальник управления информатизации СПбГУТ**Чистова Н.А.** – директор финансово-правового департамента СПбГУТ

В материалах конференции размещены доклады, представленные на научно-методической конференции 2021 года, за исключением докладов, признанных лучшими по итогам работы секций научных направлений конференции и опубликованных в отдельном сборнике.

Предназначено для магистрантов, их руководителей, аспирантов, студентов старших курсов вузов Российской Федерации.

Сайт конференции  
pkm.sut.ru

Научное издание

Вёрстка

А. О. Родакова, Е. М. Еникеева

А. М. Абдрахманов, А. Н. Данилова

Дизайн логотипа Г. И. Юрьев

Подписано в печать 31.12.2021г.

134,13 уст.печ.л. Заказ 82-ИТТ-2022

Вышло в свет 31.01.2022г. Формат 60x90 1/8

Россия, СПб, пр. Большевиков, д.22, корп. 1

Сборник подготовлен оргкомитетом конференции при поддержке сетевого издания «Информационные технологии и телекоммуникации», [www.ijtt.ru](http://www.ijtt.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Микроволновая техника: материалы, компоненты, устройства</b>	<b>15</b>
Алли Р.А. (СПбГУТ) Исследование многорезонансных фрактальных структур второго и третьего порядка.....	16
Васяткин М.А., Ланда А.Э., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Микроволновое устройство частотной селекции на цилиндрической поверхности.....	21
Вахрамеева В.С., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Инженерные методы расчёта передающих линий интегральных схем СВЧ.....	25
Глухов Н.И., Седышев Э.Ю., Федоров С.И. (СПбГУТ) Микроволновые планарные антенны круговой поляризации.....	29
Горовых В.Е., Ланда А.Э. (СПбГУТ) Широкополосный СВЧ детектор.....	32
Дорохин В.Н., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Микроволновый диплексер в объёмном интегральном исполнении.....	35
Ларионова А.К., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Кольцевой эллиптический генератор на активных двухполюсниках.....	38
Никитина Т.В., Ланда А.Э., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Управляемое устройство на Феррошпинели в интегральном исполнении .....	41
Сурков Э. (СПбГУТ) Исследование широкополосности СВЧ усилителя по схеме Догерти.....	46
<b>1.2 Подвижная связь и радиодоступ</b>	<b>49</b>
Архипов И.А. (СПбГУТ) Анализ сценариев совместного использования спектра в сетях 5G NR/LTE.....	50
Баранов А.А., Зайченко А.А. (СПбГУТ) Показатели качества потокового видео в сетях мобильной связи.....	55
Головняк М.В. (СПбГУТ) Технологические особенности реализации интернета вещей в сетях 5G.....	59
Захаров А.А. (СПбГУТ) Использование технологии DTN в маршрутизации внутри спутникового сегмента связи.....	63
Zheltova E.P., Nikitin I.A. (SPbSUT) Interference Reduction by Application of Adaptive Antenna Arrays in 5G.....	68
Золотарева С.А., Каранова Е.Е. (СПбГУТ) Сравнительный анализ радиотехнологий для разработки устройств IoT для людей с ограниченными возможностями.....	74
Косьянов М.Н., Симонина О.А. (СПбГУТ) Сравнительный анализ беспроводных технологий для решений IoT.....	79
Кузьмин А.А., Науменко В.Е. (СПбГУТ, ПАО «Мегафон») Определение канального ресурса для передачи трафика в сетях стандарта New Radio.....	83
Михайлова И.А. (СПбГУТ) Спутниковые технологии связи для сетей 5G.....	87

<b>Нестеров А.А., Симонина О.А. (СПбГУТ)</b> Возможность использования сверхширокополосной технологии в системе «умный дом».....	92
<b>Пылаев М.Д., Фокин Г.А. (СПбГУТ)</b> Имитационная модель позиционирования транспортных средств в сверхплотных сетях радиодоступа V2X/5G с использованием расширенного фильтра Калмана.....	96
<b>Рютин К.Е., Фокин Г.А. (СПбГУТ)</b> Позиционирование устройств в сетях LTE. анализ спецификации 3GPP TS 36.305.....	101
<b>Сазонов А.М. (СПбГУТ)</b> Водородные топливные элементы, как аварийный источник электроснабжения объектов связи .....	106
<b>Семенихина А.А. (СПбГУТ)</b> Влияние строительных материалов на прохождение радиосигналов через стены зданий.....	111
<b>Смирнова К.Г., Фокин Г.А. (СПбГУТ)</b> Установление направленных соединений в сетях 5G путём последовательного сканирования лучей.....	116
<b>Степунин А.Н. (СПбГУТ)</b> Перспективные направления развития сетей мобильной связи.....	120
<b>Ушкова И.Г., Фокин Г.А. (СПбГУТ)</b> Анализ возможностей позиционирования устройств в сетях подвижной связи с использованием A-GNSS согласно спецификации 3GPP TS 36.171.....	124
<b>Хорев Т.А., Фокин Г.А. (СПбГУТ)</b> Позиционирование транспортных средств с комплексированием дальномерных, угломерных и инерциальных измерений в расширенном фильтре Калмана.....	129
<b>Хрипунов Е.В. (СПбГУТ)</b> Архитектура спутниковых радиоинтерфейсов для организации кооперативной связи.....	134
<b>Шалаева М.Е. (СПбГУТ)</b> Исследование эффективности резервирования систем.....	139
<b>1.3 Проектирование и технология радиоэлектронных средств</b>	143
<b>Горобцов И.А., Мануйлов И.С. (СПбГУТ)</b> Особенности проектирования платы оптической гальванической развязки.....	144
<b>Дворянчиков С.Д. (АО «ПКБ «РИО»)</b> Инструмент для определения оптимальной высоты полёта воздушного судна с целью обеспечения наибольшей зоны покрытия.....	149
<b>Дунаев Н.П., Суханов Д.С. (СПбГУТ)</b> Опыт применения программно определяемого радио в антенных измерениях.....	154
<b>Esenbekov R.M., Marshava N.V. (СПбГУТ)</b> Developing a secondary power supply unit based on Russian-made components for telecoms equipment.....	160
<b>Изотов Д.Ю., Протасеня С.В. (СПбГУТ)</b> Исследование процессов формирования ЭКГ-подобных сигналов для поверки медицинских приборов посредством технических устройств.....	164
<b>Кирик Д.И., Семенас С.В. (СПбГУТ)</b> Исследование и оптимизация хранения данных в системе поддержки ЖЦИ.....	168
<b>Колосько А.Г., Обертий К.В. (СПбГУТ)</b> Технологическая оптимизация полевых катодов.....	172
<b>Морозов А.А. (СПбГУТ)</b> Особенности конструирования опорно-поворотного устройства с применением аддитивных технологий.....	178



<b>Нестеров И.М. (СПбГУТ) Создание конструкции развертываемой зеркальной антенны секторного типа с применением аддитивных технологий.....</b>	<b>182</b>
<b>1.4 Радиотехнические системы и антенны</b>	
<b>Афанасьев Н.А., Глушанков Е.И. (СПбГУТ) Применения фильтра Калмана для определения местоположения космических аппаратов.....</b>	<b>188</b>
<b>Коровин К.О., Никитин М.А (СПбГУТ) Обоснование возможности построения радиоинтерфейса с использованием технологий когнитивного радио, ММО, OFDMA и диаграммообразования.....</b>	<b>192</b>
<b>Коровин К.О., Сафаргалеев С.А. (СПбГУТ) Применение генетических алгоритмов для построения диаграммы направленности малоэлементных антенных решёток.....</b>	<b>195</b>
<b>Ликонцев А.Н., Размыслова В.А. (СПбГУТ) Реализация подсистем ориентации в образовательных наноспутниках стандарта CUBESAT.....</b>	<b>199</b>
<b>Осипова В.А. (СПбГУТ) Исследование возможных вариантов построения систем технологического управления в спутниковых сетях с многонаправленными абонентскими терминалами при кооперативном использовании частотно-орбитального ресурса.....</b>	<b>204</b>
<b>Пуршель В.В. (СПбГУТ) Разработка приложения для расчёта различных потерь в канале «БПЛА – наземная станция».....</b>	<b>208</b>
<b>1.5 Цифровая обработка сигналов</b>	
<b>Айед Х.М.М., Еникеева Е.М., Запайщиков А.В., Степанов А.Б. (СПбГУТ) Оптимизация алгоритмов вычисления непрерывного вейвлет-преобразования.....</b>	<b>213</b>
<b>Гиниятуллин А.Э., Никитин Ю.А. (СПбГУТ) Разновидности ЦАП.....</b>	<b>216</b>
<b>Могилатов А.В., Никитин Ю.А. (СПбГУТ) Методы синтеза частот.....</b>	<b>220</b>
<b>Смирнов С.А. (СПбГУТ) Разработка интегральной системы на FPGA (ПЛИС) на языке Java.....</b>	<b>224</b>
<b>Шмидт А.А., Шмидт А.А. (ФГБУ «16 ЦНИИИ» Минобороны России) Построение модулей систем связи с частотным разделением каналов.....</b>	<b>227</b>
<b>1.6 Цифровое телерадиовещание</b>	
<b>Анахов Д.С. (СПбГУТ) Вещание в формате сверхвысокой чёткости.....</b>	<b>231</b>
<b>Белов А.В. (СПбГУТ) Умные камеры в интеллектуальных системах видеонаблюдения.</b>	
<b>Бикарт М.С., Дуклау В.В. (СПбГУТ) Особенности построения приемников цифровых сигналов спутникового ТВ.....</b>	<b>235</b>
<b>Гоголь А.А., Романова М.В. (СПбГУТ) Анализ рынка смарт-видеосистем для реорганизации въезда-выезда автотранспорта на территорию университета.....</b>	<b>247</b>
<b>Горынцев А.А. (СПбГУТ) Особенности глубоководной съемки.....</b>	<b>252</b>
<b>Гуминский О.А., Мышьянов С.В. (СПбГУТ) Исследование и реализация алгоритма перемежения бит и OFDM ячеек для DRM MODE E.....</b>	<b>256</b>
<b>Дудевич Д.Н. (СПбГУТ) Нормирование звуковых сигналов в телерадиовещании.....</b>	<b>261</b>
<b>Клиновский А.А. (СПбГУТ) Сетевые требования к потоку для устройств виртуальной реальности.....</b>	<b>266</b>

<b>Кривкин Н.С., Туманова Е.И. (СПбГУТ) Реализация систем визуализации изображений на концертных площадках.....</b>	<b>269</b>
<b>Машек В.Р., Татаренков Д.А. (СПбГУТ) История развития технологии AUDIO-OVER-IP.....</b>	<b>273</b>
<b>Панова А.И., Туманова Е.И. (СПбГУТ) Исследование методов создания дополненной реальности.....</b>	<b>277</b>
<b>Поляков А.И., Федоров С.Л. (СПбГУТ) Использование технологии IP в медиаиндустрии.....</b>	<b>282</b>
<b>Прохоров К.Ю., Rogozинский Г.Г., Федоров С.Л. (СПбГУТ) К вопросу о параметрах управления системами FM-синтеза звуковых сигналов.....</b>	<b>287</b>
<b>Рекичинский А.В. (РTRC) Оптимизация основных параметров мониторинга удаленных объектов телевизионного вещания.....</b>	<b>292</b>
<b>Сидоркина Д.С. (СПбГУТ) Системы голографического телеприсутствия.....</b>	<b>296</b>
<b>Тучкевич А.Н., Федоров С.Л. (СПбГУТ) Обнаружение объектов переднего плана в системах компьютерного зрения.....</b>	<b>302</b>
<b>Тяжев Д.В. (ГТРК «Санкт-Петербург») Анализ существующих программных методов распознавания эмоций.....</b>	<b>306</b>
<b>Чеплюкова А.В. (СПбГУТ) Метрологическое обеспечение объектов сети телерадиовещания РTRC.....</b>	<b>311</b>

## **2. ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ** **315**

### **2.1 Безопасность компьютерных систем и сетей связи** **315**

<b>Абдельрахман Баракат (СПбГУТ) Угрозы и уязвимости логических портов.....</b>	<b>316</b>
<b>Абраменко Г.Т., Кошелева С.А. Пестов И.Е., Федоров П.О., (СПбГУТ) Использование точного критерия Фишера для анализа моделей прогнозирования метрик инстансов облачной инфраструктуры.....</b>	<b>321</b>
<b>Абраменко Г.Т., Мельник М.В. (СПбГУТ) Использование возможностей современной интроспекции в Linux для трассировки событий.....</b>	<b>325</b>
<b>Акилов М.В., Докшина А.В., Докшин А.Д. (СПбГУТ) Разработка сервера аутентификации на базе операционной системы ASTRA LINUX.....</b>	<b>329</b>
<b>Акилов, М.В., Орлов Д.А. (СПбГУТ) Блокчейн и его практическое применение.....</b>	<b>334</b>
<b>Ахрамеева К.А., Бочаров М.В. (СПбГУТ) Применение методов стегоанализа и последние направления исследований в области стеганографии.....</b>	<b>339</b>
<b>Ахрамеева К.А., Кузнецов С.А., Куликов И.А., Фоминых А.А. (СПбГУТ) Лингвистическая стеганография.....</b>	<b>344</b>
<b>Борисов В.И. (СПбГУТ) Обзор существующей методики построения доверенной среды в UNIX-подобных ОС на основе внедрения ЦВЗ.....</b>	<b>349</b>
<b>Ворошнин Г.Е., Фёдорова А.Э. (СПбГУТ) Отслеживание дампа трафика при использовании слабопроизводительных устройств.....</b>	<b>352</b>
<b>Данилова Ю.С. (СПбГУТ) Исследование методики аудита информационной безопасности в облачных технологиях.....</b>	<b>356</b>
<b>Докшина А.В., Докшин А.Д. (СПбГУТ) Исследование отечественного программного комплекса для управления системами защищенного контроля ЛВС.....</b>	<b>359</b>
<b>Егорова А.Л. (СПбГУТ) Применение стандарта PCI DSS в организации.....</b>	<b>363</b>

<b>Zheltova E.P., Pankov A.V., Ushakov I.A. (SPbSUT) Virtual private network technologies: usefulness of application in remote education.....</b>	<b>366</b>
<b>Иванов А.Д. (СПбГУПТД) Разработка методики защиты от инсайдеров при помощи генерирования самоизменяющегося кода.....</b>	<b>370</b>
<b>Киструга А.Ю., Пири Д., Петров В.А. (СПбГУТ) Исследование подходов для ids беспроводной сети с применением алгоритмов машинного обучения.....</b>	<b>376</b>
<b>Корчагин П.А., Протопопова А.И. (КФУ) Метод идентификации с использованием рукописного почерка.....</b>	<b>381</b>
<b>Косенков В.В., Пири Д., Салита А.С., Сикуте Д. (СПбГУТ) Исследование сокрытия информации в протоколах динамической маршрутизации.....</b>	<b>386</b>
<b>Крылов А.В., Ушаков И.А. (СПбГУТ) Протоколы безопасности Интернет вещей в системе Умный город.....</b>	<b>391</b>
<b>Лебедева Д.А. (СПбГУТ) Использование особенностей построения форматов файлов LINUX для процедур стеговложения.....</b>	<b>396</b>
<b>Мадонов С.С. (СПбГУТ) Уязвимости и угрозы веб-приложений.....</b>	<b>400</b>
<b>Манкаев Р.М.А., Ушаков И.А. (СПбГУТ) Анализ структуры протоколов семейства TCP/IP и проверка возможности скрытой передачи данных с использованием сетевой стеганографии.....</b>	<b>405</b>
<b>Мартынова Е.А., Тимофеев В.С. (СПбГУТ) Технология блокчейн в роли криптографического примитива.....</b>	<b>410</b>
<b>Нефедов В.В. (СПбГУТ) Исследование самомодифицирующегося кода.....</b>	<b>415</b>
<b>Пестов И.Е., Попов А.А. (СПбГУТ) Проектирование системы децентрализованного мониторинга операционных систем.....</b>	<b>420</b>
<b>Севостьянов В.А. (СПбГУТ) Анализ фундаментальных ошибок при работе с персональными данными и пути их решения.....</b>	<b>423</b>
<b>Филиппов А.А. (СПбГУТ) Анализ внешних угроз при помощи механизмов SIEM систем.....</b>	<b>428</b>

## **2.2 Интернет вещей и гетерогенные сети** **433**

<b>Антоненко А.Д. (СПбГУТ) Технология справедливого разделения эфирного времени в сетях Wi-Fi.....</b>	<b>434</b>
<b>Герасимова Я.А. (СПбГУТ) Исследование характеристик беспроводной локальной сети гостиницы «Гранд отель Европа».....</b>	<b>437</b>
<b>Лобастова М.В., Лыткина Е.А., Матюхин А.Ю. (СПбГУТ) Оценка надежности маршрута передачи сигнала синхронизации в сети TSS.....</b>	<b>442</b>
<b>Якутина Л.В. (СПбГУТ) Функционирование и модель сети стандарта IEEE 802.11 высокой плотности.....</b>	<b>446</b>

## **2.3 Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии** **451**

<b>Бадигина Д., Жих Д.В. (СПбГУТ) Автоматизация бизнес-процессов с использованием технологии Robotic Process Automation.....</b>	<b>452</b>
<b>Елагин В.С., Пичугин Е.Г. (СПбГУТ) Методы анализа и идентификации трафика в</b>	

гетерогенных сетях.....	455
<b>Заяц М.П. (СПбГУТ)</b> Эффективность внедрения информационных систем с элементами искусственного интеллекта в контакт-центрах и бизнес-процессах компаний.....	458
<b>Макар М.А., Чеботаев В.Е. (СПбГУТ)</b> Теория хаоса в управлении сетью связи.....	462
<b>Моисеева А.В. (СПбГУТ)</b> Анализ возможностей взаимодействия систем OSS и IMS для автоматизации процессов эксплуатации.....	466
<b>Чипсанова Е.В. (СПбГУТ)</b> Исследование эффективности применения гибридной модели мобильных граничных вычислений в сетях 5G.....	470
<b>Ямова А.А. (СПбГУТ)</b> Язык программирования плоскости данных P4. Преимущества и перспективы применения.....	473
<b>2.4 Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях</b>	<b>477</b>
<b>Адам Ю.А., Наседкин Б.А., Черных А.В. (ИТМО)</b> Комбинирование методов вычислительных фантомных изображений.....	478
<b>Андреева Е. И., Ермолаев А.А., Кривенко Ю. Е. (СПбГУТ)</b> Использование нелинейных эффектов в волоконных световодах для создания широкополосного источника света.....	483
<b>Былина М.С., Кажаяев М.В. (СПбГУТ)</b> Исследование интерференционного фильтра для мультиплексора CWDM.....	487
<b>Глаголев С.Ф., Опякин Д.В. (СПбГУТ)</b> Технология передачи аналоговых радиосигналов по оптическим волокнам (RoF).....	491
<b>Глаголев С.Ф., Швец И.С. (СПбГУТ)</b> Использование оптических усилителей в волоконно-оптических линиях связи.....	496
<b>Головкова Е.Е., Резников Б. К., Терехина Ю.Д. (СПбГУТ)</b> Исследование архитектуры и элементной базы оптических коммутаторов.....	501
<b>Давыдов В.В., Поповский Н.И. (СПбГУТ)</b> Особенности построения фотонных интегральных схем для систем связи.....	504
<b>Давыдов Р.В., Якушева М.А. (СПбПУ)</b> Новые аспекты в исследовании состояния здоровья человека с использованием сигнала поглощения лазерного излучения.....	508
<b>Зиновьева А.В., Обухов С.А., Резников Б.К. (СПбГУТ)</b> Принципы фотонной коммутации и ее применение.....	512
<b>Камальдинов А.А. (СПбГУТ)</b> Основные методы измерения ПМД. Классификация методов измерения ПМД в ОВ и линейных трактах ВОСС.....	515
<b>Куршиева М.В., Резников Б.К. (СПбГУТ)</b> Технология Radio-over-Fiber на сетях передачи данных.....	520
<b>Курьякова А.А., Легостаев В.С. (СПбГУТ)</b> Анализ принципов построения элементной базы GPON и перспективы развития оптических сетей доступа.....	523
<b>Никулина Т.В. (ИГУТИ), Подопрigора А.Н. (СПбГУТ)</b> Волокно-оптические маскираторы.....	527
<b>Оброскова Н.М. (СПбГУТ)</b> Измерение хроматической дисперсии в одномодовых оптических волокнах.....	533
<b>Пак В.О., Фролова А.С. (СПбГУТ)</b> Моделирование и исследование 4-канального сплавного оптического мультиплексора для системы CWDM.....	538
<b>Побегалова В.В., Резников Б.К., Степаненков Г.В. (СПбГУТ)</b> Исследование спектральных характеристик интерференционных фильтров в видимой области спектра с помощью монохроматора УМ-2.....	543
<b>Резников Б.К. (СПбГУТ)</b> Исследование волоконного модулятора затворного типа.....	547

<b>3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ</b>	<b>551</b>
<b>3.1 Интеллектуальные коммуникационные технологии</b>	<b>551</b>
<b>Аллёнов С.В., Кашкин Н.В., Кашкина И.А. (ГСГУ) Расширение функциональных возможностей системы дистанционного обучения.....</b>	<b>552</b>
<b>Афанасьев М.В. (СПбГУТ) Исследование рекуррентных нейронных сетей в семантическом анализе текста.....</b>	<b>556</b>
<b>Белов М.П., Смирнов Н.С. (СПбГУТ) Анализ подходов к обнаружению аномалий в данных с применением нейронных сетей.....</b>	<b>561</b>
<b>Василец П.В., Панченко А.А., Попонин А.С. (СПбГУТ, ООО «Естественный интеллект») Разработка системы нормализации данных для обучения алгоритмов компьютерного зрения.....</b>	<b>566</b>
<b>Диканева Г.Н. (СПбГУТ) Исследование методов позиционирования робототехнических комплексов.....</b>	<b>571</b>
<b>Загородняя Д.А., Смородин Г.Н. (СПбГУТ) Исследование и оценка эффективности информационных технологий здравоохранения в Санкт-Петербурге.....</b>	<b>575</b>
<b>Зикратов И.А., Мельников В.А. (СПбГУТ) Использование нейросетевых технологий для выявления опасного маневра транспортного средства на дорогах общего пользования..</b>	<b>579</b>
<b>Зикратов И.А., Хамова В.О. (СПбГУТ) Разработка алгоритма коллективного управления группой роботов в условиях влияния дестабилизирующих факторов.....</b>	<b>584</b>
<b>Зикратов И.А., Шабарова В.А. (СПбГУТ) Разработка модели аутентификации пользователей мобильных устройств с использованием поведенческой модальности.....</b>	<b>589</b>
<b>Куликов Е.Ю., Новик Т.О., Попонин А.С. (СПбГУТ, ООО «Естественный интеллект») Построение биржевых торговых агентов на базе алгоритмов глубокого машинного обучения с подкреплением.....</b>	<b>592</b>
<b>Куликов Е.Ю., Попонин А.С., Седова Е.Б. (СПбГУТ, ООО «Естественный интеллект») Методика обработки открытых данных для алгоритмов глубокого машинного обучения в области обработки речи.....</b>	<b>597</b>
<b>Куликов Е.Ю., Попонин А.С., Триандафилиди И.И. (СПбГУТ, ООО «Естественный интеллект») Повышение управляемости генерации речи в алгоритмах глубокого машинного обучения в области синтеза речи.....</b>	<b>601</b>
<b>Михаль Г.А., Смородин Г.Н. (СПбГУТ) Анализ моделей жизненного цикла программных систем применительно к разработке Web-приложений.....</b>	<b>605</b>
<b>Морозова Е.А. Никамин В.А. (СПбГУТ) Квантовая телепортация и ее использование в коммуникациях .....</b>	<b>609</b>
<b>Новиков Е.А. (СПбГУТ) О непрерывных нейронных сетях прямого распространения.....</b>	<b>614</b>
<b>Панкратьев А.А., Параничев А.В. (СПбГУТ) Разработка системы онлайн-диспетчеризации на основе веб-запросов.....</b>	<b>617</b>
<b>Пелих Д.А., Филиппов Ф.В. (СПбГУТ) Анализ специализированных систем автоматизации документооборота.....</b>	<b>621</b>
<b>Тарасенко А.А. (СПбГУТ) Анализ методов представления слов для нейронного перевода специализированных текстов.....</b>	<b>624</b>
<b>Татуков Д.А. Яшин А.В. (СПбГУТ) Проектирование и разработка модуля информационной системы поддержки бизнес-процессов аэропорта.....</b>	<b>629</b>
<b>Фомин А.В. (СПбГУТ) Исследование возможности применения генеративно-состязательных нейронных сетей для составления обучающих данных.....</b>	<b>634</b>
<b>Ягунов П.А. (СПбГУТ) Анализ технологии интеллектуальных контрактов и проблемы оракула.....</b>	<b>637</b>



<b>3.2 Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления</b>	<b>641</b>
<b>Баев А.Д. (СПбГУТ) Разработка системы контроля состояния персонала.....</b>	<b>642</b>
<b>Белоус К.В., Гоженко В.Д. (СПбГУТ) Система контроля и управления доступом в помещения учебного заведения на базе технологии радиочастотной идентификации.....</b>	<b>646</b>
<b>Белоус К.В., Ершова Д.А. (СПбГУТ) Программное обеспечение для автоматической генерации экзаменационных билетов .....</b>	<b>649</b>
<b>Белоус К.В., Панова У.В. (СПбГУТ) Учебный стенд для исследования систем автоматизации и программируемых логических контроллеров.....</b>	<b>652</b>
<b>Горланов Е.А., Макарова Н.В. (ГУАП) Совершенствование информационного пространства компаний путем консолидации нормативно-справочной информации.....</b>	<b>655</b>
<b>Горячева А.С. (СПбГУТ) Обзор алгоритмов машинного обучения для автономного вождения беспилотных транспортных средств.....</b>	<b>660</b>
<b>Грибовский А.А. (СПбГУТ) Анализ алгоритмов поиска пути в лабиринте.....</b>	<b>664</b>
<b>Гуляков Я.А. (СПбГУТ) Система выдачи решений.....</b>	<b>668</b>
<b>Давлетшина Э.Р. (СПбГУТ) Управление кадровыми ресурсами виртуальных предприятий на базе электронных профилей сотрудников.....</b>	<b>672</b>
<b>Кан В.Э., Самойлов Д.Н. (СПбГУТ) Тестирование программного обеспечения и аппаратно-программных комплексов.....</b>	<b>677</b>
<b>Колмакова Д.А., Плетнев Я.А, Шестаков А.В. (СПбГУТ) Требования к агрегатору данных корпоративного мониторинга транспорта.....</b>	<b>682</b>
<b>Корнюшкин Д.А. (СПбГУТ) Интеллектуальные технологии автоматизированного мониторинга и цифровых систем управления.....</b>	<b>687</b>
<b>Михайлов В.Д. (СПбГУТ) Методы и технологии синхронизации ограниченных контекстов, цифровых сред с микросервисной архитектурой.....</b>	<b>693</b>
<b>Попов В.А. (СПбГУТ) Разработка системы мониторинга состояния парка персональных компьютеров на предприятии.....</b>	<b>697</b>
<b>Туманова Е.И., Чмелёв М.Э. (СПбГУТ) Сравнительный анализ современных методов генерации изображений на основе нейронных сетей.....</b>	<b>701</b>
<b>3.3 Информационные технологии в дизайне</b>	<b>704</b>
<b>Базуева А.О. (СПбГУТ) Особенности проектирования интерфейсов систем с сетевым эффектом.....</b>	<b>705</b>
<b>Глотова Е.В. (СПбГУТ) Анализ современных возможностей виртуальных технологий и их внедрение в различные индустрии.....</b>	<b>709</b>
<b>Гунина Е.В., Рождественский Д.Б. (СПбГУТ) Анализ способов реализации системы подбора цветов для адаптивного интерфейса.....</b>	<b>712</b>
<b>Гутман А.Р. (СПбГУТ) Использование AR-технологий в сфере дополнительного образования детей.....</b>	<b>717</b>
<b>Зубин Р.А., Шиян А.А. (СПбГУТ) Создание VR-приложения для развития навыков работы с программным обеспечением Unity.....</b>	<b>720</b>
<b>Иванов Р.С., Мусаева Т.В. (СПбГУТ) Анализ приложений с дополненной и виртуальной реальностью для организации рабочего пространства в помещении.....</b>	<b>724</b>
<b>Колосков Н.А., Махортов С.В., Федорова А.В. (СПбГУТ) Модель и принципы обучения учащихся техническому творчеству на основе 3D-технологий в системе дополнительного образования.....</b>	<b>727</b>
<b>Кольцов П.О., Мусаева Т.В. (СПбГУТ) Методика по разработке пользовательского интерфейса интерактивных приложений для обучения в стиле Material You.....</b>	<b>730</b>
<b>Лосев А.П., Татаренков Д.А. (СПбГУТ) Проектирование генеративно-состязательной нейросети для генерации ландшафтов на основе карты глубины.....</b>	<b>734</b>



<b>Макарова В.В., Хайбрахманова Е.В. (СПбГУТ)</b> Анализ методов юзабилити-тестирования.....	739
<b>Маскин М.С., Мусаева Т.В. (СПбГУТ)</b> WebGL библиотека, как средство растеризации.....	743
<b>Мусаева Т.В., Усманов С.А. (СПбГУТ)</b> Дистанционный мониторинг автоматического ввода резерва для серверного и телекоммуникационного оборудования.....	746
<b>Осипова А.Ю. (СПбГУТ)</b> Проектирование пользовательских интерфейсов с использованием VR технологий.....	751
<b>Палеева Е.И., Федорова А.В. (СПбГУТ)</b> Анализ существующих решений по внедрению AGILE-подхода в деятельность компании.....	755
<b>Патрухина А.А., Шиян А.А. (СПбГУТ)</b> Методы продвижения сайтов компаний.....	759
<b>Пузанов И.С. (СПбГУТ)</b> Анализ разработанного мобильного приложения в области микроэкономики и перспективы его дальнейшего применения.....	763
<b>Свиридов С.К. (СПбГУТ)</b> Анализ и применение NFT-токенов для подтверждения подлинности цифрового искусства.....	767
<b>Скоробогатов К.Д. (СПбГУТ)</b> Анализ структуры интерактивного дистанционного взаимодействия преподавателя и студента для моделирования процесса хранения и обмена электронных материалов.....	771
<b>Сметюх Д.В., Шиян А.А. (СПбГУТ)</b> Анализ возможностей применения технологий дополненной и виртуальной реальности в образовании.....	775
<b>Чабаев М.С. (СПбГУТ)</b> Анализ методов поддержки разработки веб-приложений для аудио и музыки на основе Csound.....	780
<b>Chizhik P.A. (СПбГУТ)</b> Features of creating virtual geomorphological maps on the example of the Leningrad region.....	784
<b>Яковлев А.А. (СПбГУТ)</b> Проблемы ведения баз знаний по информационным системам со спиралевидным жизненным циклом в confluence.....	788
<b>4. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ</b>	<b>793</b>
<b>4.1 Цифровая трансформация, инновации, бизнес</b>	<b>793</b>
<b>Абабкова М.Ю., Кузнецова Э.С. (СПбПУ)</b> Виртуальные концерты как инновационный вид досуга.....	794
<b>Билев А. Н. (СПбГИК)</b> Программное обеспечение по сбору и обработке статистических данных в библиотеках.....	799
<b>Брежнева В.В., Пунда А. С. (СПбГИК)</b> Научные социальные сети: цифровое развитие рекомендательной библиографии.....	803
<b>Гордеев И.М. (СПбГУТ)</b> Совершенствование инструментов анализа и проектирования информационных систем предприятия.....	807
<b>Кадейкин М.Н., Макаров В.В., (СПбГУТ)</b> Анализ проблематики автоматизации технологии работы телекоммуникационных компаний.....	813
<b>Кузнецова Е.А., Кузьмин М.С. (КФУ)</b> Стратегическая ориентация компаний на инновационные бизнес-модели.....	818
<b>Курбатова У.С. (СПбГУТ)</b> Тенденции развития и внедрения технологии блокчейн в брокерской сфере.....	823
<b>Макаров В. В., Стариков В. В. (СПбГУТ)</b> Реинжиниринг бизнес-процессов планирования сетей мобильной радиосвязи.....	828
<b>Михайловская Т.И. (СПбГУТ)</b> Анализ и автоматизация бизнес-процессов первичной профсоюзной организации оршанского зонального узла электросвязи витебского филиала республиканского унитарного предприятия «Белтелеком».....	833

<b>Никифорова С.А. (СПбГУТ)</b> Особенности совершенствования управленческих бизнес-процессов университета.....	838
<b>Стрелкова Е.В. (СПбГУТ)</b> Проблемы цифровой трансформации в РФ и пути их решения.....	843
<b>Суровегин М.К. (СПбГУТ)</b> Возможности монетизации мобильных приложений.....	848
<b>Щукин Е.А. (СПбГУТ)</b> Разработка мобильного приложения для моделирования трехмерных объектов с помощью дополненной реальности.....	851

## 5. ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

### 5.1 Вопросы регионоведения в цифровую эпоху 854

<b>Гехт А.Б., Куприк С.А. (СПбГУТ)</b> США и Китай: соглашение о цифровой торговле с Японией и Южной Кореей как ключ к победе в цифровой гонке.....	855
<b>Гехт А.Б., Окуджава А.Э. (СПбГУТ)</b> Грузия и НАТО: отношения и проблемы вступления Грузии в альянс и позиция НАТО на российско-грузинский конфликт.....	860
<b>Гехт А.Б., Стоноженко К.А. (СПбГУТ)</b> Особенности экологического налогообложения в Швеции.....	863
<b>Гехт А.Б., Фаткина Е.И. (СПбГУТ)</b> Базовые принципы функционирования системы экспортного контроля в Швеции.....	867
<b>Гехт А.Б., Фрост Э.А. (СПбГУТ)</b> Международные политические отношения в сфере космоса.....	872
<b>Даншичева Д.С, Резникова М.Я. (СПбПУ)</b> Цифровизация Китайского суда.....	877
<b>Збаражский И.А., Гехт А.Б. (СПбГУТ)</b> «Жёлтые жилеты»: причины возникновения, цели и будущее движения.....	881
<b>Измозик В.С., Сиаппони Я.С. (СПбГУТ)</b> Политика нейтралитета Финляндии в 20 веке.....	885
<b>Львова О.Л., Потапенко Т.Г. (СПбГУТ)</b> Основания требований Каталонии для получения независимости от Испании.....	888
<b>Сидоренко В.Д. (СПбГУТ)</b> Киберспорт в студенческой среде в странах Западной Европы: проблемы и перспективы развития.....	893
<b>Скалацкий В.Ю. (СПбГУТ)</b> Эволюция организации протестной деятельности в XXI веке.....	898
<b>Солянка Л.А., Терентьева Е.А. (СПбГУТ)</b> Экономика киноиндустрии в Великобритании.....	902

### 5.2 Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе 905

<b>Астафьева-Румянцева И.Е., Ким Е.М. (СПбГУТ)</b> Потребительское поведение несовершеннолетних, как специфических участников маркетинговой коммуникации.....	906
<b>Бещенцева В.И. (СПбГУТ)</b> Малый и средний бизнес в период последствий пандемии в России: поддержка со стороны государства.....	911
<b>Бугайчук Е.В. (СПбГУТ)</b> Влияние бренда на деятельность компании.....	915
<b>Бугайчук Е.В. (СПбГУТ)</b> Продвижение бренда нефтегазодобывающей компании (на примере ННГДУ).....	920
<b>Волкова К.А., Мельникова И.Ю. (СПбПУ)</b> Информационные технологии продвижения высокотехнологичных продуктов.....	926
<b>Добычина Я.Г. (РГИСИ)</b> Коммуникационные перспективы подкастинга.....	931

<b>Квасова Ю.А. (СПбПУ)</b> Информационное сопровождение программ студенческой академической мобильности на сайтах образовательных организаций.....	936
<b>Кутасов А.С. (СПбГУТ)</b> Продвижение малого бизнеса посредством рекламы и связи с общественностью.....	941
<b>Менабдишвили Г., Сафонова А.С. (СПбПУ)</b> Продвижение ночного туризма: проблемы и перспективы на примере г. Санкт-Петербург.....	944
<b>Николаев В. Н. (СПбГУТ)</b> Развитие рынка деревянного домостроения в период ограничений, связанных с пандемией COVID-19.....	949
<b>Тертычная А.В, Демидчик К.Е. (СибГУТИ)</b> Продакт-плейсмент в современных российских новогодних фильмах.....	953
<b>Ядрышников В.А. (СПбГУТ)</b> Продвижение бренда «SNKRS Clean» посредством рекламы и связи с общественностью.....	958
<b>5.3 Экология формирования информационного пространства</b>	<b>961</b>
<b>Греков К.Б., Карпекин А.А. (СПбГУТ)</b> Применение метода реагентной ультрафильтрации для повышения экологической безопасности гидromеталлургических методов переработки электронных отходов.....	962
<b>Загребяева Н. М. (СПбГУТ)</b> Планирование процессов обращения с отходами в производственной деятельности на примере цементного завода.....	966
<b>Комиссарова А.И. (СПбПУ)</b> Формирование экологического мышления студенчества через цифровую информационную среду вуза (на примере СПбПУ).....	971
<b>Мелентьева А.А., Танова А.Г. (СПбПУ)</b> Инструменты и каналы цифровой коммуникации в продвижении здоровьесберегающих технологий.....	976
<b>Рубина А.А. (СПбГУТ)</b> Инженерно-экологические изыскания под объекты административной застройки на примере поселка Кузьмолковский Ленинградской области.....	980

## ANNOTATIONS

<b>Theoretical Foundation of Radio Electronics and Radio Technologies of Communication</b>	
Microwave Technology: Materials, Components, Devices.....	984
Radio Communication and Radio Access.....	985
Design and Technology of Radio Electronic Means.....	989
Radio Systems and Antennas.....	990
Digital Signal Processing.....	991
Digital TV and Radio Broadcasting.....	992
<b>Infocommunication Networks and Systems</b>	
Security of Computer Systems and Communication Networks.....	995
Internet of Things and Heterogeneous Networks.....	999
Multiservice Telecommunication Systems and Technologies.....	1000
Optoelectronic Technologies (Photonics) in Infocommunications.....	1001
<b>Information Systems and Technologies</b>	
Intelligent Communication Technologies.....	1004
Intelligent technologies in Automation and Digital Control Systems.....	1007
Information Technology in Design.....	1010

**Digital economy and management in info communications**

Digital Transformation, Innovation, Business..... 1014

**Humanitarian and Environmental Problems of Information Space**

Regional Studies in the Digital Age..... 1016

Advertising and Public Relations in a Digital Society..... 1018

Ecology of Information Space Formation..... 1020

**Сведения об авторах** ..... 1022**Анонс публикации**..... 1071

# **1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ**

## **Секция 1.1.**

### **Микроволновая техника: материалы, компоненты, устройства**

## ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОРЕЗОНАНСНЫХ ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

**Р.А. Алли**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной работе рассматривается древовидная фрактальная структура. Благодаря особенностям данной структуры в антенне реализуется принцип сложения токов, что позволяет добиться хорошего приёма сигнала. К преимуществам данного типа антенн можно отнести большое количество параметров, изменение которых позволяет управлять характеристиками антенны, и простоту реализации в планарном исполнении.*

*фрактальные антенны, многочастотные антенны, древовидные антенны, микроволновые технологии, СВЧ, планарная древовидная фрактальная антенна, древовидная фрактальная антенна второго порядка, древовидная фрактальная антенна третьего порядка*

### 1. Исследование соотношений сторон

При исследовании фрактальной антенны в диапазоне до 10 ГГц было отмечено, что антенна имеет ярко выраженные резонансные частоты, которые сужаются с ростом её геометрических размеров. Методом полного перебора было подобрано соотношение длин сторон ствола к ветвям, которое обеспечивало наилучший КСВН. Оно составило 5 к 1. Несмотря на то, что КСВН в такой структуре мог достигать до 1.2, антенна работала в очень узкой полосе частот. Также было замечено, что на каждой новой резонансной частоте КСВН растёт лишь до определённого момента, после чего вновь уменьшается.

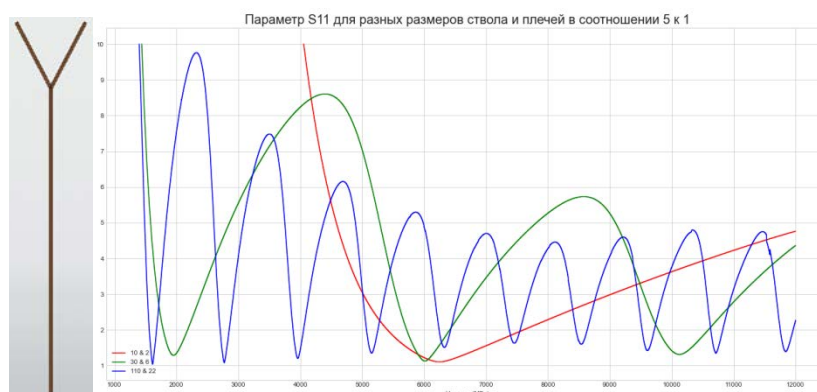


Рис.1. Слева: 3D модель, отображающая соотношение длин ветвей и ствола для исследуемых конфигураций



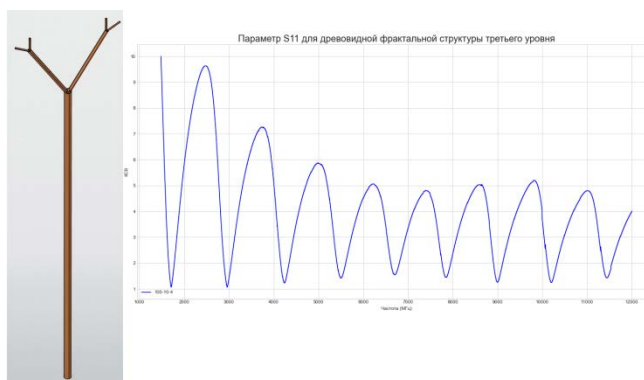


Рис. 2. 3D модель древовидной фрактальной антенны третьего порядка и результаты расчёта зависимости КСВ от частоты для неё. Минимумы соответствуют резонансным частотам. Параметры модели: Материал: медь. Диаметр ствола: 2 мм. Высота ствола 100 мм. Диаметр больших ветвей: 1 мм. Длина больших ветвей: 10 мм. Угол между большими ветвями: 60 градусов. Диаметр малых ветвей: 0,5 мм. Длина малых ветвей: 4 мм. Угол между малыми ветвями: 60 градусов

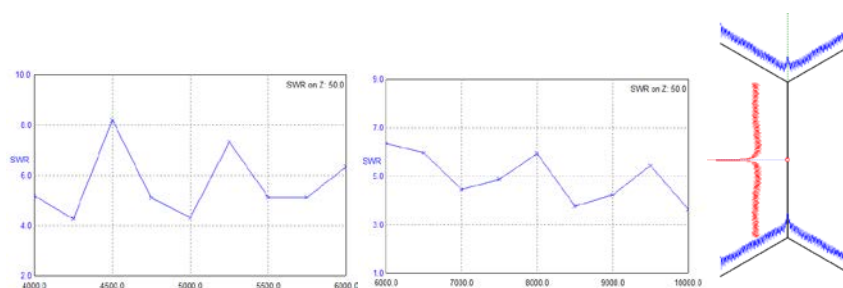


Рис.3. Модель древовидной фрактальной антенны 2 порядка с плечами равными по длине стволу и её КСВН

Появилось предположение, что ветви антенны работают лишь на верхних резонансных частотах, улучшая её согласование. Поэтому было принято решение вернуться к фрактальному дереву, в котором плечи равны стволу. Предположение подтвердилось и КСВ на резонансных частотах улучшился. Также, для улучшения КСВ была проанализирована древовидная фрактальная структура 3-го порядка.

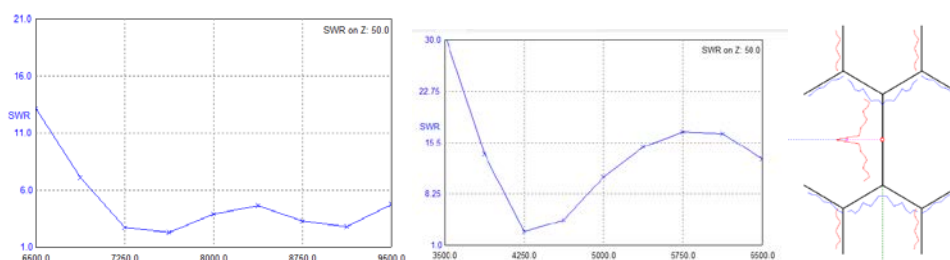


Рис.4. Модель древовидной фрактальной антенны 3 порядка с плечами равными по длине стволу и её КСВН

## 2. Связь со спиральной антенной

Полученный КСВ в обоих случаях напоминал КСВ спиральной структуры на частотах, ниже рабочих, в связи с чем было решено расширить диапазон моделирования. В результате, у модели 3-го порядка КСВ изменялся от 1,5 до 4,1 в диапазоне от 20 до 45 ГГц.

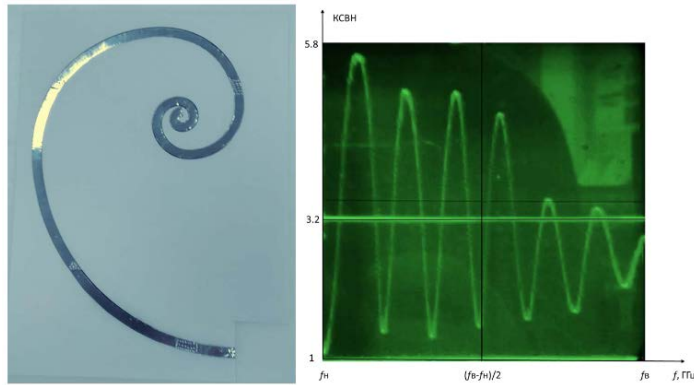


Рис.5. Пример спиральной антенны, запущенной на частотах ниже рабочих. В данном случае – на частотах от 1 до 2 ГГц

### 3. Частотные свойства древовидных фрактальных структур в широкой полосе частот.

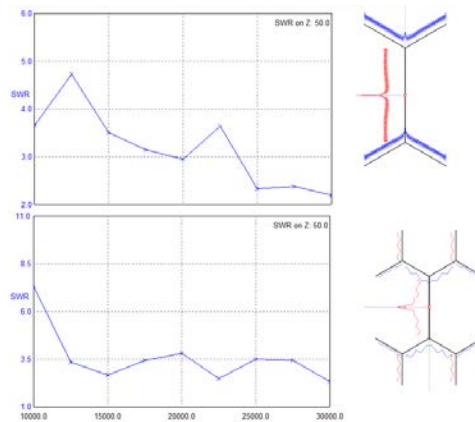


Рис.6. Модели древовидной фрактальной антенны 2 и 3 порядка с плечами равными по длине стволу и их КСВН

После 4 итерации антенна начинает образовывать соты. После образования первой соты КСВ почти не меняется. Таким образом, мы пришли к фрактальным структурам в форме сот, с почти одинаковыми частотными свойствами, что позволяет использовать для всех антенн данного типа одно согласующее устройство. Полученные структуры изображены на рисунке 7.

После анализа структура была доработана. Установлено, что масштабирование структуры снижает минимальную и максимальную рабочую частоту антенны, не влияя на характер её КСВ. Таким образом удалось получить сверхширокополосную структуру, рабочей полосой частот, которую можно смещать путём масштабирования антенны. Далее исследовались частотные свойства масштабной модели антенны со стороной в 100 мм.

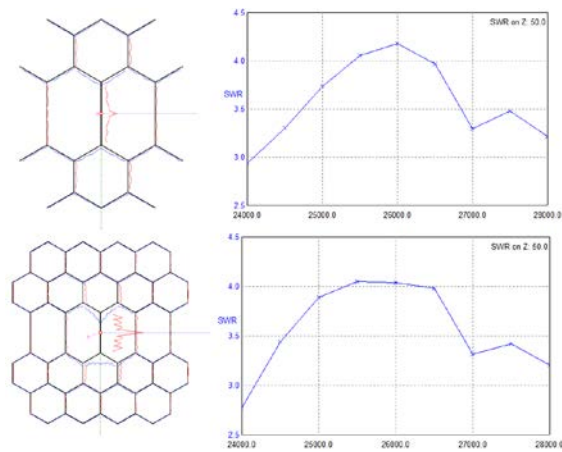


Рис.7. 4-я и 8-я итерации фрактала. Рядом с антеннами – их КСВН

#### 4. Частотные свойства сотовой структуры

Из-за того, что первые отрезки получились в двое длиннее всех остальных элементов антенны, тем самым нарушая периодический закон полученной фрактальной структуры, было решено провести компьютерное моделирование антенны, исправив этот недостаток.

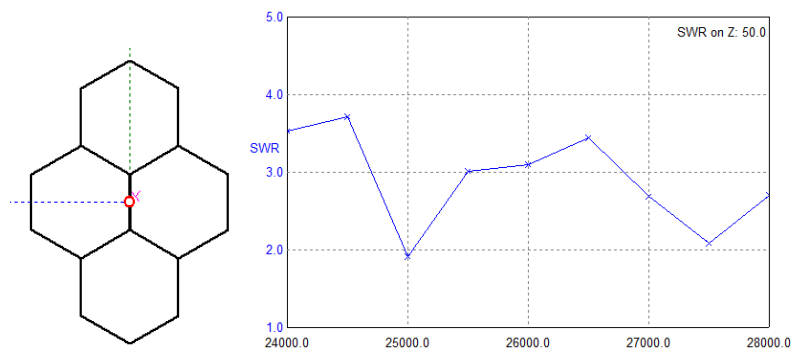


Рис.8. КСВ периодической структуры. Для сравнения выбран тот же диапазон, что и в предыдущих случаях

Однако, антенна способна работать в куда более широком диапазоне частот, перекрывая практически весь спектр частот, используемый сегодня для связи.

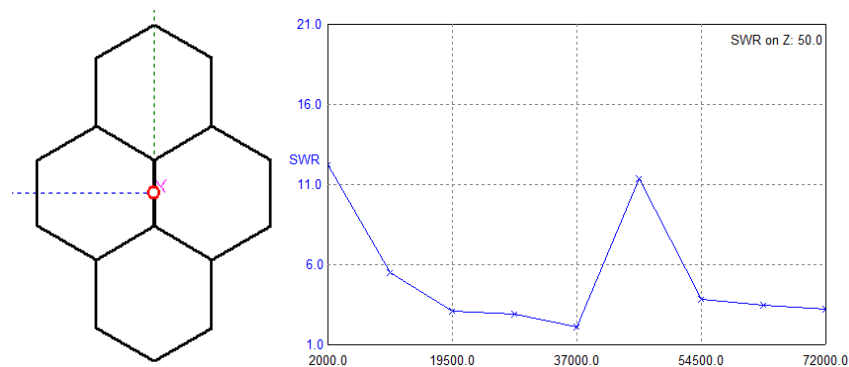


Рис.9. КСВ периодической структуры во всей рабочей полосе частот

#### 5. Заключение

В ходе исследования было проведено компьютерное моделирование древовидных фрактальных Y образных антенн.

Установлено, что с точки зрения частотных свойств древовидные фрактальные антенны ведут себя очень похоже на спиральные антенны, что позволяет предположить, что спиральная антенна – это частный случай фрактальной структуры.

Удалось перейти от многорезонансной древовидной фрактальной структуры к сверхширокополосной сотовой структуре, способной работать в полосе частот до 50 ГГц, что позволяет принимать одной антенной большую часть используемого сегодня радиочастотного спектра. Полученные результаты требуют проверки путём макетирования.

**Список используемых источников:**

1. Алли Р. А., Седышев Э. Ю. Разработка многочастотной древовидной фрактальной антенны для ректенного преобразователя. 2021г.
2. Алли Р. А., Седышев Э. Ю. Частотные свойства древовидных фрактальных антенн. 2021 г.
3. Воскресенский Д. И. Антенны и устройства СВЧ. М.: Советское радио, 1972. 320 с.
4. Вяльшин Э. С., Криворука О.О., Лепихин К.А., Седышев Э.Ю. Спиральные антенны СВЧ диапазона. 2020 г.
5. Вяльшин Э. С., Седышев Э. Ю. Фазированная система на двузаходной непрерывной спиральной структуре. 2019 г.
6. Рожков А. М., Седышев Э.Ю. Конформный излучатель СВЧ в виде логарифмической спирали с экраном. 2020 г.
7. Фальковский. О. И. Техническая электродинамика. СПб 2009.

*Автор выражает благодарность Седышеву Э. Ю. за помощь в работе.*

## МИКРОВОЛНОВОЕ УСТРОЙСТВО ЧАСТОТНОЙ СЕЛЕКЦИИ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**М.А. Васяткин, А.Э. Ланда, Э.Ю. Седышев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В работе описан новый элемент интегральной схемотехники: СВЧ фильтр на копланарной линии в цилиндрическом исполнении. Рассмотрены его основные параметры. Представлено микроволновое устройство частотной селекции данной конфигурации.*

***СВЧ, копланарная линия, резонатор на копланарном волноводе, микроволновое устройство частотной селекции***

Резонатор является одним из важнейших элементов интегральной схемотехники СВЧ. Резонаторы могут быть исполнены в различных формах и размерах, большинство из них широко используются, однако некоторые резонаторы в виду низкой степени изученности вызывают повышенный интерес. В данный момент востребованы резонаторы в принципиально новом конструктивном исполнении, так как на основе явления резонанса возможно проектирование различных устройств СВЧ диапазона. В частности, резонаторы могут использоваться в устройствах частотной селекции и фильтрации, а также в устройствах генерации СВЧ-сигнала. В данной работе рассмотрен кольцевой резонатор на копланарной линии в цилиндрическом исполнении, который фактически является СВЧ фильтром.

Копланарный волновод представляет собой трехпроводную полосковую линию, в которой распространение электромагнитной волны происходит вдоль щелей между проводящими поверхностями, находящимися в одной плоскости. Копланарные волноводы нашли широкое применение в интегральных схемах СВЧ. Использование копланарных волноводов в СВЧ устройствах позволяет повысить гибкость конструирования и упростить реализацию определенных функциональных устройств СВЧ диапазона. Конфигурация копланарного волновода представлена на рис. 1. Стоит отметить, что достоинством линий данного типа является простота монтажа пассивных и активных элементов последовательно или параллельно с линией.

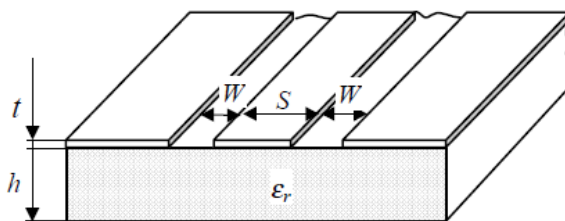


Рис. 1. Копланарный волновод [2].

Рассматриваемое микроволновое устройство частотной селекции представлено на рис. 2.

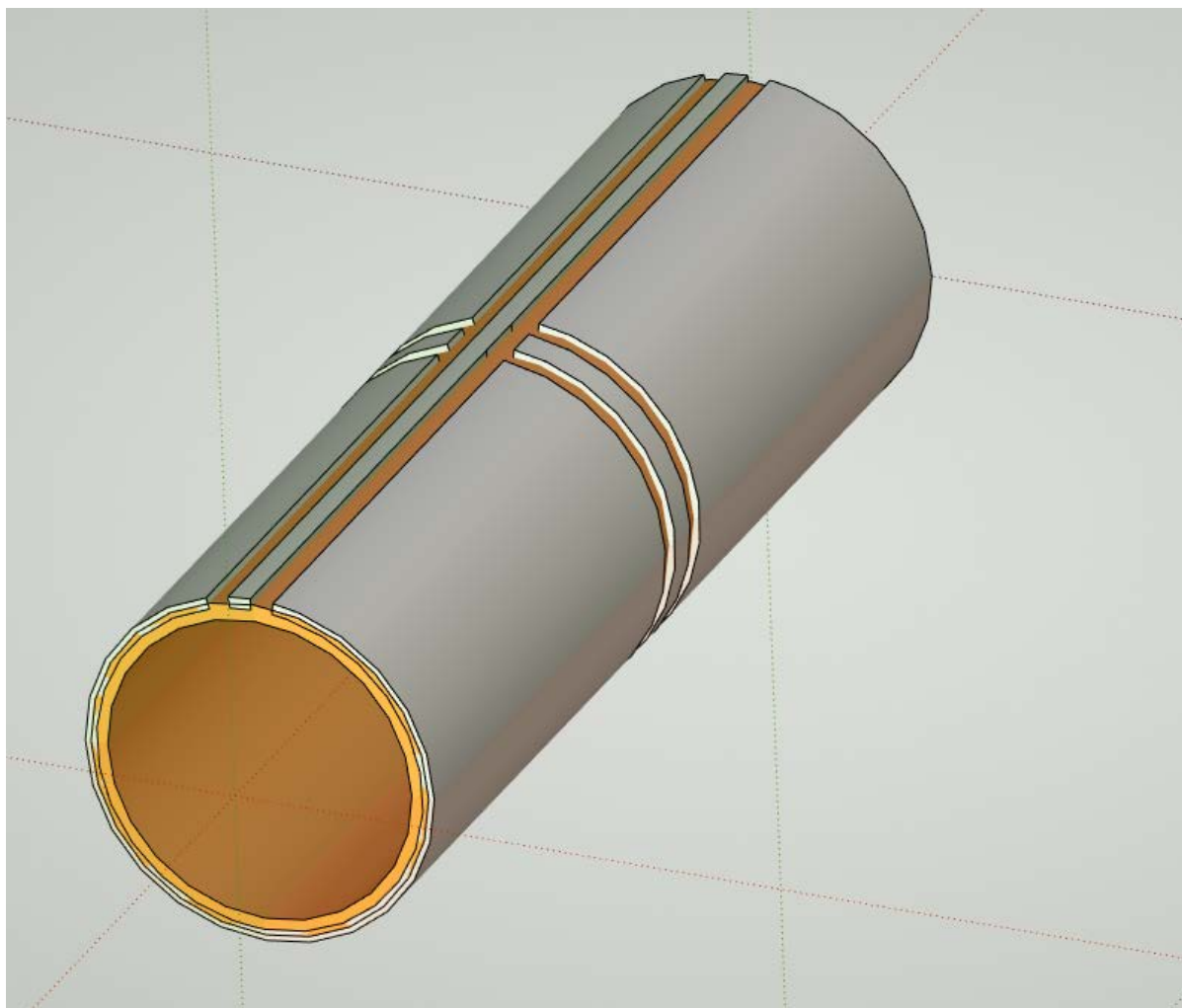


Рис. 2. Модель устройства частотной селекции.

Исследуемое устройство является резонатором бегущей волны. Поэтому основным параметром, оказывающим влияние на резонансную частоту является длина окружности резонатора.

Условие резонанса с точки зрения геометрии структуры:

$$l = n\lambda, \text{ где } n = 1, 2, 3 \dots [3];$$

где  $l$  – длина центрального полоска.

На основании этого условия, частоту резонанса в макете при  $n=1$  следует рассчитывать по следующей формуле:

$$f = \frac{c}{\lambda} \sqrt{\frac{2}{\epsilon+1}} [3];$$

Для достижения резонанса на полученной частоте необходимо определенное соотношение резонатора и линии, к которой он подключается. Волновое сопротивление копланарного волновода конечной толщины записывается следующим образом:

$$z_w = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_{эф}}} \frac{K^*(k_э)}{K(k_э)}, [2];$$



где  $K^*(k)$  и  $K(k)$  – эллиптические интегралы первого рода.

На частоту резонанса также оказывают влияние погонные параметры. Погонная индуктивность зависит от длины проводящей пластины. Погонная емкость зависит от толщины и материала диэлектрика. Необходимо отметить, что в рассматриваемом устройстве при малом диаметре возникает емкостная связь между стенками цилиндра, вдобавок изменение ширины зазора и щелевой емкости влияет на частоту резонанса.

Для проведения эксперимента была синтезирована масштабная модель резонатора. Диэлектриком является технический картон, в качестве проводящего материала использовался алюминий.

На рисунке 3 представлен общий вид лабораторного стенда для изучения характеристик рассматриваемого устройства, а на рисунке 4 – полученная АЧХ.

Из АЧХ макета видно, что рассматриваемое устройство по сути является фильтром низкой частоты. Данный фильтр на основе копланарного волновода в цилиндрическом исполнении обладает хорошей крутизной и низкими потерями. Вследствие несовершенства конструкции макета наблюдается искажение кривой передаточной характеристики, однако в целом она близка к идеалу.

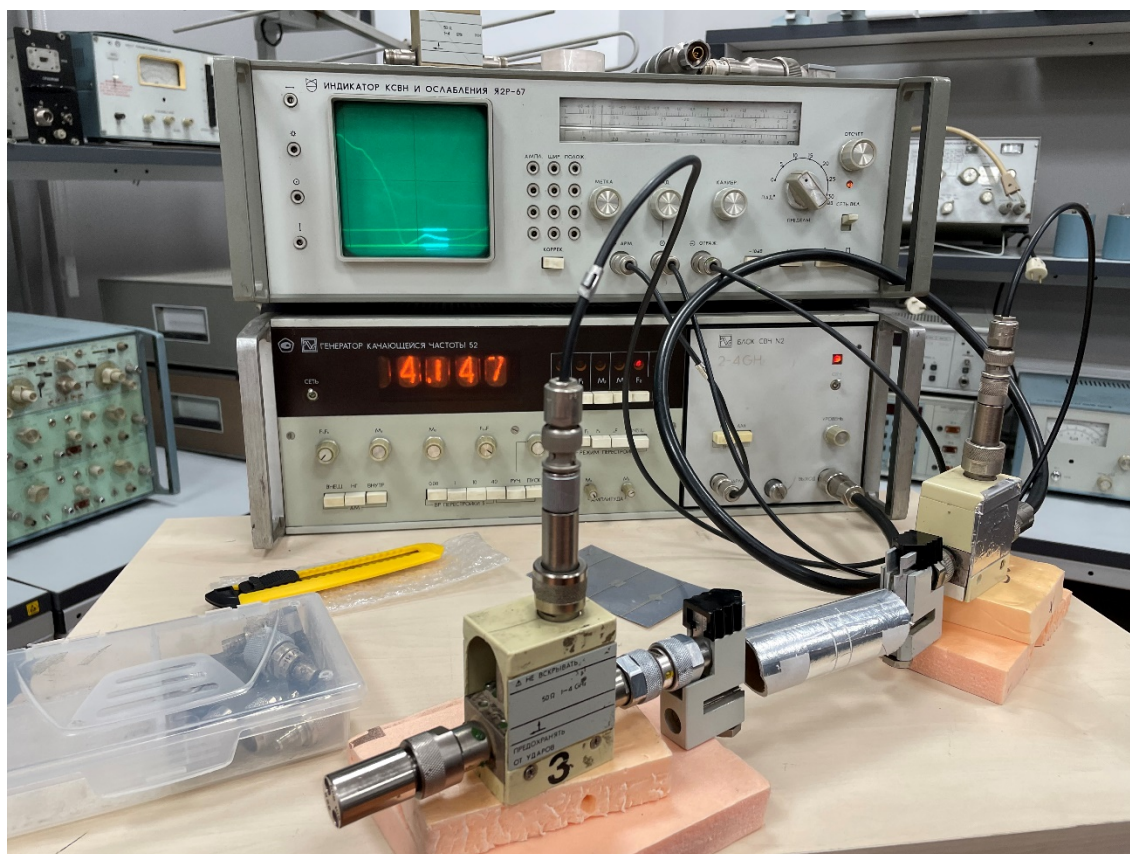


Рис.3. Общий вид лабораторного стенда.

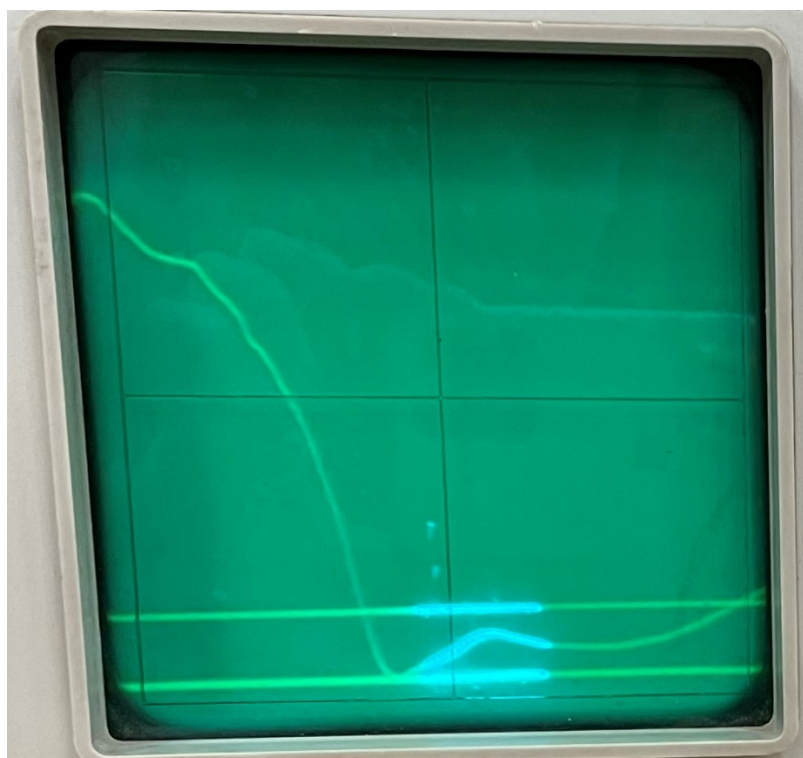


Рис.4. АЧХ макета

Таким образом, подтверждена возможность создания резонатора на копланарной линии в цилиндрическом исполнении. В результате макетирования было установлено, что данное устройство является фильтром низкой частоты. Представленный фильтр обладает огромным потенциалом. Увеличивая количество колец, уменьшая или увеличивая расстояния между ними, изменяя диаметр колец и ширину зазора копланарной линии, можно изменять характеристики устройства, которое в дальнейшем найдет широкий спектр применения в интегральной схемотехнике СВЧ.

**Список используемых источников:**

1. Бахараев С.И., Вольман В.И., Либ Ю.Н. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. М.: Радио и связь, 1982. 328 с.
2. Проектирование полосковых устройств СВЧ. Учебное пособие. Ульяновский государственный технический университет, 2001. 123 с.
3. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик Е.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств // Электроника и микроэлектроника СВЧ. 2018. С. 688-692.
4. Гвоздев В. И., Нефедов Е. И. Объемные интегральные схемы СВЧ. М.: Наука, 1985. 256 с.
5. Маттей Г.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи: в 2 т. М.: Связь, 1971. Т.1. 440 с.

## ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЁТА ПЕРЕДАЮЩИХ ЛИНИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ СВЧ

**В.С. Вахрамеева, Э.Ю. Седышев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В работе сравниваются формулы для расчёта передающих линий интегральных схем СВЧ. Формулы представлены из различных справочников. Теоретический расчёт проверяется с помощью эксперимента и автоматизированной системы RFSimm99. В результате предложена наилучшая формула для расчёта несимметричной линии.*

*симметричная линия, несимметричная линия, расчёт, волновое сопротивление.*

В современных СВЧ устройствах, таких как антенные переключатели, вентили, циркуляторы, фильтры и т.п. широко применяются полосковые линии. В отличие от коаксиальных линий и волноводов, полосковая линия позволяет достаточно просто осуществлять сложные структуры с большим числом разветвлений, что позволяет удешевить процесс производства СВЧ аппаратуры.

Различают два типа линий: симметричные и несимметричные. На рисунке 1 (а) показана симметричная полосковая линия (СПЛ), которая представляет собой тонкий металлический проводник прямоугольной формы, находящийся в диэлектрике, который расположен между двух заземленных металлических пластин. На рисунке 1 (б) показана несимметричная или микрополосковая линия (МПЛ), которая представляет собой металлический проводник, лежащий на подложке из диэлектрика.

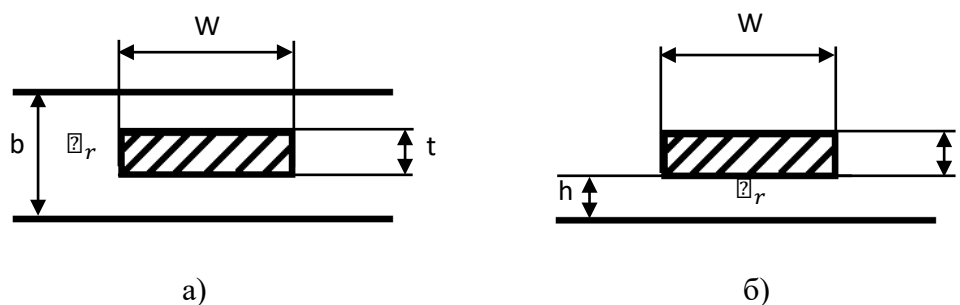


Рис.1. Поперечное сечение передающих линий:  
а) симметричная,  
б) несимметричная.

где  $W$  – ширина металлического проводника;  
 $t$  – толщина металлического проводника;  
 $h$  – толщина подложки;  
 $d$  – расстояние между основаниями;  
 $\epsilon_r$  – относительная проницаемость диэлектрика.

При создании СВЧ устройств важное значение имеет точность расчёта волнового сопротивления  $Z_{\text{в}}$ , которое является основным параметром передающей линии. Существует множество формул расчёта для каждой из них.

Для проведения эксперимента были спроектированы и изготовлены два макета несимметричной линии с различным волновым сопротивлением. Суть эксперимента заключается в том, что уровень рассогласования, который полностью определяется волновыми сопротивлениями тракта и линий, позволит сравнить реальные потери и потери ожидаемые в программе, при совпадении АЧХ расчета и эксперимента мы получим доказательство правильности расчета по той или иной методике. На рисунке 2 представлены макеты двух несимметричных линий и изготовленные линии в качестве эксперимента с параметрами:  $W_1 = 2,5$  мм,  $W_2 = 1,4$  мм,  $t = 30$  мкм,  $h = 1$  мм,  $\epsilon_{r1} = 8,35$ ,  $\epsilon_{r2} = 10,65$ . Размеры подложки:  $a = 25,3$  мм и  $b = 75,8$  мм.

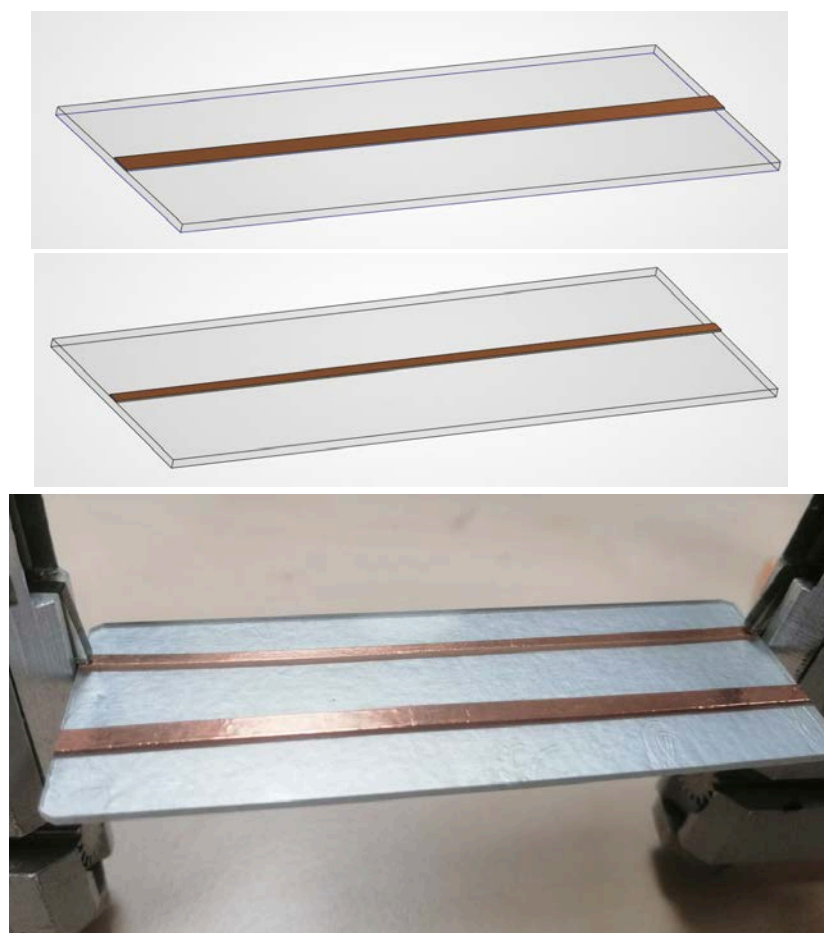


Рис.2. Макеты и изготовленные линии

Для СПЛ и МПЛ методы расчёта и их результаты представлены в таблице 1 и таблице 2 соответственно.

ТАБЛИЦА 1. Методы расчёта и результаты для СПЛ

Метод расчёта	
$Z_B = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left( a_1 \frac{w}{d} + C_f \right)}, a_1 = \frac{1}{\left( 1 - \frac{t}{d} \right)}, C_f = \frac{2a_1 \ln(a_1 + 1) - (a_1 - 1) \ln(a_1^2 - 1)}{\pi}$	
$Z_B = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left( \frac{\frac{w}{d}}{1 - \frac{t}{d}} + \frac{C_f}{\epsilon_a} \right)}$	
$\frac{C_f}{\epsilon_a} = \frac{1}{\pi} \left( \frac{2}{1 - \frac{t}{d}} \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{t}{d}} + 1 \right) - \left( \frac{1}{1 - \frac{t}{d}} - 1 \right) \ln \left( \frac{1}{\left( 1 - \frac{t}{d} \right)^2} - 1 \right) \right)$	
$Z_B = \frac{94.172}{\sqrt{\epsilon_r} \left( x \frac{w}{d} + \frac{1}{\pi} \ln F(x) \right)}, F(x) = \frac{(x+1)^{x+1}}{(x-1)^{x-1}}, x = \frac{1}{1 - \frac{t}{d}}$	

ТАБЛИЦА 2. Методы расчёта и результаты для МПЛ

Метод расчёта	Результат
$Z_B = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left( \frac{w}{h} + \frac{2}{\pi} \ln \left( \frac{8.54w}{h} + 15.71 \right) \right)}$	$Z_{B1} = 27,19 \text{ Ом}$ $Z_{B2} = 32,88 \text{ Ом}$
$Z_B = \frac{188}{\sqrt{\epsilon_r}} * \frac{1}{1 + \frac{w}{2h} + \frac{t}{2\pi h} \left( 1 + \ln \left( 1 + \frac{2h}{t} \right) \right)}$	$Z_{B1} = 26,08 \text{ Ом}$ $Z_{B2} = 29,62 \text{ Ом}$
$Z_B = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left( \frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \ln \left( \frac{w}{h} + 1.444 \right) \right)}$	$Z_{B1} = 27,13 \text{ Ом}$ $Z_{B2} = 33,1 \text{ Ом}$

Для проверки результатов, построим характеристику ослабления с помощью САПР RFSimm99, используя рассчитанные волновые сопротивления, и сравним с экспериментальной.

На рисунке 3 представлены экспериментальные характеристики. Для первой линии потери при 2 ГГц – 0,15 дБ, а при 4ГГц – 2 дБ. Для второй линии 0 дБ и 1,6 дБ.

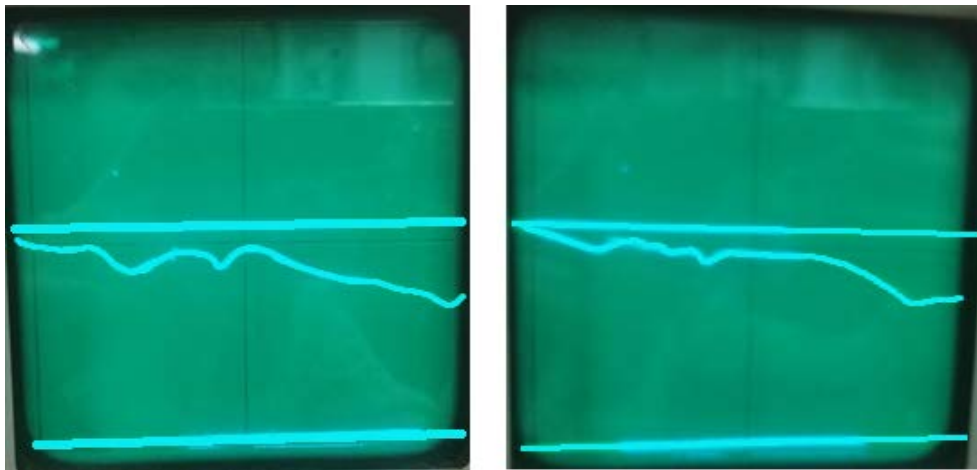


Рис. 3. Экспериментальные характеристики ослабления



При моделировании в RFSimm99, для первой линии результаты по всем трём формулам не сошлись, потери при 2ГГц составляют около 1,5 дБ, а при 4ГГц 2,4 мдБ (рис. 4).

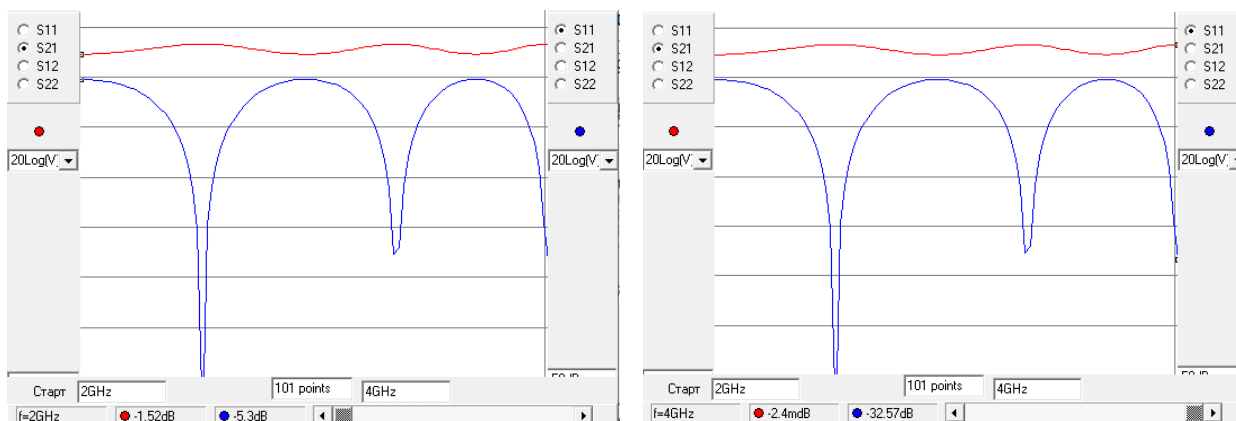


Рис. 4. Характеристика ослабления для первой линии

Для второй линии лучше всего сошлись результаты при волновом сопротивлении, рассчитанном по формуле №2. Потери при 2ГГц составляют около 0,67 дБ, а при 4ГГц 1,13 дБ (рис. 5).

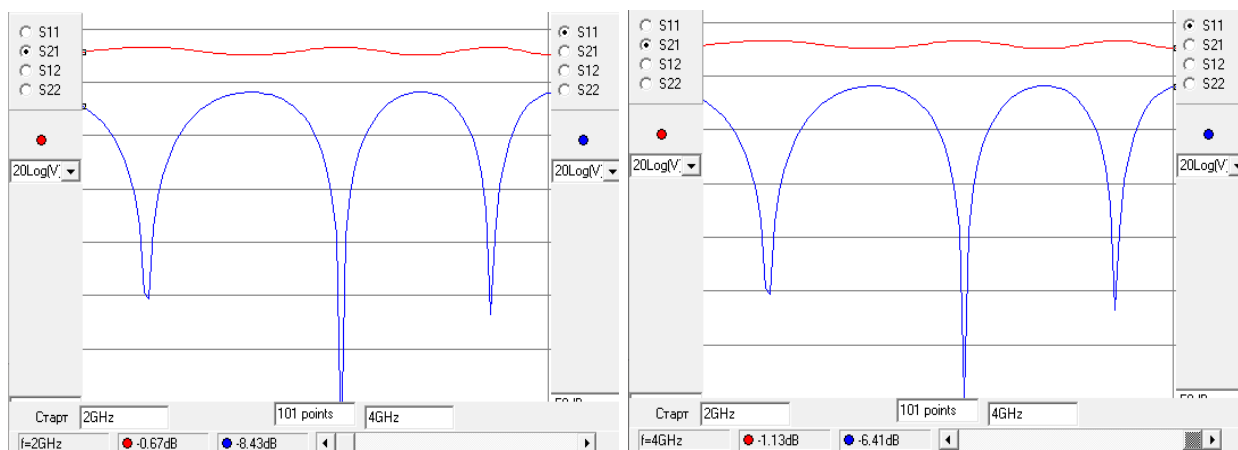


Рис. 5. Характеристика ослабления для второй линии

Можно сделать вывод, что наилучшие результаты получаются по формуле расчёта волнового сопротивления №2 для второй несимметричной линии. Значит, есть смысл продолжить поиски и проверку формул для проводящих линий интегральных схем СВЧ.

**Список используемых источников:**

1. Вольман В.И., Бахарев С.И. и др. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств. – М: Радио и связь, 1982. – 328 с.
2. Фельдштейн А.Л. Справочник по элементам волноводной техники. 1967 – 651 с.
3. Гаистон М.А.Р. Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ. – М, «Связь», 1976. – 152 с.



## МИКРОВОЛНОВЫЕ ПЛАНАРНЫЕ АНТЕННЫ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

**Н.И. Глухов, Э.Ю., Седышев, С.И. Федоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В работе дан обзор антенн с круговой поляризацией, а также представлен иной вид фрактальной антенны. Дано логическое обоснование выбора данной топологии для проведения дальнейшего эксперимента. Проведён анализ антенны и даны её характеристики.*

### ***СВЧ, антенна, круговая поляризация, микроволновая планарная антенна***

Одним из ключевых элементов РЭА является антенна. За долгое время изучения электродинамических явлений было придумано, рассчитано и изготовлено огромное количество антенн различных типов. Принимая во внимание тренд развития электроники, а именно постоянное уменьшение габаритов производимых устройств, повышение рабочих частот и плотности потока энергии появляется несколько фаворитов, одним из них являются планарные антенны.

Планарные антенны имеют два основных достоинства, а именно: их массогабаритные показатели и простоту изготовления. Планарные антенны уже давно стали пользоваться повышенным интересом при проектировании ИС СВЧ.

Так же из-за тенденции развития РЭА последних лет, появилась повышенная потребность в широкополосных антеннах круговой и эллиптической поляризации. Круговая поляризация особо интересна на практике, из-за её повышенной помехозащищённости, поэтому её использование можно считать трендом, однако получить её, гораздо сложнее.

Беря во внимание все причисленные выше тенденции развития РЭА и электроники в целом, а также достоинства планарных структур можно считать, что они являются трендом для антенн СВЧ. Добиться всего вышеперечисленного с их помощью можно различными решениями, ведь количество структур очень велико: используются микрополосковые линии, щелевые излучатели и т.д., однако зачастую это будут многоэлементные структуры имеющие, однако, горизонтальную поляризацию [1].

Вопрос получения круговой поляризации особенно сложен. Зачастую для её получения используются различные вариации спиралевидных антенн (используются так же более необычные варианты исполнения антенн, к примеру - объёмная антенна «Клевер»). Спиральные антенны, к примеру, обладают и широкой полосой частот (рис. 1в), и круговой поляризацией.

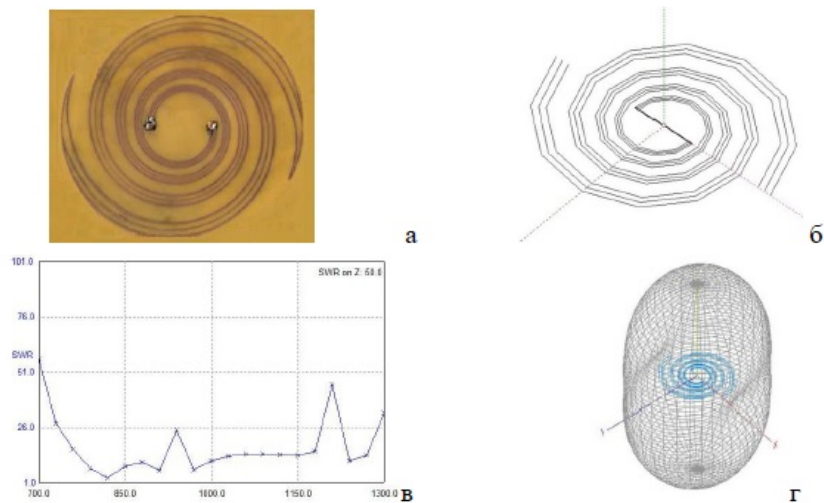


Рис. 1. Пример спиральной антенны с её характеристиками [1]

В связи с почти повсеместной распространённостью в том или ином виде спиралей в антеннах круговой поляризации, к примеру, спираль на конусе, спираль на цилиндре, - полусфере и т.д. было решено рассматривать замену спирали на её подобие.

Изначально предполагалось, что для получения новой топологии будут рассматриваться очень близкие подобия, т.е. замена спирали множеством отдельных малых медных полос, или некие «вихревые» структуры запитанные отдельно, однако так же в процессе рассмотрения данного вопроса стал интересен тот факт, что спираль является геометрическим фракталом т.е. каждый виток копирует предыдущие в другом масштабе.

Как предмет дальнейшего исследования была выбрана антенна – треугольный фрактал с коэффициентом заполнения 1. Была построена её модель, в которой каждый треугольник по сути является срединным треугольником, для треугольника в который он вписан.

Для эксперимента была синтезирована масштабная модель антенны. Основной материал антенны – медь. На рисунке 2 представлен общий вид лабораторного стенда, а на рисунке 3 – полученная АЧХ.

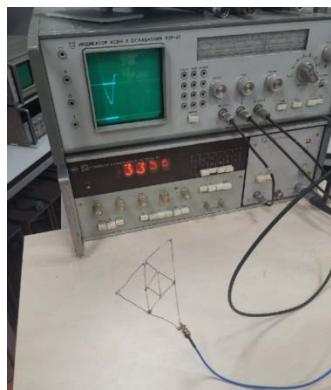


Рис. 2. Общий вид лабораторного стенда.

При наблюдении за АЧХ стало понятно, что данная антенна работает, так как она реагировала на поднесение к ней диполя.

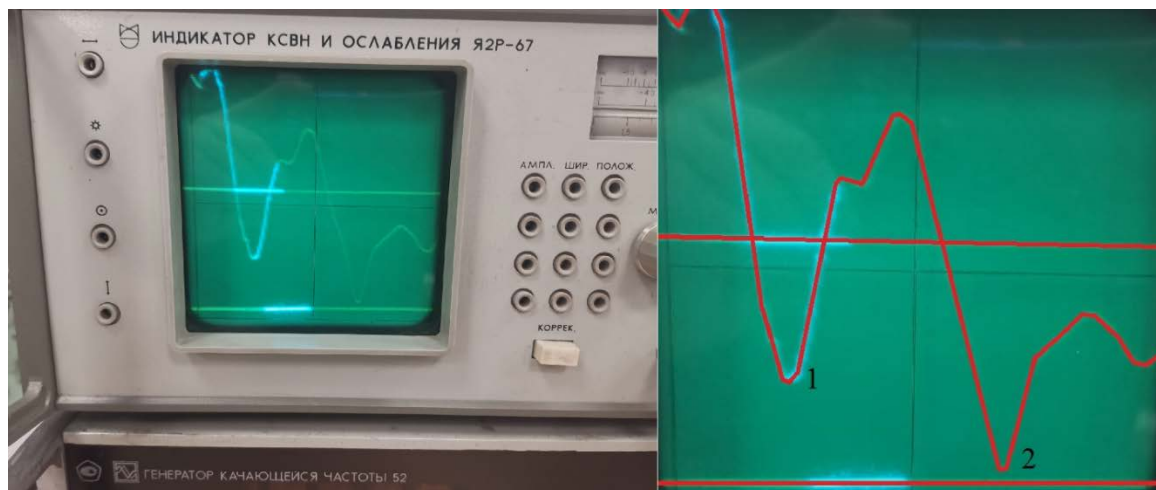


Рис. 3. АЧХ макета

При дальнейшем рассмотрении АЧХ были получены значения КСВН 2.2 для 2.52 ГГц (Рис 3, точка 1) и 1.3 для 3.5 ГГц (Рис 3, точка 2), которые являются очень хорошими показателями, если брать во внимание неидеальности в меде и качество пайки.

Таким образом, было экспериментально подтверждено, что исполнение антенны в данном виде для СВЧ, обладает большим потенциалом, однако реализация получения на ней круговой поляризации не была проведена. В дальнейшем предполагается подвести данную топологию под спиралевидную изменяя положение мест спайки и коэффициента заполнения фрактала.

#### Список используемых источников:

1. Бочаров Е.И., Ветров В.В., Седышев Э.Ю., Усатова И.А., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Планарные излучатели объёмных интегральных схем СВЧ.
2. Журнал радиоэлектроники, N 8, 2010, малогабаритные печатные антенны круговой поляризации, С. Е. Банков, А. Г. Давыдов, К. Б. Папилов, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, МКБ Компас.
3. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 432 с.
4. Фейнмановские лекции по физике.Т. II (3 – 4) | Фейнман Ричард, Лейтон Роберт, Мэтью Сэндс; хперевод с английского]. – Москва: издательство АСТ, 2021. – 496 с.

## ШИРОКОПОЛОСНЫЙ СВЧ ДЕТЕКТОР

В.Е. Горовых, А.Э. Ланда

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной работе рассматривается вариант построения топологии широкополосного детектора СВЧ диапазона. Предложен вариант построения детектора на нерегулярной микрополосковой линии с двумя диодами.

### *широкополосный, детектор*

В данной работе рассматривается топология широкополосного детектора на микрополосковой линии. Эквивалентная схема исследуемого устройства детектора приведена на рис. 1

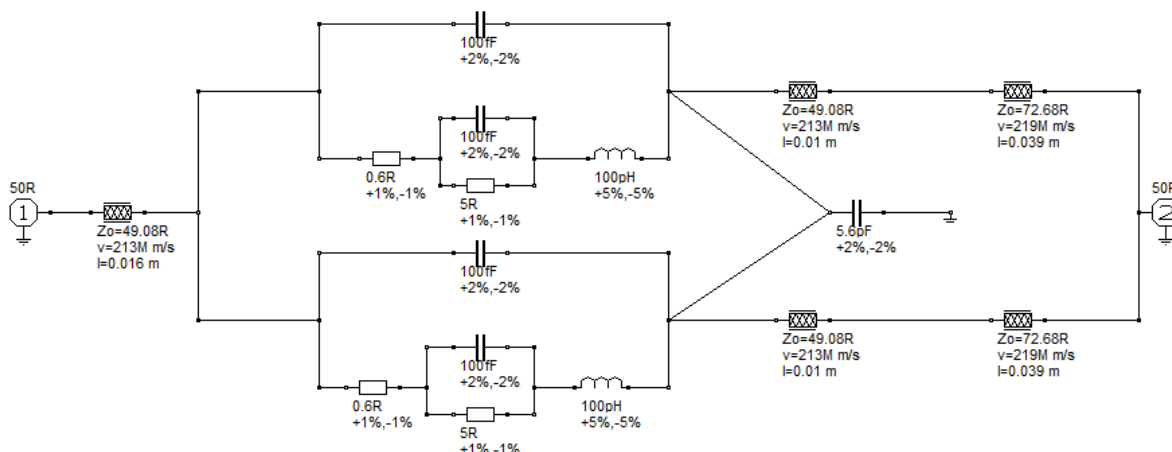


Рис. 1. Эквивалентная схема детектора

Рассматриваемая топология устройства (рис. 2) довольно проста – детектирование обеспечивается двумя диодами, поставленными противоположно друг другу (т.е. анод одного диода соединяется с катодом другого), для выделения, пришедшего на детектор сигнала, вводится ёмкость  $C_1$ . Согласование детектора по входу и выходу обеспечивается изменением волнового сопротивления микрополосковых линий. Места для установки диодов обозначены как VD1 и VD2.

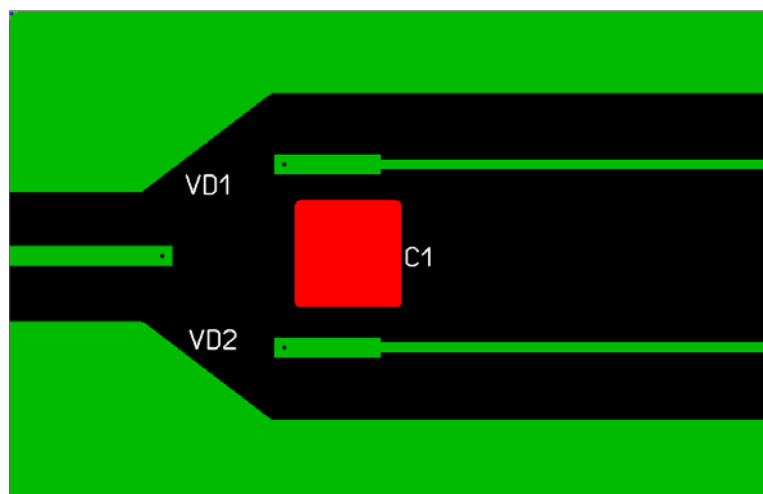


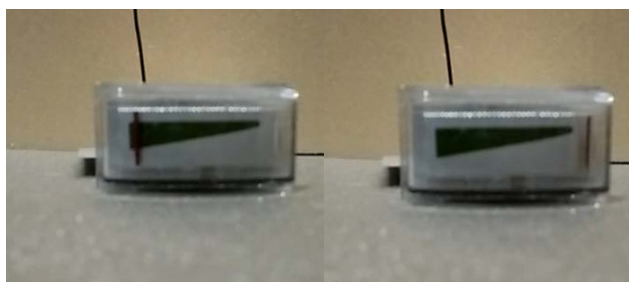
Рис. 2. Предлагаемая топология детектора

Был изготовлен экспериментальный макет детектора по предлагаемой топологии, макет изображён на рис. 3. Так как на данном этапе рассматривалась, в первую очередь, возможность использования топологии для создания работающего устройства, а не точность, макет упрощён и не имеет ёмкости. Также вместо нерегулярных полосковых линий, используются полосковые линии с неизменным волновым сопротивлением.



Рис. 3. Экспериментальный макет детектора

В качестве источника сигнала для тестирования макета использовалась рация. На входе устройства был установлен диполь, а на выходе простой индикатор. При включении передачи на источнике, шкала индикатора из изначального положения (рис. 4а) смещалась в крайнее правое положение (рис. 4б), что говорит о том, что сигнал с источника был протестирован. Тестирование макета проводилось в нижней части СВЧ диапазона, частота источника сигнала составляла диапазон: 165...430 МГц. Однако этого достаточно чтобы заключить, что созданная топология работоспособна.



а)

б)

Рис. 4. Проверка изготовленного макета: а) сигнала нет б) поступил сигнал с источника

В ходе дальнейших исследований предполагается доработать экспериментальный макет, и исследовать его работу в диапазоне до 8 ГГц, добавить возможность вывести уровень сигнала, пришедшего на приёмное устройство детектора для пользователя, а также исследовать возможность использования детектора в связке с ОУ для повышения чувствительности.

**Список используемых источников:**

1. Загородний А. Черепанов А. Детекторы мощности сигналов СВЧ компании «Микран» // СВЧ Электроника. 2016. N 1'2016. С. 52–56.
2. Банков С. Электромагнитные кристаллы 2017. 349 с. ISBN 5-4574-0287-8.
3. Дьяконов В., Сверхскоростная твердотельная электроника 2017 Т. 2. 576 с. ISBN 5-4574-2670-X.

*Выражаем благодарность Седышеву Эрнесту Юрьевичу за помощь в работе.*



## МИКРОВОЛНОВЫЙ ДИПЛЕКСЕР В ОБЪЁМНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

**В.Н. Дорохин, Э.Ю. Седышев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В работе рассмотрен способ реализации микроволнового диплексера в объёмном интегральном виде. Предложена структурная схема Т-делителя для данного устройства. Приведены примеры применения такого диплексера на практике.*

### ***СВЧ, диплексер, объёмная интегральная схема***

В данной работе исследуется способ реализации микроволнового диплексера в объёмном интегральном виде. Создание такого устройства поможет значительно увеличить степень интеграции схем, содержащих диплексеры, а также откроет возможность создания широкополосных объёмных интегральных схем, в которых каждый слой будет работать на определённой частоте.

Диплексер – это пассивное устройство, выполняющее мультиплексирование (объединение) и демultipлексирование (разделение) ВЧ-сигнала по частотам, используя два параллельно включённых фильтра. Данное устройство активно используется в отрасли спутниковой связи. С помощью него осуществляется деление сигнала от широкополосной антенны к нескольким узкополосным приёмопередатчикам и наоборот.

На рисунке 1 приведён пример реализации СВЧ диплексера в планарном исполнении, можно заметить, что данный диплексер состоит из фильтра нижних частот, фильтра верхних частот, фазовых корректоров, входного тракта, а также схем управления входным сигналом.

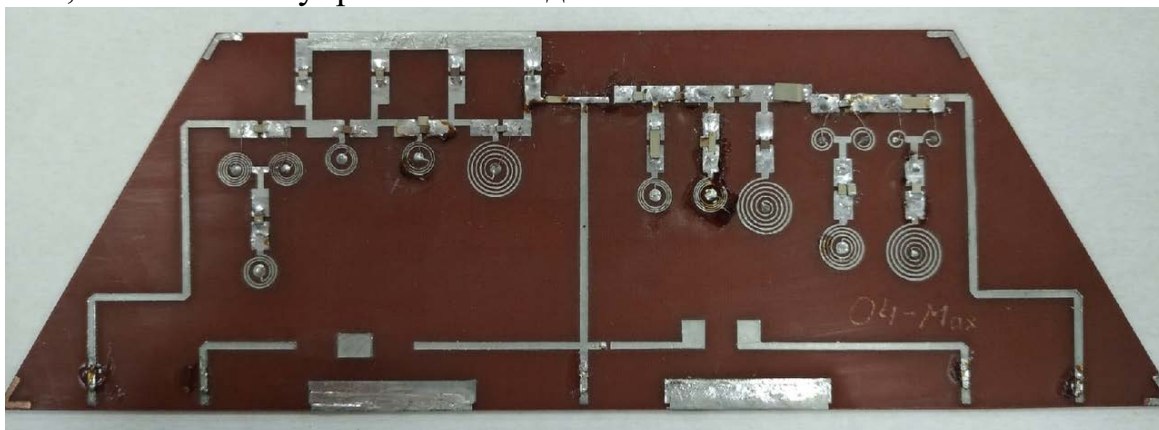


Рис. 1. Работающая схема СВЧ диплексера в планарном исполнении

Принципиальная схема данного устройства, построенная в программе RFSim99, представлена на рисунке 2. Объектом исследования в данной статье станет именно входной тракт, с помощью которого и будет

осуществляться разводка сигнала по слоям объёмной интегральной схемы, на которых будут находиться фильтры.

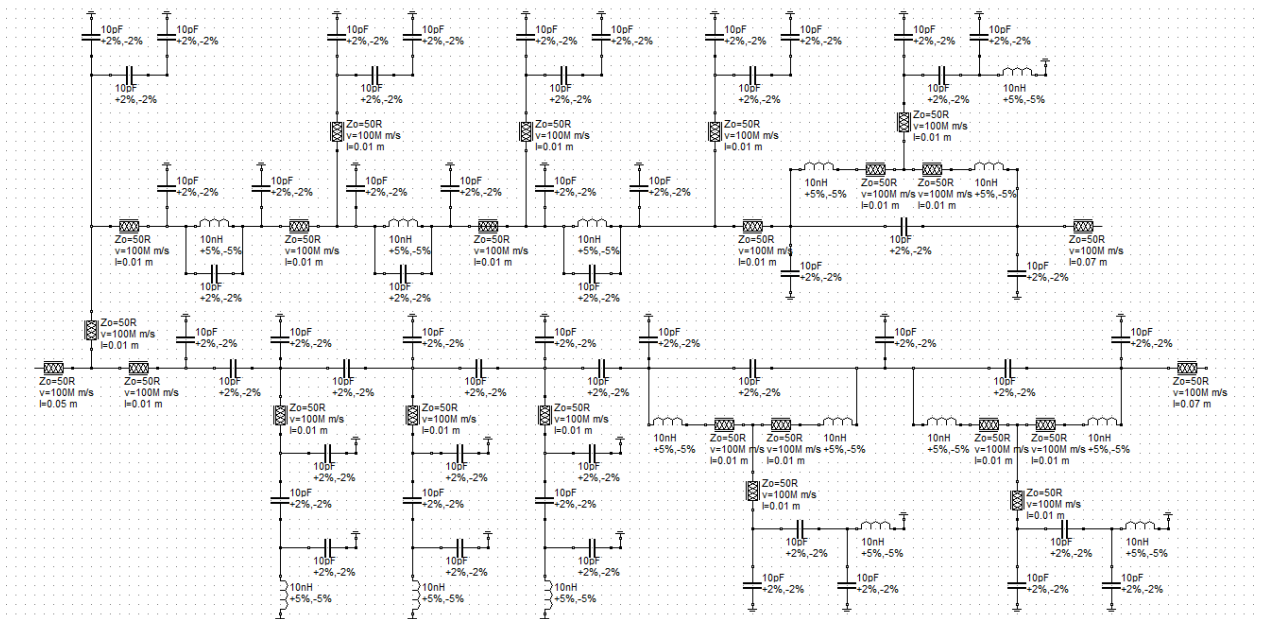


Рис. 2. Принципиальная схема СВЧ диплексера в планарном исполнении

В ходе исследования была предложена и построена структурная схема Т-делителя в объёмном интегральном виде в программе TFlex, результаты моделирования представлены на рисунке 3.

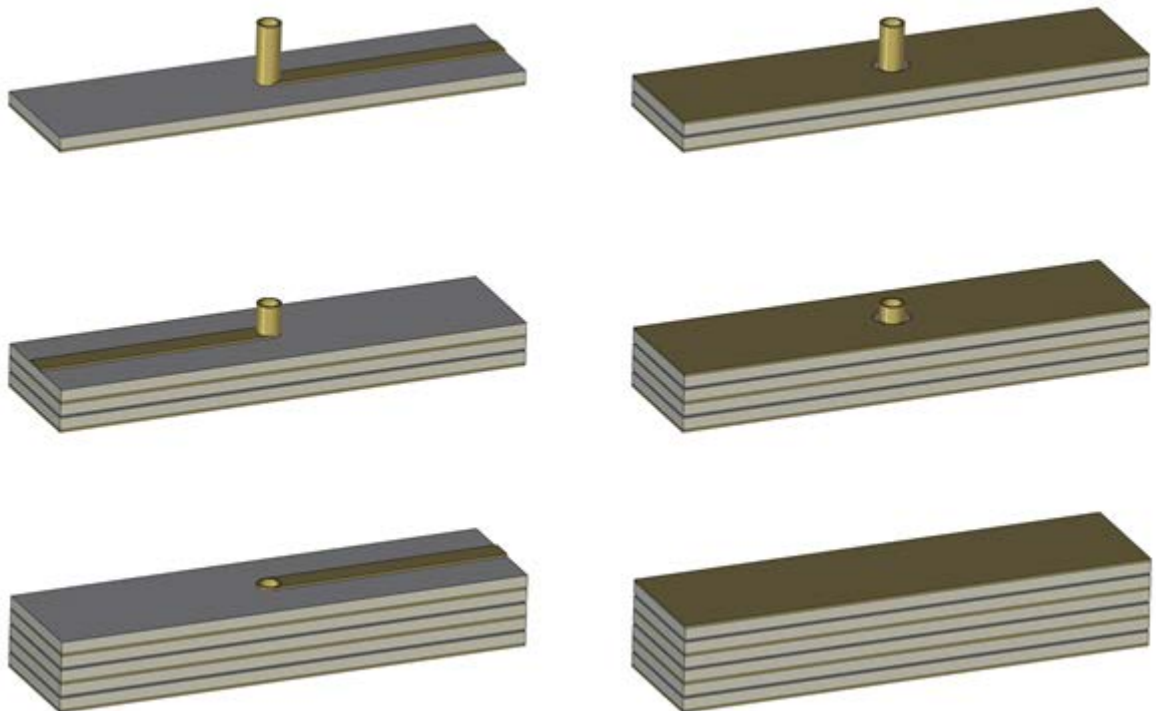


Рис. 3. Структурная схема Т-делителя для диплексера в объёмном интегральном исполнении

Главной задачей при реализации данного устройства станет согласование входной и выходных симметричных полосковых линий с делителем, представляющим из себя подобие коаксиального кабеля.

В результате работы была обозначена проблема реализации микроволнового диплексера в объёмном интегральном виде, а также предложена структурная схема Т-делителя для данного устройства.

**Список используемых источников:**

1. В.И. Гвоздев, Е.И. Нефедов. Объёмные интегральные схемы СВЧ. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1985.

2. В.И. Вольман. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. «Радио и связь». 1982

3. Э.Ю. Седышев. Масштабное макетирование объёмных интегральных схем СВЧ-диапазона. Федер. агентство связи. ФГОБУВПО «СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. № 64 (20–24 февр. 2012). Материалы. СПб. СПбГУТ. 2012

## КОЛЬЦЕВОЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР НА АКТИВНЫХ ДВУХПОЛЮСНИКАХ

**А.К. Ларионова, Э.Ю. Седышев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

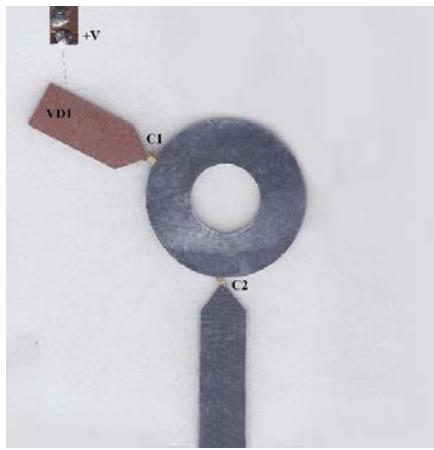
*В работе предложена конструкция СВЧ генератора в интегральном исполнении на кольцевом эллиптическом резонаторе. В качестве активных элементов используются двухполюсники с отрицательным сопротивлением (туннельные диоды). По результатам проектирования создан макет генератора, проведён эксперимент, сделаны выводы по поводу возможности улучшения полученных характеристик устройства. Предложен способ повышения мощности генератора путём добавления активных двухполюсников в структуру.*

### ***СВЧ, генератор, активный двухполюсник, резонатор***

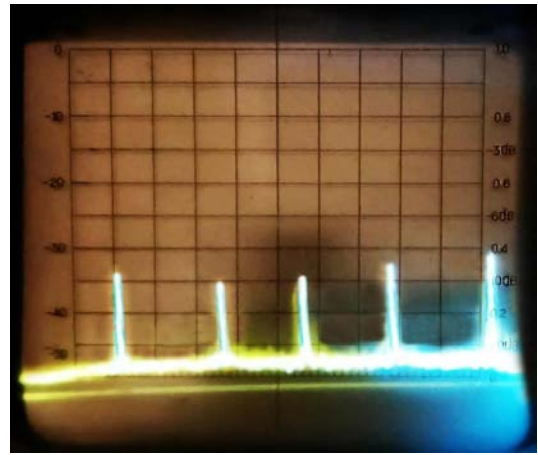
Генератор является одним из основных элементов в большинстве устройств микроволновой техники. На сегодняшний день частота генерации растёт, рабочий диапазон частот генераторов увеличивается и, как следствие, предъявляются более серьезные требования к технологическому процессу изготовления интегральных СВЧ устройств.

Синтез и проектирование новых устройств генерации СВЧ сигнала - актуальная инженерно-техническая задача.

Одним из наиболее перспективных направлений развития данной тематики является использование планарных эллиптических кольцевых резонаторов. На данный момент известен генератор СВЧ в интегральном исполнении на кольцевом резонаторе, разработанный в Лаборатории синтеза СВЧ устройств СПбГУТ им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, профиль «Микроволновая техника. Объемные интегральные схемы» [1]. На рисунке 1 представлен действующий макет устройства и его спектральная характеристика. По характеру спектральных линий можно отметить высокую стабильность генерации, а также наличие нескольких основных частот, что характерно для устройств генерации с невысокой добротностью основного резонатора. Вместо одной резонансной частоты мы получили целое «семейство» гармоник на спектраллизаторе. Такой характер генерации говорит о наличии побочных генерационных частот, которые нуждаются в подавлении.



а)



б)

Рис. 1. Макет СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием генераторного диода (а), его экспериментально полученная спектральная характеристика (б) [1]

Для того, чтобы объяснить природу возникновения, полученного в экспериментальной характеристике «частотного леса», было проведено компьютерное моделирование реального макета в RFSimm с учетом всех его неоднородностей и погрешностей исполнения. Для этого структура была детализирована на элементарные участки с определённым волновым сопротивлением.

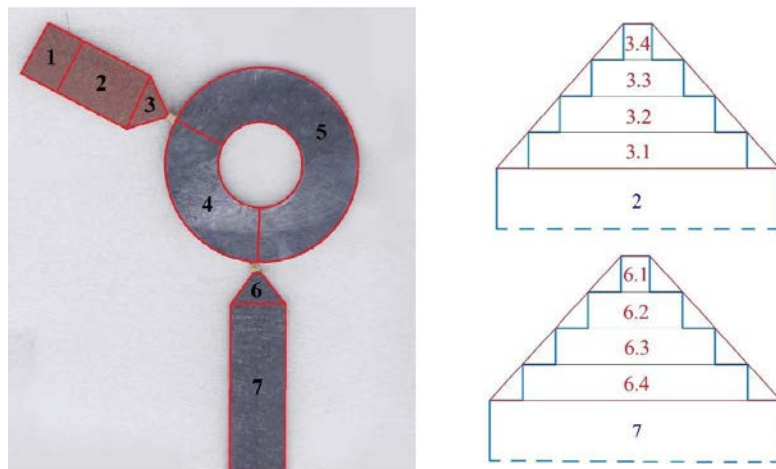


Рис. 2. Детализация реального макета устройства

Особое внимание уделялось «скосам» на концах шлейфах, так как они являются неоднородными линиями с изменяющейся шириной полоска.

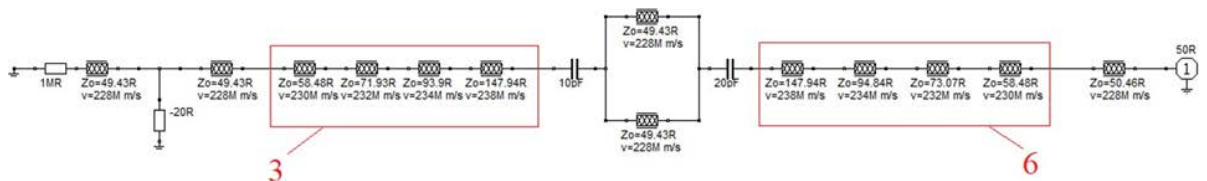


Рис.3. Эквивалентная схема детализированного макета в САПР RFSimm99

В результате в RFSimm была получена более точная компьютерная модель структуры. На рисунке 2 схематично обозначены участки сколов шлейфов, каждый из которых были разбиты на 4 элементарных участках со своим волновым сопротивлением.

В итоге была получена АЧХ реального макета устройства, которая заметно отличается от АЧХ идеальной модели, полученной ранее.

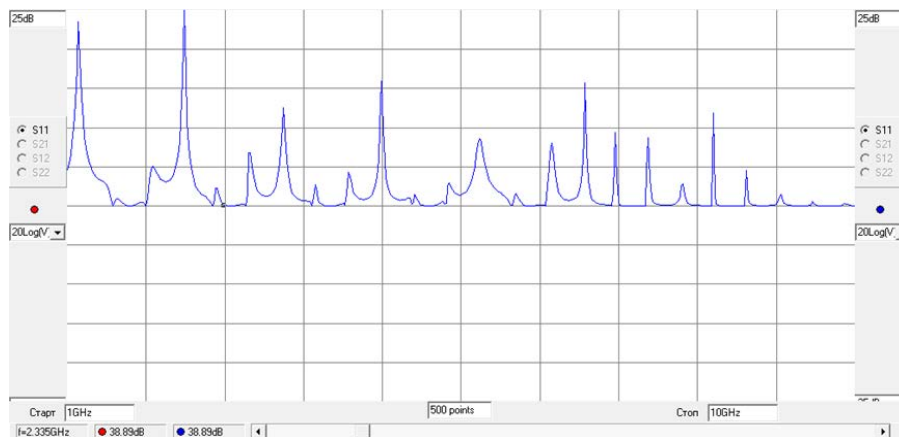


Рис. 4. АЧХ реального макета устройства в САПР RFSimm99

Компьютерное моделирование в САПР RFSimm99 показывает, что наличие нескольких частот генерации заложено в самой структуре устройства, для выделения основной частоты необходимо устройство частотной селекции.

Результатом работы можно считать синтез высокостабильного генератора СВЧ на двух активных двухполюсниках и возможность синтеза СВЧ генераторов со сложением мощности от нескольких активных элементов.

#### Список используемых источников

1. Седышев Э.Ю., Шомин А.Ю. Генератор СВЧ в интегральном исполнении на кольцевом резонаторе. СПб – Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020). С.339-343.
2. Сазоненко Н.Ю., Седышев Э.Ю. Генератор на кольцевом резонаторе в микрополосковом исполнении. СПб – IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция АПИНО 2020. Научное направление теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, подсекция микроволновая техника: материалы, элементы, устройства. С. 509-513.
3. Кондрашова М.А., Сазоненко Н.Ю., Селиверстов Л.А., Улитина А.С., Седышев Э.Ю. Частотно-селективные устройства на кольцевых эллиптических резонаторах. // Проектирование и технология электронных средств.2019. №2. С.13-20
4. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик К.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ устройств. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2018. С. 688-692.



## УПРАВЛЯЕМОЕ УСТРОЙСТВО НА ФЕРРОШПИНЕЛИ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

**А.Э. Ланда, Т.В. Никитина, Э.Ю. Седышев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной работе была представлена серия экспериментов с МПЛ на подложке из феррошпинели. Выявлены зависимости волнового сопротивления от индуктивной компоненты. Рассчитаны значения волнового сопротивления для МПЛ на подложке из феррошпинели.*

**СВЧ, микрополосковая линия, феррошпинель, волновое сопротивление, ферритовая подложка**

В современной физике и технике все возрастающую роль играют полупроводники. Благодаря своим уникальным свойствам ферриты или ферромагнитные полупроводники нашли широкое применение не только в силовой электронике в качестве сердечников для трансформаторов, но и при производстве СВЧ-устройств. При разработке интегральных схем СВЧ очень важную роль играет выбор ферритового материала, потому что полупроводник влияет не только на габариты подложки, но и на вносимые потери, предельную допустимую мощность и другие характеристики.

В данной работе представлены микрополосковые линии на подложке из феррошпинели. Феррошпинели - ферриты с кристаллической структурой шпинели.

Для расчета волнового сопротивления МПЛ будем использовать формулу:

$$Z_0 = 56 * \lg \left( 10.4 * \frac{h}{W} \right) * \sqrt{\frac{\mu_{эфф}}{\epsilon_{эфф}}}, \quad (1)$$

где  $Z_0$  – волновое сопротивление МПЛ,  $h$ - высота диэлектрической подложки,  $W$  – ширина токонесущего полоска,  $\epsilon_{эфф}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость,  $\mu_{эфф}$  – эффективная магнитная проницаемость,  $v$  – скорость распространения волн в диэлектрике.

В феррошпинели очень большее влияние играет магнитная компонента и для того, чтобы это проверить, проведем эксперимент.

Для эксперимента возьмем МПЛ на подложке из феррошпинели габаритами  $60 \times 48 \text{ мм}^2$ , а высота  $h = 2 \text{ мм}$ .

Для начала проведем расчет волнового сопротивление линий шириной 1, 2, 4 и 5 мм.

Для того чтобы рассчитать волновое сопротивление МПЛ на феррошпинели найдем значения  $\mu_{\text{эфф}}$  и  $\varepsilon_{\text{эфф}}$ . Это можно сделать по формулам (2) – (5):

$$u = \frac{W}{h}, \quad (2)$$

где  $h$  – высота подложки;  $W$  – ширина полоска.

$$a = 1 + \frac{1}{49} \cdot \ln \left( \frac{\left( u^4 + \left( \frac{u}{52} \right)^2 \right)}{u^4 + 0.432} \right) + \frac{1}{18.7} \cdot \ln \left( 1 + \left( \frac{u}{18.1} \right)^3 \right) \quad (3)$$

$$b = 0.564 \cdot \left( \frac{\varepsilon_r - 0.9}{\varepsilon_r + 3} \right)^{0.053}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{\text{эфф}} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \frac{10}{u} \right)^{-a \cdot b}, \quad (5)$$

где  $\varepsilon_r$  – диэлектрическая проницаемость подложки.

ТАБЛИЦА 1. Расчет эффективной диэлектрической проницаемости.

W	u	a	b	$\varepsilon_{\text{эфф}}$
1	0,5	1,00735	0,605771	3,57052
2	1	1,007342	0,605771	3,635273
4	2	1,007401	0,605771	3,749079
5	2,5	1,00747	0,605771	3,799266

Эффективную магнитную проницаемость, можно найти по следующему алгоритму:

- Сначала определяется  $p_0$ :

$$p_0 = \frac{\gamma M_0}{f}, \quad (6)$$

где  $M_0$  – намагниченность насыщения,  $\gamma$  – гиромагнитное отношение ( $\gamma = 35.18 \cdot 10^6$ ),  $f$  – рабочая частота.

- Определяем относительную магнитную проницаемость:

$$\mu_r = 0.25\pi \left( 1 + \sqrt{1 - p_0^2} \right). \quad (7)$$

• Теперь можно найти эффективную магнитную проницаемость по формуле (8):

$$\mu_{\text{эфф}} = \frac{1}{\frac{1-\mu_r}{\mu_r}B + \frac{3+\mu_r}{4\mu_r} \left( \frac{179\mu_r+1}{180\mu_r} \right)}, \quad (8)$$

где коэффициент В определяется по формуле (9):

$$B = 0.25 \cdot \text{th} \left( \lg \left( \frac{W}{6h} \right) \right). \quad (9)$$

ТАБЛИЦА 2. Расчет эффективной магнитной проницаемости подложки.

$\rho_0$	$\mu_r$	B	$\mu_{\text{эфф}}$	W
0,015636	1,569904	-0,19822	0,53708	1
		-0,16291	0,540804	2
		-0,11098	0,546374	4
		-0,09072	0,548578	5

Рассчитываем значения волнового сопротивления МПЛ на феррошпинели.

МПЛ шириной W = 1 мм:

$$Z_0 = 56 * \lg \left( 10.4 * \frac{0,002}{0,001} \right) * \sqrt{\frac{0,53708}{3,57052}} = 28,6 \text{ Ом}$$

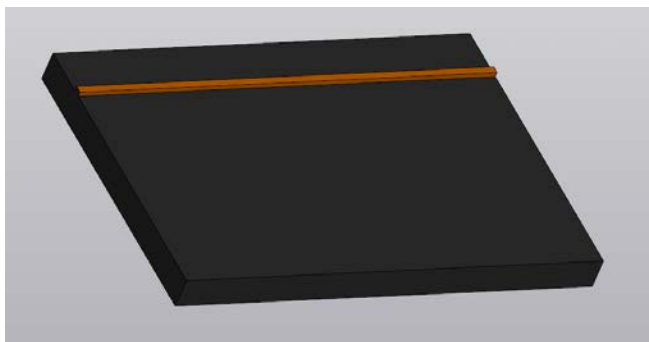


Рис. 1. Модель микрополосковых линий на феррошпинели W=1 мм.

МПЛ шириной W = 2 мм:

$$Z_0 = 56 * \lg \left( 10.4 * \frac{0,002}{0,002} \right) * \sqrt{\frac{0,5408}{3,6352}} = 21,97 \text{ Ом}$$

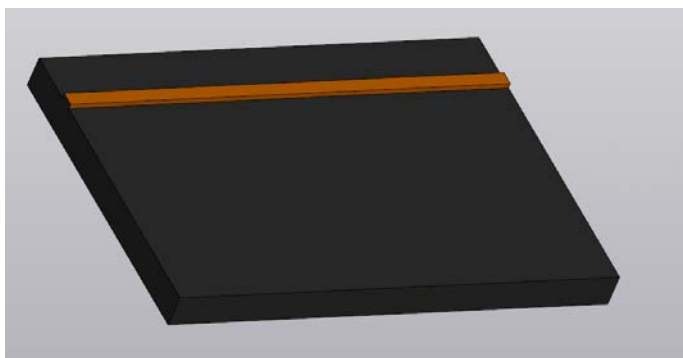


Рис. 2. Модель микрополосковых линий на феррошпинели W=2 мм

МПЛ шириной W = 4 мм:

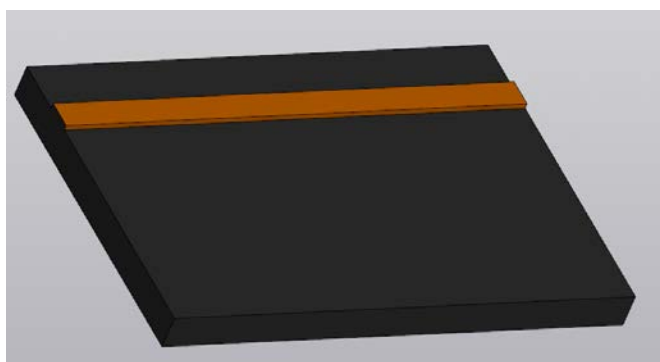


Рис. 3. Модель микрополосковых линий на феррошпинели W=4 мм

$$Z_0 = 56 * \lg \left( 10.4 * \frac{0,002}{0,004} \right) * \sqrt{\frac{0,5463}{3,749}} = 15,307 \text{ Ом}$$

МПЛ шириной W = 5 мм:

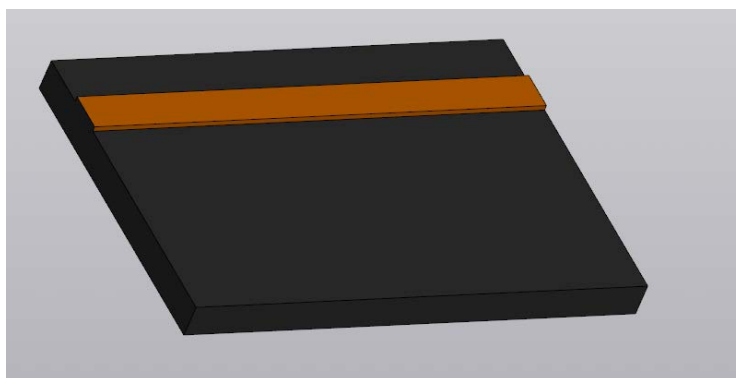


Рис. 4. Модель микрополосковых линий на феррошпинели W=5 мм

$$Z_0 = 56 * \lg \left( 10.4 * \frac{0,002}{0,005} \right) * \sqrt{\frac{0,5486}{3,7992}} = 13,17 \text{ Ом}$$

В ходе эксперимента был использован прибор VNA и получено несколько графиков КСВ и ослабления для каждой МПЛ.

Для  $W = 1$  мм

Для  $W = 2$  мм

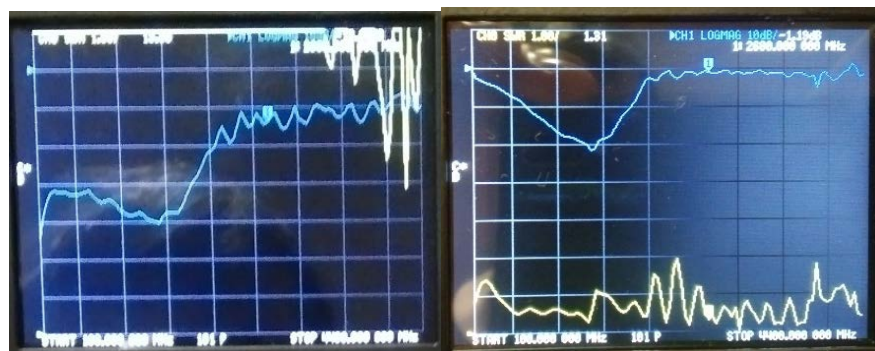


Рис. 5. Графики КСВ и ослабления МПЛ для 1 и 2 мм соответственно.

Для  $W = 4$  мм

Для  $W = 5$  мм



Рис. 6. Графики КСВ и ослабления МПЛ для 4 и 5 мм соответственно.

Сравнив и проанализировав рисунки 5 и 6, можно сделать вывод, что с уменьшением ширины токонесущего полоска, а соответственно с увеличением волнового сопротивления линии, влияние магнитной проницаемости феррошпинели увеличивается. Индуктивная компонента более значима на линии шириной 1 мм. Проведенный эксперимент может пригодиться в дальнейшем при расчете генераторов СВЧ, так как была выведена зависимость ширины линии и магнитного влияния подложки.

#### Список используемых источников

1. Ланда А. Э., Мугу Л. Р. Полосковый резонатор СВЧ диапазона с использованием ферритовых вставок //74-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2020»: сб. науч. ст. / Под ред. А. В. Шестакова; сост. В. С. Елагин, Е. А. Аникевич, Задорожня А. А. Спец. вып. СПб.: СПбГУТ, 2020. 103 с.
2. Fuller A. J. V. Ferrites at microwave frequencies. – ИЕТ, 1987. – № 23
3. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик К.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2018. С. 688–692

## ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОСТИ СВЧ УСИЛИТЕЛЯ ПО СХЕМЕ ДОГЕРТИ

Э. Сурков

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Широкополосность СВЧ усилителя по схеме У.Догерти имеет прямую зависимость от двух СВЧ узлов в схеме: делителя мощности на входе схемы и четвертьволновой линии, выполняющей функцию инвертора импеданса в выходной цепи усилителя. Для анализа ширины рабочей полосы предлагается изучить СВЧ узел на входе усилителя.*

### *квадратурный делитель, усилитель, Догерти*

При увеличении рабочей частоты усилителя по схеме Догерти, из-за наличия в схеме делителя мощности на входе и четвертьволновой линии в выходной цепи возникает необходимость в оценке его широкополосности. Для этого предлагается изучить посредством синтеза физической модели и измерения характеристик самого комплексного из этих двух узлов – квадратурного делителя мощности [1].

В качестве моделей были рассчитаны и созданы схемы делителя для центральных частот 2 и 3 ГГц, которые представлены на рис. 1.

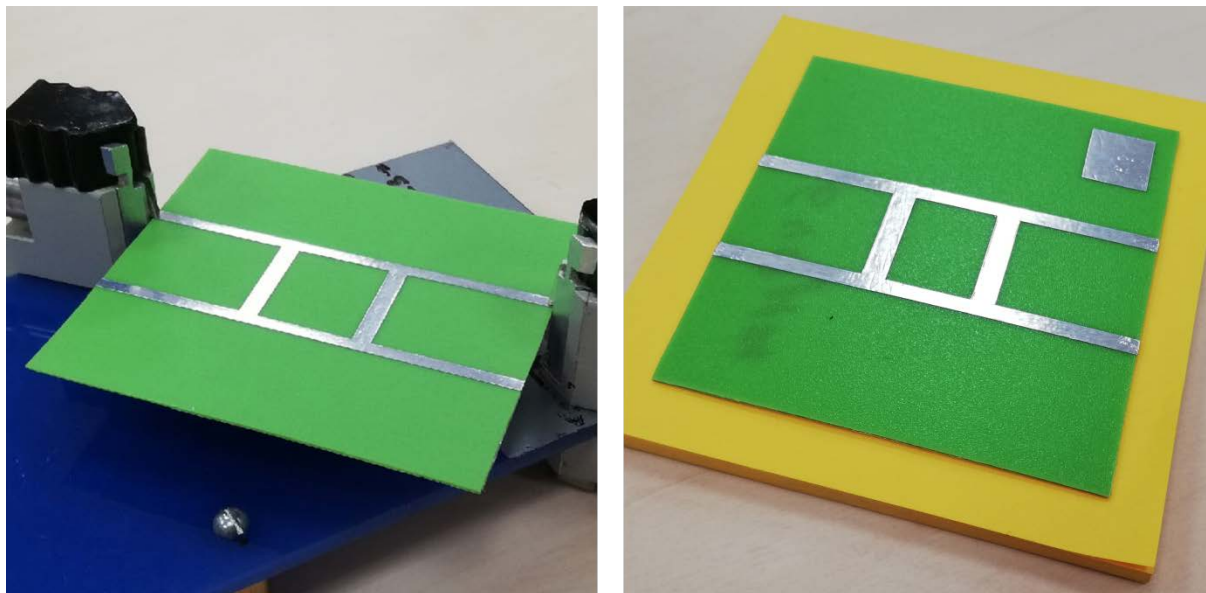


Рис. 1. Модели делителей с центральной частотой 2 и 3 ГГц соответственно

Делитель на 2 ГГц с согласованной нагрузкой показал хороший результат по ослаблению на симметричных выходах: -3.1 дБ с шириной полосы около 600 МГц (рис. 2). При этом развязка выходов в полосе имеет неудовлетворительное значение -5 дБ (рис. 2). Достаточный уровень развязки достигается только в очень узкой полосе, что приводит к выводу, что данное изделие будет развязано по выходу только на определённой частоте.



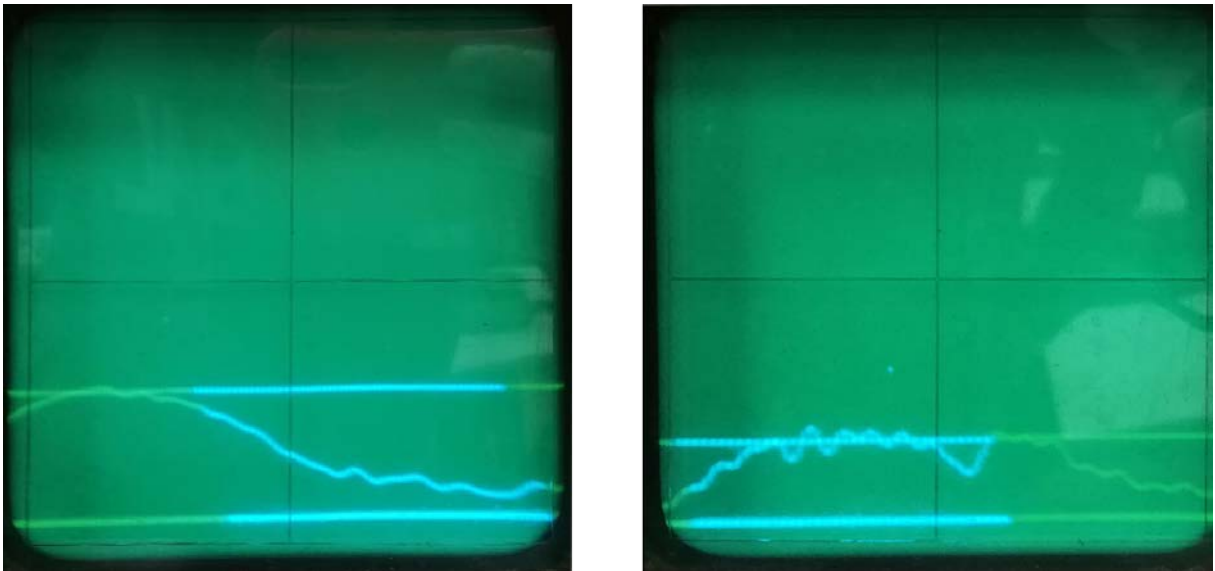


Рис. 2. Ослабление на выходе при согласованной нагрузке на интервале 1.9 – 4 ГГц и развязка по выходу делителя 2 ГГц соответственно

Делитель на 3 ГГц при согласованной нагрузке показал неудовлетворительный результат -2 дБ ослабления в полосе порядка 450 МГц, а также достаточную развязку только в определённых, отличных от необходимых, частотах, как и в предыдущем варианте (рис. 3). Развязка выходов на предполагаемой рабочей частоте составила -1.1 дБ.

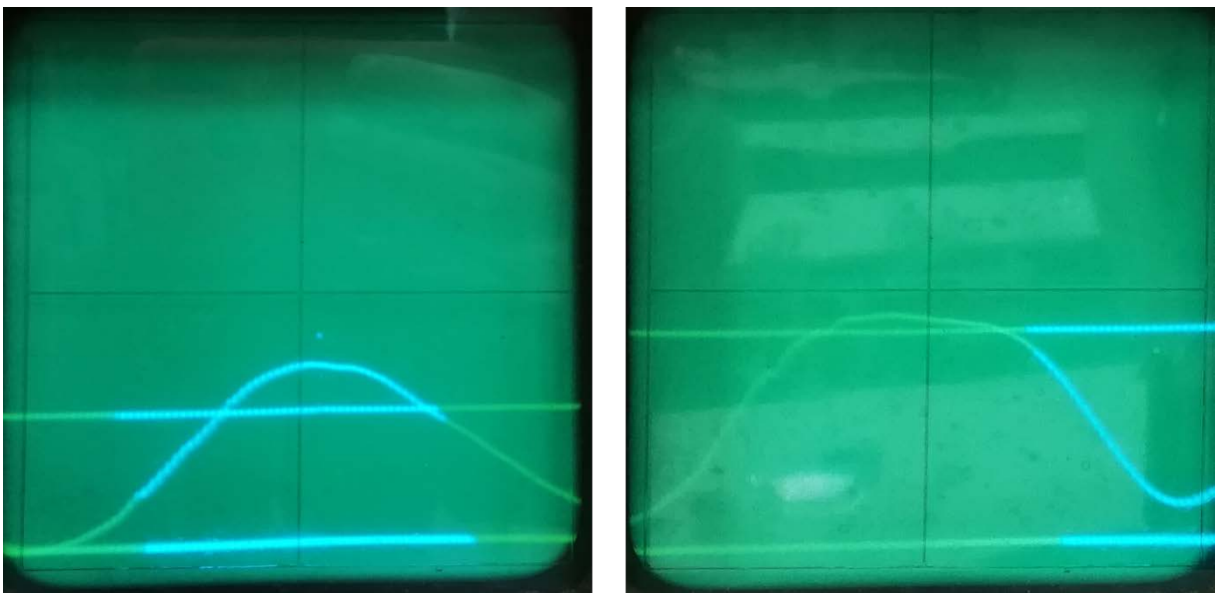


Рис. 3. Ослабление на выходе при согласованной нагрузке на интервале 1.9 – 4 ГГц и развязка по выходу делителя 3 ГГц соответственно

При исследовании соседнего выхода на делителе 3 ГГц, была обнаружена несимметричность характеристик (ослабление -2.1 дБ).

Следует отметить, что данные делители были спроектированы и созданы в лаборатории СПбГУТ без применения промышленных технологий и в качестве макетов выполнили свою функцию. Расчёт квадратурного моста достаточно изучен, но практическая часть его создания остаётся довольно

сложной процедурой. При исследовании данных делителей были сделаны выводы о необходимости углублённого изучения улучшения развязки выходов. Это предполагается возможным при помощи изменения геометрии делителя, оставляя заложенный в него принцип работы.

С другой стороны, является целесообразным опробовать другие модели делителей с задерживающей четвертьволновой линией на одном из выходов. Данные решения могут привести к улучшению развязки выходов делителя и получения стабильного показателя ослабления при изготовлении макетов в лаборатории, а также расширению рабочей полосы частот.

**Список используемых источников:**

1. Сурков Э., Филин В.А. Разработка компьютерной модели и исследование транзисторного СВЧ усилителя по схеме Догерти // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций

**Секция 1.2.**  
**Подвижная связь и радиодоступ**

## АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА В СЕТЯХ 5G NR/LTE

**И.А. Архипов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*5G-это следующее мобильное поколение, которое уже внедряется в некоторых странах. Ожидается, что он произведет революцию в нашем обществе. В связи с этим встает вопрос о загруженности частотного спектра, поскольку это ограниченный и дорогостоящий ресурс. Данной работа посвящена анализу концепции динамического распределения спектра между LTE и 5G NR.*

### ***DSS, 5G NR, сотовая связь, мобильные сети, LTE, eMBMS***

Основное внимание LTE было направлено на увеличение скорости передачи данных, в то время 5G сосредоточит внимание не только на предоставлении экстремальной мобильной широкополосной связи, но и в области критически важной машинной связи и массовой машинной связи. Основные проблемы систем 5G будут заключаться в увеличении скорости передачи данных, сокращении задержек и увеличении пропускной способности, эффективности использования спектра и энергоэффективности сети, что будет необходимо для различных сценариев применения .

Одной из серьезных проблемой систем 5G является доступный частотный спектр. В настоящее время спектр, используемый для мобильной связи, находится в диапазоне от 300 МГц до 6 ГГц [1]. В связи с тем, что большая его часть полностью насыщена, необходимо учитывать новые полосы частот выше 6 ГГц [2]. Следовательно, ожидается, что системы 5G NR будут использовать полосы частот выше 6 ГГц, достигающие до 300 ГГц. Таким образом, основной частотный спектр, используемый для систем 5G, может находиться в лицензированных, общих и нелицензированных диапазонах.

Так как, частотный спектр является дефицитным и ограниченным ресурсом, который является важным фактором в системах мобильной связи, а также связанных с этим затрат для Оператора мобильной связи. Для упрощения развертывания сети радиодоступа 5G с целью предоставить услуги нового поколения связи в диапазонах спектра LTE можно воспользоваться технологией динамического перераспределения частотного спектра DSS (dynamic spectrum sharing) [4]. Она может принести большую выгоду операторам мобильных сетей, открыв путь к сетям 5G без реорганизации спектра LTE или покупки спектра 5G. Применение технологии DSS возможно с помощью программного обновления на существующих базовых станциях. Суть концепции 5G заключается в обеспечении одной сети для поддержки разных сценариев, к которым

относится расширенная мобильная широкополосная связь (enhanced mobile broadband, eMBB), массовые машинные коммуникации (massive machine-type communications, mMTC) и предоставление высоконадежного соединения с очень низкой задержкой передачи данных (ultra-reliable ultra-low latency communications, URLLC) [3].

Решение предназначено для оказания помощи операторам в краткосрочном развертывании услуг 5G с использованием уже используемого спектра LTE. Он не предназначен для обеспечения существенной производительности, поскольку для этого потребуется новый выделенный спектр для NR, но для обеспечения покрытия, снижения затрат и повышения эффективности использования спектра для оператора. Ниже (Рис.1) технология DSS с LTE и NR, использующими одну и ту же полосу частот, по сравнению с использованием двух отдельных полос для каждой технологии.



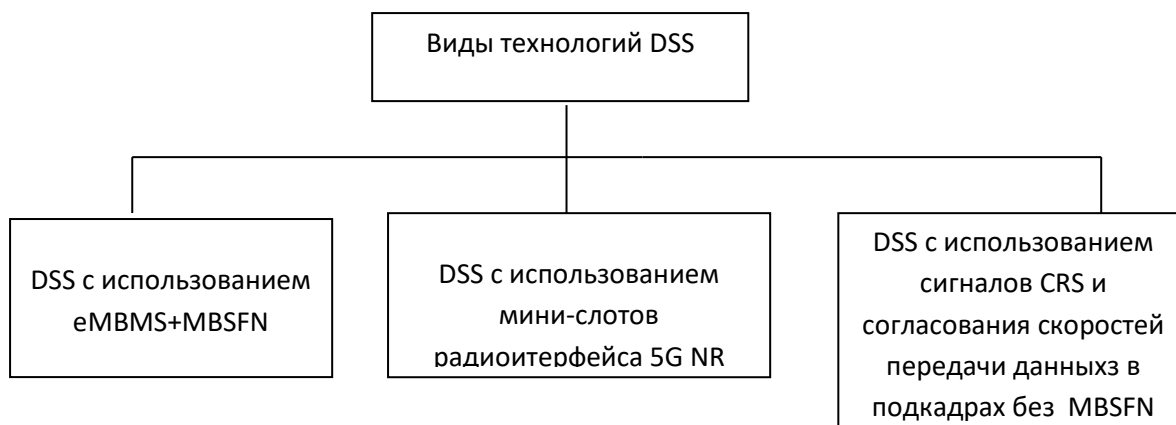
Рис.1. Спектр технологии DSS в сравнении с отдельными выделенными полосами для NR и LTE [1]

Совместное использование спектра основано на гибкости физического уровня и том факте, что в сети LTE все каналы назначены в частотно-временной области. Таким образом, гибкость радиointерфейса 5G NR может использоваться для опорных сигналов, обеспечивая динамическую конфигурацию и минимизируя конфликты между NR и LTE во время одновременной передачи данных. Ведущие производители мобильных устройств проявили огромный интерес к разработке решений для динамического совместного использования спектра (Таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. [3]

Ведущие производители	Название решения технологии DSS
Ericsson	ESS—Ericsson Spectrum Sharing
Huawei	CloudAIR
MediaTeck	Dimensity 1000
Nokia	Dynamic Spectrum Sharing (DSS)
QualComm	Snapdragon X60
Samsung	DSS
ZTE	SuperDSS/Magic Radio Pro

Так же производители оборудования рассматривают реализацию трех вариантов построения технологии DSS [3].



Первый вариант режима DSS основана на использовании частотно-временных блоков многоадресной ширококвещательной одночастотной сети MBSFN LTE для передачи данных 5G как услуг ширококвещания eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Services) в сценарии «точка-многоточка».

Общая идея использования частотно-временных блоков одночастотной сети MBSFN состоит в том, что в конкретных субкадрах внутри кадра LTE резервируют последние 12 символов OFDM (1-й и 2-й символы используются для передачи опорных сигналов соты CRS и данных физического канала управления на линии «вниз» - PDCCH), чтобы они были свободны от передачи других данных. (Рис. 2)

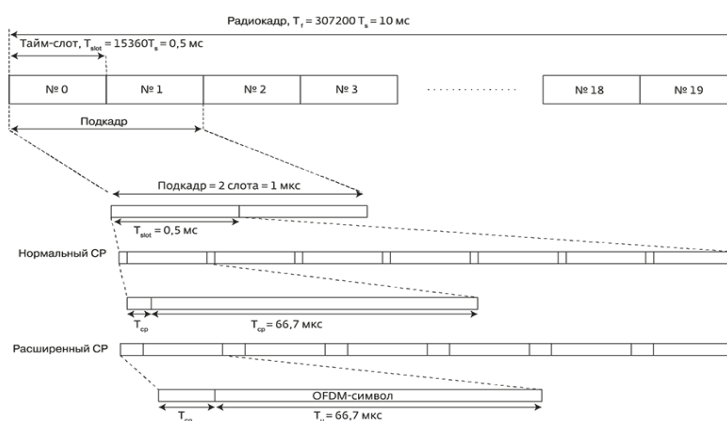


Рис.2. Структура кадра LTE для частотного дуплекса (FDD) [3]

Эти OFDM-символы изначально предназначались для использования под ширококвещательные услуги и «отключены» для передачи других данных. Данная идея была применена в технологии DSS. При этом зарезервированные символы используются для передачи сигналов радиоинтерфейса 5G вместо сигналов eMBMS сети LTE.

Использование субкадров сети LTE, зарезервированных для услуг многоадресной ширококвещательной сети передачи данных (MBSFN), для



передачи данных сети 5G является самым простым способом внедрения технологии DSS в совмещенной сети 5G/LTE.

Хотя в общем случае физический канал управления в линии «вниз» (PDCCH) LTE может занимать от одного до трех символов OFDM (с учетом загрузки соты), первые два символа OFDM такого субкадра сети MBSFN используются для физического канала управления в линии «вниз» LTE, а режим DSS для сети 5G может задействовать третий символ.

Основной недостаток опции 1 DSS - то, что, если субкадры многоадресной широкополосной одночастотной сети MBSFN используются для динамического частотного шеринга очень часто, этот процесс отнимает частотновременные ресурсы у абонентов сети LTE, значительно снижая пропускную способность этой сети радиодоступа.

Второй вариант режима DSS основана на использовании «мини-слота» LTE. Планирование минислотов доступно также и в радиоинтерфейсе 5G для приложений URLLC, которые требуют чрезвычайно низкой сквозной задержки и высокой надежности связи. OFDM-символы LTE могут быть размещены в любом месте внутри кадра 5G, как показано на рис.2. Такая передача данных называется «передачей в мини-слотах» [9].

Работа мини-слотами в режиме DSS попросту исключает использование символов, содержащих LTE CRS, и планирует только свободные символы для передачи 5G NR. Основным ограничением применения Опции 2 является то, что у приложений eMBB слишком много ресурсов находится за пределами управления со стороны планировщика 5G NR.

Последний вариант из рассматриваемых режима DSS, основан на согласовании скорости передачи опорных сигналов соты CRS в субкадрах без использования MBSFN. Ожидается, что именно эти сигналы будут наиболее часто применяться для каналов передачи данных радиоинтерфейса 5G.

В данном варианте абонентское устройство UE выполняет исключение (режекцию) ресурсных элементов (RE), используемых опорными сигналами соты CRS LTE, так что планировщик радиоинтерфейса 5G знает, какие ресурсные элементы RE недоступны для планирования данных радиоинтерфейса 5G по каналу PDSCH (совместный физический канал линии связи «вниз»).

В последнем варианте неавтономный сценария NSA происходит при двойном подключении E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) - 5G NR Dual Connectivity (EN-DC) несущая радиоинтерфейса LTE служит для привязки мобильности базовой станции Master Node (мастер-БС), в то время как несущая радиоинтерфейса 5G обеспечивает расширенную услугу передачи данных и служит в качестве Secondary Node (вторичной БС) [3].

Для моделирования можно использовать среду MATLAB со встроенными расширениями , LTE Toolbox и 5G Toolbox [7], симуляторы: Vienna 5G [8], Simu5G [9] на платформе OM|Net++, 5G-air [10].

Таким образом, выполненный анализ показывает преимущества и влияние использования технологии DSS в системе связи LTE-NR. Внедрение технологии динамического частотного шеринга (DSS) для первоначального развертывания 5G NR в условиях дефицита частотного ресурса позволит ускорить развертывание таких сетей в уже выделенных операторам частотных каналах сети LTE в диапазонах частот 1800/2100/2600 МГц.

**Список используемых источников:**

1. Гордан Барб, Флорин Алекс, Мариус Отестян. Динамическое совместное использование спектра для будущих сетей LTE-NR [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8235763/> (дата обращения 10.11.2020).
2. В.О. Тихвинский. Динамическое управление радиочастотным ресурсом сетей 5G для различных видов доступа к РЧС [Электронный ресурс] // URL: <https://niir.ru/wp-content/uploads/2020/03/71-Тихвинский.pdf> (дата обращения 15.11.2020).
3. В. Тихвинский, В. Уродливченко, В. Кетат, А. Фролов. Проблемы и особенности использования динамического частотного шеринга в сетях 5G/LTE [Электронный ресурс] // электрон. научн. журн «Первая миля» № 1, 2021. URL: [http://www.geyser-telecom.ru/rus/about/publications\\_full/publikacii/1mile\\_2021/](http://www.geyser-telecom.ru/rus/about/publications_full/publikacii/1mile_2021/)
4. Динамическое перераспределение частотного спектра DSS. [Электронный ресурс] URL: <https://das-elektro.de/dinamicheskoe-pereraspredelenie-chastotnogo-spektra-dss>
5. В.Г. Скрынников, Д.А. Пальцин, Е.Е. Девяткин. Особенности оценки условий ЭМС для сетей 5G/INT-2020 [Электронный ресурс] URL: <https://niir.ru/wp-content/uploads/2020/03/52-Скрынников-Девяткин-Пальцин.pdf>
6. 5G NR [Электронный ресурс] // URL: [https://ru.abcdef.wiki/wiki/5G\\_NR](https://ru.abcdef.wiki/wiki/5G_NR)
7. 5G Toolbox [Электронный ресурс] // URL: <https://exponenta.ru/5G-Toolbox>
8. Vienna 5G Simulators [Электронный ресурс] // URL: <https://www.nt.tuwien.ac.at/research/mobile-communications/vccs/vienna-5g-simulators/>
9. Simu5G [Электронный ресурс] // URL: <http://simu5g.org/>
10. 5G-air-simulator [Электронный ресурс] // URL: [https://telematics.poliba.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=310&Itemid=382&lang=en](https://telematics.poliba.it/index.php?option=com_content&view=article&id=310&Itemid=382&lang=en)

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОТОКОВОГО ВИДЕО В СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

А.А. Баранов, А.А. Зайченко

Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Сегодня наблюдается активный рост видеотрафика в телекоммуникационных системах, в том числе и в системах мобильной связи. Это приводит к необходимости адаптации существующих сетей для передачи видеоконтента. Качество обслуживания является важным вопросом для любой телекоммуникационной сети. Зрительное восприятие видеотрафика – сложный и часто субъективный процесс, зависящий от множества факторов, таких как содержание, вовлечённость и другие, поэтому для оценки качества получаемого конечным пользователем потокового видео необходимо использовать параметры, отражающие качество предоставляемого контента. Для определения этих параметров существуют различные способы, такие как радиоизмерения, анализ качества доставки видео интернет-сервисами. В данной статье представлен обзор методов оценки показателей качества передачи потокового видео в сетях мобильной связи.

### QoE, сотовая связь, мобильные сети, радиоизмерения

Для оценки качества услуг сетей мобильной связи, получаемого конечным пользователем, технические службы компаний операторов используют различные способы. В первую очередь это статистические опросы и анализ обращений абонентов в службу технической поддержки. Данные инструменты позволяют получить интегральную оценку общей удовлетворенности клиентов услугами, которую принято называть QoE (Quality of Experienc), т.е. «качество восприятия». Рисунок 1 иллюстрирует влияние различных факторов на качество восприятия потокового видео.



Рис. 1. Факторы, определяющие QoE

Очевидно, что оптимизация параметров сети на основании анализа QoE позволяет повысить лояльность абонентов. В свою очередь довольно абстрактное понятие QoE тесно связано с такими понятиями как качество

обслуживания (QoS – Quality of Service) и ключевые показатели качества (KPI – Key Performance Indicators). Именно KPI позволяют оператору определить технические причины снижения качества обслуживания. Для оценки KPI используются анализ сетевой статистики и радиоизмерения.

Радиоизмерения проводятся с целью сбора данных для анализа качества работы сети, её производительности и покрытия, оценки ключевых параметров отдельных сессий. Как правило, инструменты мониторинга позволяют проводить как драйв-тесты, то есть сбор данных вне помещений, так и тесты в indoor-средах. Для этого современные системы мониторинга поддерживают работу как со сканерами, так и со смартфонами, также есть возможность комбинировать эти инструменты для получения более полной картины состояния сети. Сначала проводятся измерения основных параметров сети (битовой скорости, QCI, BLER, пропускной способности) и их фиксация для последующего анализа [1]. На сегодняшний день используются разные инструменты мониторинга мобильных сетей связи, такие как TEMS Investigation, R&S ROMES, Nemo и др. Далее возможно проведение обработки полученных данных (например, при помощи таких анализаторов как TEMS Discovery, R&S®TSMW, Nemo Analyze и других) [2]. Рассмотрим KPI, влияющие на QoE потокового видео более подробно

Просмотр потокового видео начинается с команды пользователя о начале загрузки видео. Пользователь заинтересован в минимизации времени между подачей команды и началом просмотра, поэтому целесообразно оценить такой параметр как Service Access Time – время доступа к сервису, то есть время до получения первого пакета.

Стоит отметить, что получение пакета может не произойти. Это может быть связано с недоступностью сервера, потерей сигнала и т.п. Данная ситуация оценивается параметром Service Non-Accessibility – недоступность сервиса (%), то есть вероятность того, что первый пакет данных RTP потока не может быть принят телефоном по запросу пользователя.

Между получением первого пакета и началом воспроизведения видео тоже может пройти какое-то время. Это время оценивается параметром Reproduction Start Delay – задержка начала воспроизведения.

Нельзя не учесть случаи неудачного воспроизведения потока. Их количество позволяет оценить показатель Reproduction Start Failure Ratio – коэффициент отказа при запуске воспроизведения.

После начала передачи видео также могут происходить события, приводящие к прекращению просмотра видео. Такие события оцениваются Reproduction Cut-off Ratio – коэффициентом отсечения воспроизведения.

При успешном воспроизведении видео качество потока оценивается с помощью алгоритма VSQI. Данный алгоритм позволяет оценить передачу как аудио, так и видео.

Рассмотрим подробнее, какие факторы влияют на восприятие потокового видео, рассмотрев этапы загрузки и воспроизведения видео [3]. После получения команды пользователя о начале загрузки видео и установления соединения начинается буферизация. В этом состоянии воспроизведение видео не происходит – происходит накопление данных.

Пользователь готов терпеть некоторую начальную задержку, однако чем дольше она длится, тем ниже показатель VSQI.

После начала воспроизведения VSQI резко повышается и быстро возвращается к наивысшему достижимому уровню. Параллельно воспроизведению происходит загрузка новых данных (наполнение буфера). Этот процесс должен происходить не медленнее опустошения буфера, иначе произойдет опустошение буфера и воспроизведение видео будет приостановлено (плеер вернется в состояние буферизации). В данном случае VSQI резко ухудшается, причём чем чаще происходит приостановка, тем быстрее падает значение VSQI.

После продолжения воспроизведения VSQI быстро возвращается к наилучшему значению, даже если до этого он был минимальным.

Описанное изменение VSQI при возникновении событий во время просмотра потокового видео является динамическим методом оценки VSQI, статический VSQI почти не используется при оценке потокового видео.

Перечисленные выше параметры зависят от состояния сети мобильной связи. Для того, чтобы обеспечивать высокое качество обслуживания пользователей необходимо контролировать сетевую статистику – обеспечивать требуемую скорость передачи данных, необходимую пропускную способность, минимизировать потери пакетов. Минимальные показатели части параметров зависят от используемой технологии и протокола передачи (HTTP или FTP); от используемого кодека – пропускная способность мобильной сети связи ограничена, поэтому видео необходимо сжимать, сохраняя при этом приемлемое качество, а также от видео-плеера [4]. В таблице 1 представлены рекомендованные ETSI [5] предельно допустимые значения характеристики передачи трафика по сети для потокового видео в соответствии с идентификатором качества обслуживания QCI.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики передачи трафика по сети для потокового видео

Параметр	Значение
QCI	7
Тип ресурса	nonGBR
Приоритет	6
Бюджет задержки пакетов	100 мс
Частота потери пакетов из-за ошибок	$10^3$

Одним из самых популярных на сегодняшний день сервисом доступа к потоковому видео является Youtube. Данный сервис работает по протоколу HTTP [6] используя технологию DASH. Видеоконтент передаётся по стандарту MPEG-DASH. Для описания связи битовой скорости с рекомендованным расширением и частотой кадров используют параметр репрезентация. Рекомендуемые сервисом YouTube характеристики битовой репрезентации для различных устройств (стационарных и мобильных), а также для разрешения экрана приведены в таблице 2. Более низкая скорость для мобильных устройств по сравнению со стационарными устройствами обусловлена, главным образом, размерами экрана.

ТАБЛИЦА 2. Характеристики битовой репрезентации (рекомендации YouTube)

Прогрессивная развёртка	Битовая скорость видео, Мбит/с		
	Стандартная частота кадров (24, 25, 30)	Высокая частота кадров (48, 50, 60)	Видео для мобильных устройств
2160p (4K)	35–45	53–68	13.5
1440p (2K)	16	24	6
1080p	8	12	3
720p	5	7.5	1.5
480p	2.5	4	0.7
360p	1	1.5	0.45
240p	–	–	0.25

Технологию передачи видео-данных зависит от интернет-сервиса, предоставляющего видео-контент. Для более эффективного взаимодействия между операторами и интернет-сервисами есть такие платформы, как, например, VIGO. VIGO позволяет собирать информацию о качестве доставки видео от разработчиков популярных сервисов и получать актуальную информацию о наличии проблем на сети.

Для оптимизации радиосети с целью качественной передачи потокового видео необходимо опираться на такие параметры как недоступность сервиса, время доступа к сервису, коэффициент отказа при запуске воспроизведения, задержка начала воспроизведения, коэффициент отсечения воспроизведения, качество потоковой передачи. Для оценки данных параметров возможно проведение радиоизмерений, а также мониторинг сетевой статистики. Необходимо учитывать также информацию о качестве доставки сети со стороны интернет-сервисов, обеспечивающих трансляцию видео.

#### Список используемых источников:

1. Руководство пользователя "TEMS Investigation", ascom, 2015, 1268 с.
2. ETSI TS 103 739 V1.4.1 (2021-10) Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Transmission requirements for wideband mobile wireless terminals (handset and headset) from a QoS perspective as perceived by user – European Telecommunications Standards Institute, 2021, 47 p.
3. Video Streaming Quality Measurement with VSQI [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.net/19462542-Video-streaming-quality-measurement-with-vsqi-technical-paper.html> (Дата обращения 23.11.2021)
4. Пастушок И.А. Обзор передачи и оценок качества восприятия видеоданных при использовании технологии адаптивной передачи видео по протоколу HTTP // Информационно-управляющие системы. 2017. № 3 (88). С. 75-88
5. ETSI TR 103 122 V1.1.1 (2012–11). Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS of connections from current technologies to LTE for delay sensitive applications – European Telecommunications Standards Institute, 2012, 44p.
6. Ameigeiras P., Ramos-Munoz J., Navarro-Ortiz J., Lopez-Soler J. M. Analysis and Modelling of YouTube Traffic // Transactions on Emerging Telecommunications Technologies. 2012. № 23. P. 360–377.



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СЕТЯХ 5G

**М.В. Головняк**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В связи с новыми потребностями, возникающими в автомобильном, железнодорожном и воздушном транспорте, сотовая связь становится неотъемлемой частью сложных транспортных систем. Это отразилось и в новых спецификациях 3rd Generation Partnership Project 5 Generation New Radio.*

*интернет вещей, 5G, прогнозирование QoS, New Radio, HST, TRP, MEC*

Недавние выпуски спецификаций 3GPP 5G New Radio (NR) содержат функции, которые обусловлены предоставлением услуг связи широкому набору отраслей, включая автомобильный, железнодорожный и воздушный транспорт. В настоящее время несколько новых функций вводятся и развиваются в NR, чтобы улучшить возможности 5G и обеспечить быструю, надежную и неограниченную связь для транспортной коммуникации. В этой статье будут рассмотрены наиболее важные характеристики и требования широкого спектра услуг, которые обусловлены желанием помочь транспортному сектору стать более устойчивым, безопасным и надежным. Эти требования будут поддерживаться как развивающимися, так и совершенно новыми функциями системы 5G NR, включая точное позиционирование, проектирование опорных сигналов для обеспечения работы нескольких точек передачи и приема, а также прогнозирование QoS.

### **Устройство архитектуры 5G.**

Для обеспечения совместимости между автомобилями, операторами мобильных сетей, разработчиками приложений и дорожной инфраструктурой несколько организаций по стандартизации предложили свои архитектуры. Хотя разработки 5G Automotive Association, 5G Alliance for Connected Industries and Automation, Automotive Edge Computing Consortium (AECC) и 3GPP, различаются в некоторых деталях, все они способствуют широкомасштабному развертыванию различных услуг автомобиль-облако (рис. 1) и обработке больших объемов сенсорных данных в режиме реального времени.

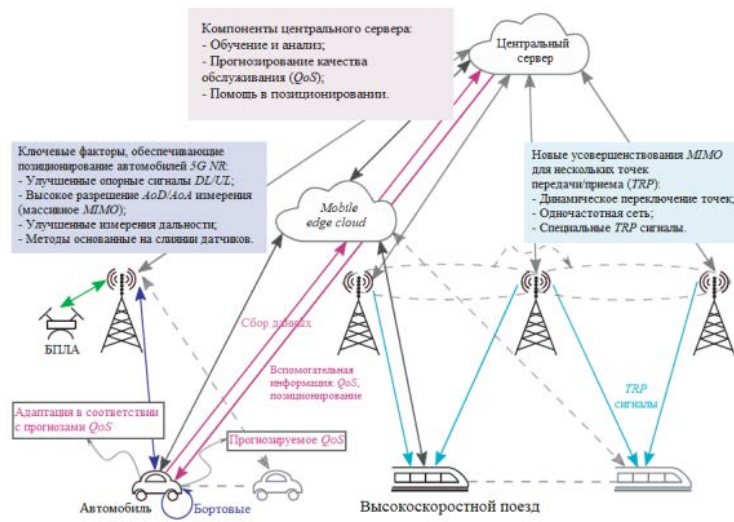


Рис. 1. Связь 5G с БПЛА, автомобилями и железными дорогами

Архитектура, предложенная АЕСС и частично принятая 3GPP, поддерживает иерархическую обработку данных, где данные могут обрабатываться локально, в системе транспортного средства, в облаке, а также на «граничных облаках» - Mobile Edge Cloud (MEC). MEC разгружают основные облака, выполняя тяжелые вычислительные задачи, а центральные сервера организуют выполнение различных задач и распределяют рабочую нагрузку между MEC и операторами мобильных сетей. Такая гибкость в обработке данных наряду с требованиями высокой мобильности и низкой задержки накладывает жесткие ограничения на протоколы как для облачных серверов, так и для транспортных средств, датчиков и устройств.

#### Алгоритмы улучшенной помощи позиционирования.

Применяемые в настоящее время схемы позиционирования обычно не отвечают требованиям к точности Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Таких как сбор картографических данных высокой четкости, обнаружение уязвимых участников дорожного движения, совместное маневрирование и телеуправляемое вождение, которые требуют точности позиционирования на уровне дециметра при высоком уровне стабильности [1]. Кроме того, точное позиционирование должно оставаться работоспособным даже в глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС) - проблемных зонах.

С появлением NR, в частности, в 16 версии, был представлен набор новых функций, позволяющих использовать передовые методы позиционирования. Эти функции включают новую и улучшенную версию сигнала восходящей (UL) и нисходящей (DL) линий связи, обеспечивающую большую полосу пропускания и формирования луча. Благодаря полосе пропускания шире, чем в LTE, можно достичь более высокой точности оценки дальности. В частности, в диапазонах миллиметровых волн, измерения угла прибытия (AoA) и угла отхода (AoD) могут быть достигнуты с помощью электрически больших, но физически небольших массивов. В результате, NR может значительно повысить точность позиционирования [2]. Для дальнейшего повышения вертикальной и горизонтальной точности и надежности позиционирования в проблемных с точки зрения ГНСС зонах,

предлагается объединить измерения, предоставляемые бортовыми инерциальными измерительными блоками (IMU), с измерениями, принимаемыми от нескольких базовых станций NR. Объединение местных измерений IMU с измерениями нескольких сигналов NR поможет достичь требуемой дециметровой точности.

Кроме того, высокоточные пространственные измерения облегчают использование передовых схем позиционирования, таких как SLAM. SLAM использует последовательные измерения для построения статистической модели и может достигать высокой точности, даже в экстремальных сценариях, используя измерения DL сигналов одной или нескольких базовых станций.

### **Дальнейшее усовершенствование MIMO для поддержки множества точек передачи и приема.**

Беспроводная связь в высокоскоростном поезде (HST) характеризуется сильно меняющимся во времени каналом и быстрой сменой ближайших к поезду точек передачи и приёма сигнала (TRP), что является следствием чрезвычайно высоких скоростей. Обеспечение высокопроизводительной связи для сотен пользователей поездов, движущихся со скоростью более 400 км/ч, при одновременном обеспечении сверхнадежной связи для служб управления поездом, требует новых решений по сравнению с типичными современными развертываниями на базе LTE [3]. Признавая эти проблемы, NR включает функции для обеспечения связи с HST [4]. Более того, несколько вариантов развертывания TRP и функции, разработанные в рамках общей структуры MIMO, могут быть использованы для поддержки связи с HST при минимизации необходимости переключений. Ожидается, что этот компонент технологии также будет играть очень важную роль в случаях использования БПЛА. Варианты использования нескольких TRP, которые наиболее актуальны для связи с HST, следующие:

- Динамическое переключение точек (DPS): Сигнал с данными передаётся с одного TRP за определенное время, а TRP, используемый для передачи, динамически выбирается на основе качества каналов между поездом и несколькими ближайшими TRP.

- Одночастотная сеть (SFN): Все TRP в зоне SFN передают поезду одни и те же данные и сигналы.

- SFN со специфическими для TRP сигналами: Одни и те же данные передаются с разных TRP, а некоторые сигналы передаются с учетом специфики TRP.

### **Прогнозирование QoS.**

Система NR QoS вместе с функциями такими как URLLC, успешно обеспечивает минимальную гарантированную производительность, особенно в контролируемых сценариях. Однако высокоомобильные UE обычно сталкиваются с изменчивостью производительности сети во времени, отчасти потому, что фактическое QoS часто превышает минимальный или гарантированный уровень, и частично потому, что система иногда не в состоянии выполнить QoS обеспечение.

Интересно, что во многих случаях, включая некоторые приложения C-ITS и ADAS, эти колебания производительности не являются проблемой,

если их можно предсказать заранее. Доступ к прогнозированию QoS в реальном времени вызвал большой интерес в автомобильной промышленности.

Несмотря на большие ожидания, прогнозирование QoS остается открытой темой для исследований. В значительной степени прогнозирование QoS рассматривается как приложение ML с широким набором данных, состоящим из измерений сети и устройств, а также данных приложений [5].

На практике различные типы информации могут быть собраны с разной периодичностью, временными рамками и точностью. Понимание значимости каждого из них является постоянной работой и будет играть важную роль в определении относительных достоинств и компромиссов различных вариантов архитектуры. В качестве первого шага к поддержке прогнозируемого QoS в мобильных сетях 3GPP усовершенствовал архитектуру системы NR в 16 версии для поддержки услуг, предоставляющих аналитику сетевых данных в основной сети 5G. С этой целью были определены интерфейсы прикладного программирования для предоставления прогнозов на основе сети и необходимые процедуры для сбора соответствующих данных аналитики от различных сетевых функций. Кроме того, были представлены процедуры предоставления аналитики, например, нагрузки, производительности сети, перегрузки данных, другим сетевым функциям. Алгоритмы, используемые для получения сетевой аналитики, не определены в спецификациях, и, как уже упоминалось, они являются темой текущих исследований.

Технология 5G NR была разработана для реализации различных сценариев использования, достижения широкого спектра показателей производительности и развертывания в традиционных и миллиметровых диапазонах частот. Стандартизированные функции первых релизов NR, в совокупности с алгоритмическими решениями способствуют развитию «умных» транспортных услуг.

Очертания будущих систем 6G уже начинают появляться. Ожидается, что высокоточное позиционирование в реальном времени в трех измерениях для высокоскоростных БПЛА будет играть важную роль в услугах городского воздушного транспорта, а схемы прогнозирования пропускной способности и доступности услуг на основе распределенных данных позволят создать новые сервисы для автомобильного и железнодорожного транспорта.

#### **Список используемых источников:**

1. System Architecture and Solution Development; High-Accuracy Positioning for C-V2X URL: [www.5gaa.org](http://www.5gaa.org) (дата обращения 21.10.2021);
2. Wymeersch H., 5G mmwave Positioning for Vehicular Networks, 2017. 86 с.;
3. Jamaly N., Delivering Gigabit Capacities to Passenger Trains: Tales from an Operator on the Road to 5G, 2019. 23 с.;
4. Noh G., Hui B., Kim I., High Speed Train Communications in 5G: Design Elements to Mitigate the Impact of Very High Mobility, 2020. 68 с.;
5. Raca D., On Leveraging Machine and Deep Learning for Throughput Prediction in Cellular Networks: Design, Performance, and Challenges, 2020. 18 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DTN В МАРШРУТИЗАЦИИ ВНУТРИ СПУТНИКОВОГО СЕГМЕНТА СВЯЗИ

**А.А. Захаров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Целью доклада является рассмотрение технологии DTN, которая обеспечивает передачу данных при длительном отсутствии связи между узлами. Рассмотрены специфики, достоинства и недостатки технологии. Отмечены технические вопросы, которые необходимо согласовать для реализации совместной работы наземного и космического сегмента. Рассмотрены также проблемы связи в космическом пространстве – динамичность сети, отсутствие постоянной связи между спутниками.*

### *группировка спутников, DTN-сеть, задержки*

В данной работе мы рассмотрим технологию DTN (Delay Tolerant Network), которая обеспечивает передачу данных при длительном отсутствии связи между узлами.

TCP и многие другие протоколы предполагают, что между отправителем и получателем существует постоянно функционирующий канал связи; если он отсутствует, протокол не работает и пакеты не доставляются. В некоторых сетях часто отсутствует сквозной путь. Например, рассмотрим сеть, такую как Межпланетная сеть (IPN), подробное описание которой приведено в [1], в которой спутники низкой околоземной орбиты попеременно находятся в пределах досягаемости и вне досягаемости наземных станций. Каждый спутник может общаться с этой наземной станцией только в определенное время. Два спутника не могут взаимодействовать ни напрямую, ни через наземную станцию, так как один из них всегда находится вне досягаемости этой наземной станции. Также в качестве примера сетей с непостоянным подключением можно привести следующие типы сетей [2]:

- Гидроакустическая связь;
- Армейские тактические сети;
- МАНЕТ;
- Сенсорные сети;
- VANET;
- Мобильные сети.

Технология DTN была разработана в 2002 году исследовательской группой Комиссии IETF. Основной целью создания этой технологии является - развитие технологий передачи данных в космическое пространство [2]. Космическим сетям приходится иметь дело с прерывистой связью, и у них очень большие задержки. Кевин Фолл отметил, что идеи, применимые к таким межпланетным сетям, вполне подходят для наземных сетей, в которых распространена прерывистая связь между узлами (Фолл, 2003). Эта модель

является обобщением Интернета, в котором возможны задержки связи и временное хранение данных.

НАСА и Европейское космическое агентство успешно использовали новый интернет-протокол для управления небольшим роботом, расположен на Земле, с Международной космической станции [3].

Эксперимент проводил командир 33-й экспедиции на МКС Сунита Уильямс. Она использовала специальный портативный компьютер, разработанный в НАСА, а робот находился в Европейском центре космических операций в Дармштадт (Германия) и был изготовлен из деталей LEGO [3]. Беспроводные мобильные устройства, такие как сотовые телефоны, могут использоваться для отправки или получения информации в диапазоне связи.

Большинство различных типов сетей несовместимы друг с другом - передача данных возможна только внутри собственной сети, но не между такими сети. Каждая сеть имеет относительно схожие характеристики связи, такие как задержка соединения, подключение, изменение скорости передачи данных, частота ошибок, качество обслуживания. В отличие от Интернета, развивающиеся беспроводные сети подвержены длительным и переменным задержкам, произвольным длительным периодам отключения, и регистрируется высокий уровень ошибок.

Однако передача данных также возможна в сетях с переменной связью. Для соединения двух сетей требуется агент, который может быть "переводчиком" между протоколами сетей, взаимодействие которых невозможно, и действует как буфер для задержки несовместимой сети. В таких сетях данные задерживаются в узлах до тех пор, пока не появится рабочее соединение. Этот метод называется переключением. Сообщения и сети, основанные на этом принципе, называются Сетью с задержкой допуска (DTN) или Сетью с устойчивостью к распаду (DTN) [2].

Протокол DTN, как следует из его названия, обладает большей устойчивостью к отключению между узлами, чем обычный Интернет-протокол. Это достигается благодаря его способности временно накапливать данные.

"Эксперимент подтвердил возможность строительства новой инфраструктуры связи для отправки команд спускающемуся роботу с орбитального аппарата и получения от него изображений и других данных", - сказал заместитель администратора НАСА по связи и навигации. Бадри Юнес, добавив, что технология DTN может быть применена с Земли с использованием спутников в качестве ретрансляторов.

Технология DTN представляет собой сеть небольших сетей. Это наложение на сети специального назначения, включая Интернет. Первоначально DTN был разработан для межпланетного использования [4].

Космическим сетям приходится иметь дело с прерывистой связью с очень большими задержками. Эта (по сути) модель является обобщением Интернет, в котором происходит задержка связи и временное хранение

данных. Передача данных в таких сетях больше похожа на доставку сообщений электронной почты или письма обычной почтовой системы, чем коммутация пакетов на маршрутизаторе [2].

Модель DTN предлагает отказаться от одного из допущений, на которых основан современный Интернет, суть которого заключается в том, что в течение всего сеанса связи между отправителем и получателем существует сквозной путь. Когда это предположение не выполняется, классические интернет-протоколы не работают. Сети устойчивы к задержкам, обойти проблему отсутствия сквозного пути, используя архитектуру сообщений коммутатора. Кроме того, они адаптированы для передачи данных по каналам с высокими задержками и низкой надежностью. В терминологии DTN сообщение называется посылкой (bundle). Узлы DTN имеют устройства памяти только для чтения. Сообщения хранятся в них до тех пор, пока не будет активирован нужный канал; затем посылки отправляются. Каналы работают с перебоями. На маршрутизаторах в Интернете ожидание в очереди занимает несколько миллисекунд, в худшем случае секунды. В узлах DTN посылки могут быть храниться часами - пока автобус не прибудет в город, узел сенсорной сети не накопит солнечную энергию, необходимую для его работы, самолет не приземлится, спящий компьютер не проснется [2].

Маршрутизаторы DTN должны постоянно хранить информацию об одной (или нескольких) из следующих причин:

- Линия связи для передачи на следующий узел может быть недоступна в течение длительного времени;
- Один узел может передавать или получать данные намного быстрее или надежнее, чем другой узел;
- Только что переданное сообщение, возможно, потребуется быть повторно передано, если оно получено с ошибкой на следующем узле [4].

В космосе почти все движется и имеет длительные задержки (сотни минут в пределах нашей солнечной системы). Потенциально передающие узлы перемещаются по предсказуемым орбитам, так что их местоположение можно предсказать или получить временные графики их будущих положений и, таким образом, можно организовать их будущие сеансы связи. Запланированные контакты требуют синхронизации времени по всей сети DTN.

Рассмотрим следующий пример [2]. Источником посылок является один из спутников (на низкой околоземной орбите) международной компании LEO Система мониторинга стихийных бедствий, которая фотографирует Землю. Изображения должны прибыть в точку сбора данных. Но спутник имеет прерывистую связь с тремя наземными станциями. Двигаясь по орбите, он, в свою очередь, связан ими. Таким образом, спутник, наземные станции и пункт сбора данных являются узлами сети DTN. Для каждого контакта посылка (или часть посылки) передается на наземную станцию. Затем посылки доставляются в пункт сбора данных по транзитной наземной сети. На этом передача завершается [2].



Этот пример показывает второе отличие: узлы могут изменять свое местоположение вместе с пакетами, хранящимися в них, и это играет ключевую роль в доставке данных. Обычные сетевые маршрутизаторы не имеют функции перемещения и хранения пакетов в них. Чтобы описать все, что происходит в процессе перемещения посылки, используйте термин "прием-передача-отправка" ("store-and-forward") [2].

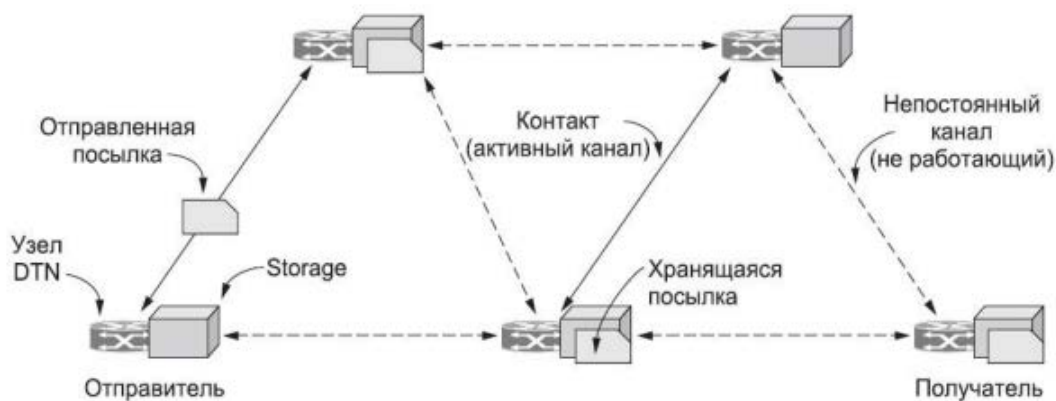


Рис. 1. Архитектура сети DTN

В этом примере основным преимуществом сетевой архитектуры DTN является тот факт, что она идеально подходит для ситуации, когда спутнику требуется хранить изображения в памяти, так как во время получения изображений соединение отсутствует. Кроме того, DTN имеет два других преимущества [2]:

- Во-первых, один контакт может быть слишком коротким для отправки всех изображений. Эта проблема решается легко: данные могут быть распределены между контактами с тремя наземными станциями.
- Во-вторых, канал между спутником и наземной станцией работает независимо от канала, соединяющего станцию и наземную сеть. Это означает, что скорость обмена данными между спутником и станцией не будет ограничено даже при медленных соединениях в наземной сети. Данные могут передаваться с максимальной скоростью. Пакет будет храниться станцией до тех пор, пока он не сможет быть передан в точку сбора данных.

Недостатком сетевой архитектуры DTN является то, что важный вопрос заключается в том, как найти выгодные маршруты через узлы. Построение оптимального маршрута зависит от архитектуры, которая описывает, как направления и время передачи данных. Некоторые направления можно узнать заранее [2].

В нашем примере движение небесных тел известно заранее, и поэтому время связи с наземной станцией известно заранее. Предположим, что связь с каждой наземной станцией длится от 5 до 15 минут и что пропускная способность нисходящей линии связи составляет 8 Мбит/с. С точки зрения информационных данных вы можете заранее планировать передачу посылок с изображения [2].

В случае "наземных" примеров контакты со станциями с меньшей вероятностью можно предсказать. Примером такой ситуации являются автобусы, которые регулярно курсируют между собой, но все же есть некоторые отклонения [2].

Другая проблема заключается в том, что контакты могут быть краткосрочные и происходят в любое время. Например, для передачи данных от пользователя к пользователю с помощью мобильного устройства, в котором передача посылок будет зависеть от того, что пользователи будут общаться друг с другом в течение дня. Когда контакты непредсказуемы, можно отправлять копии посылки по разным маршрутам в надежде, что один из них достигнет места назначения раньше срока службы [2].

#### **Список используемых источников**

1. Сайт проекта «Ipnsig» <http://www.ipnsig.org>
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети, 4-е издание // Computer Networks / Andrew S. Tanenbaum P. 435-439 // Санкт-Петербург: Питер, 2003
3. Сайт проекта «NASA» <http://www.nasa.gov/>
4. Forrest Warthman, Warthman Associates Delay- and Disruption-Tolerant Networks (DTNs) A Tutorial Version 2.0 // IPNSIG, 2012.

*Статья представлена научным руководителем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры радиосвязи и вещания Симоновой О.А.*

## INTERFERENCE REDUCTION BY APPLICATION OF ADAPTIVE ANTENNA ARRAYS IN 5G

I.A. Nikitin, E.P. Zheltova

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*This article investigates a relation between intrasystem interference level and antenna configuration in the ultra-dense 5G radio network. The simulation modeling results in heatmaps form demonstrate a significant improvement of signal-to-interference-plus-noise ratio by means of adaptive antenna arrays. The evaluation configurations as well as additional parameters for system-level simulation are given to maintain the relevance of results in establishment of interference level dependence on applied configuration of adaptive antenna arrays. The simulation model and established dependence make it possible to substantiate the configuration of antennas and submit the inter-site distance recommendations for base stations operating in 3D beamforming mode.*

### **5G, Beamforming, Antenna Array, MIMO, Massive MIMO**

At this time wireless technologies become a necessary component of our daily life having a big social and economic impact and inspiring our daily activities. Communication networks are used in various fields such as education, military, travel, emergency medical care, disaster recovery, parcel delivery etc. An increase in computing power and significant improvements in wireless technology made devices affordable and convenient [1].

A distinctive feature of 5G networks is ultra-dense distribution of transceivers (TRX) – base stations (BS) and user equipment (UE) with it is density up to one device per  $m^2$ .

Nokia expects traffic to be 10,000 times higher by 2030 than in 2010. To support such traffic demand future wireless networks must be extremely dense and multilayer. Cells and links densification leads to the emergence of ultra-dense radio access networks (UDN). In UDN a huge number of devices are located in close proximity to each other generating large volumes of traffic with different requirements and at the same time they must share the same radio resources [2].

Networks densification will inevitably provide ultra-high throughput and spectral efficiency. Creation of UDN means adding large number of smaller cells in a certain area that could previously be covered, e.g. with one macro cell as it is shown in Fig. 1.

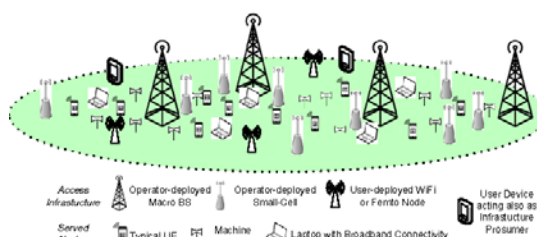


Fig. 1. Ultra-Dense Network

Setting up such networks based on existing standardized mobile communication technologies would mean dividing the area into very small cells. It leads to an exponentially increasing work of radio network planning engineers and at the same time an exponentially increasing number of handover signals in the network. Adding high-speed mobility increases drops and packet loss due to service disruptions dramatically.

UDN are characterized by a high probability of LOS (Line of Sight) between transceivers at a distance of up to several tens of meters and a high level of intrasystem interference due to the close distance between simultaneously operating transceivers.

To reduce interference and to increase the number of transmissions in Space Division Multiple Access (SDMA) mode in 5G networks unlike in previous generations networks it is planned widely to introduce adaptive 3D beamforming in DL (Downlink) and UL (Uplink) channels. The 3D Beamforming technology in Uplink has become implementable due to the ability to place antenna arrays in subscriber devices due to the transition to the millimeter range of radio waves [3].

In Antenna Arrays (AA) it is possible to move the main lobe of radiation pattern without mechanical movement of the array. AA are characterized by a high signal-to-thermal noise ratio in comparison with a single antenna. It is also has the ability to increase the signal-to-noise ratio by suppressing interference located in the same frequency band with the useful signal. The latter property of the antenna array is achieved by synthesizing a special shape antenna pattern with a low level of side lobes in certain/fixed directions to the sources of interference, or by automatically generating dips in the pattern in uncertain/unfixed directions to the sources of interference in Adaptive AA (AAA). An accuracy of the interference compensation depends on the interference power to noise ratio. The bigger is this ratio, the better is compensation degree.

To evaluate requirements for technological solutions, predefined test environments are used. The ITU-R M. Report containing the essential guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020 defines the Dense Urban-eMBB scenario for testing 5G macrocells in urban areas: an urban environment with a high density of users, walking and using transport, and a lot of traffic [4].

Macro BS are structured in a hexagonal three-transceiver layout. And in each zone of the macro layer, three small cells are randomly located, which is shown in Fig. 2.

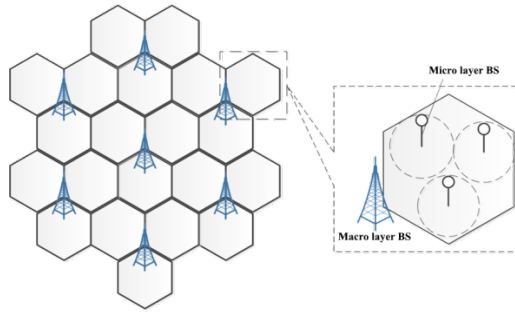


Fig. 2. BS layout

5G test environment recommendations use a scheme similar to the 4G test environment defined in Section 8.3 of ITU-R M.2135-1 [5] which is presented below. The simulation model consists of 19 macro layer BSs arranged in a hexagonal pattern, 3 cells per station. The distance between neighboring BS ISD (Inter-Site Distance) depends on the test scenario. For Dense Urban-eMBB environment the ISD is 200 m. The configuration of the model is shown in table 1.

TABLE 1. Evaluation configurations for Urban Macro-URLLC test environments

Parameters	Urban Macro-URLLC	
	Reliability Evaluation	
	Configuration A	Configuration B
Baseline evaluation configuration parameters		
Carrier frequency for evaluation	4 GHz	700 MHz
BS antenna height	25 m	25 m
Total transmit power per TRxP	49 dBm for 20 MHz bandwidth 46 dBm for 10 MHz bandwidth	49 dBm for 20 MHz bandwidth 46 dBm for 10 MHz bandwidth
UE power class	23 dBm	23 dBm
Percentage of high loss and low loss building type	100% low loss	100% low loss
Additional parameters for system-level simulation		
Inter-site distance	500 m	500 m
Number of antenna elements per TRxP <sup>1</sup>	Up to 256Tx/Rx	Up to 64 Tx/Rx
Number of UE antenna elements	Up to 8Tx/Rx	Up to 4Tx/Rx
Device deployment	80% outdoor, 20% indoor	80% outdoor, 20% indoor
UE mobility model	Fixed and identical speed $ v $ of all UEs, randomly and uniformly distributed direction	Fixed and identical speed $ v $ of all UEs, randomly and uniformly distributed direction
UE speeds of interest	3 km/h for indoor and 30 km/h for outdoor	3 km/h for indoor and 30 km/h for outdoor
Inter-site interference modelling	Explicitly modelled	Explicitly modelled
BS noise figure	5 dB	5 dB
UE noise figure	7 dB	7 dB
BS antenna element gain	8 dBi	8 dBi

UE antenna element gain	0 dBi	0 dBi
Thermal noise level	-174 dBm/Hz	-174 dBm/Hz
Simulation bandwidth	Up to 100 MHz Note: This value is used for SINR CDF distribution derivation	Up to 40 MHz Note: This value is used for SINR CDF distribution derivation
UE density	10 UEs per TRxP	10 UEs per TRxP
UE antenna height	1.5 m	1.5 m

For simulation modeling MATLAB SINR Map for a 5G Urban Macro-Cell Test Environment [6] is applied. It creates a test environment for dense urban ultra-wideband mobile communications (Dense Urban-eMBB) with macro cells and visualizes the SINR on a map. The environment is based on the guidelines defined by ITU-R [4].

To estimate the signal/(interference + noise) ratio (SINR) in Test Environment [6], the following assumption is used: each elementary area of spatial scale in the simulated area is served by the BS, the received signal of which is maximal in it, and the rest BS are sources of intrasystem interference. On the heat map, the SINR level is visualized in the range from -5 to 20 dB.

The model parameters are presented in Table 2.

TABLE 2. Dense Urban-eMBB

Parameters	Values
Central BS Latitude	59.902366
Central BS Longitude	30.487606
ISD	200m
Cell Sector Angles	30°, 150° и 270°
BS antenna height	25m
UE antenna height	1.5m
Tx Power	44 dBm
Bandwidth	20 MHz
Carrier Frequency	4 GHz
Rx Noise Figure	7 dB
Horizontal BS antenna pattern width	65°
Vertical BS antenna pattern width	65°
Max side lobes attenuation	30 dB
AA Configuration	4x4, 8x8, 16x16
Spacing between AA elements	$\lambda/2$
BS Antenna tilt power	12°

2. Antenna 3D directivity patterns for different configurations are shown in Fig.

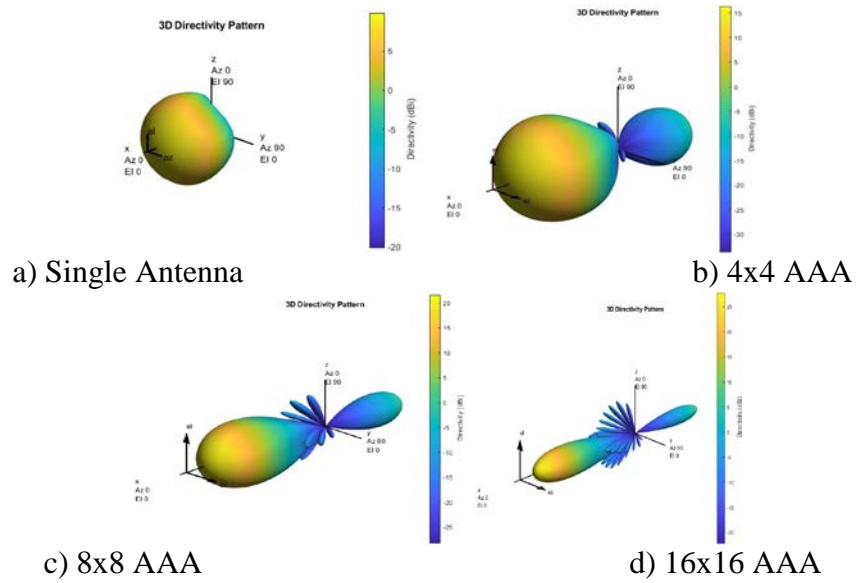


Fig. 2. 3D Directivity Patterns

The following images in Fig. 3 demonstrate SINR heatmaps for different antenna configurations.

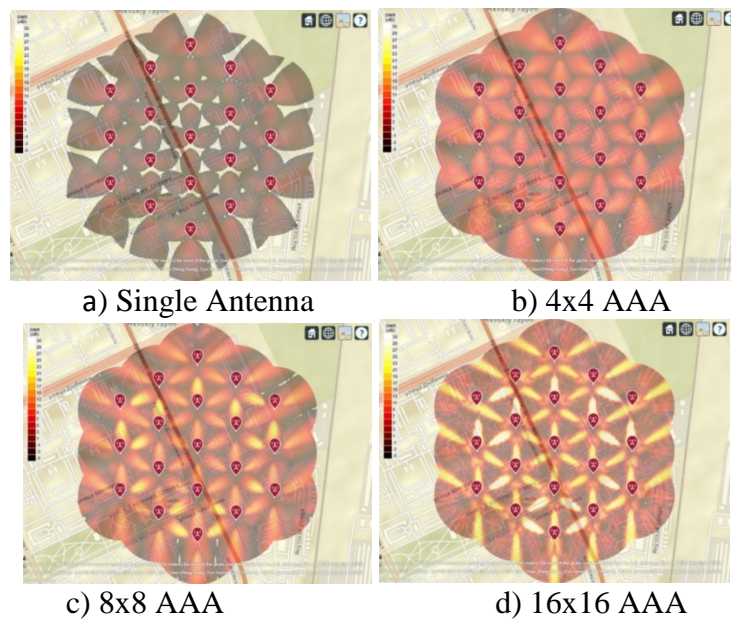


Fig. 3. SINR Heatmaps

Having analyzed the heatmaps, the following SINRs were obtained for the central BS. The results are presented in table 3.

TABLE 3. SINR Results

Antenna Configuration	SINR
Single	-2 dB
4x4 AAA	8 dB
8x8 AAA	15 dB
16x16 AAA	23 dB



Thus, the application of adaptive antenna arrays in 5G is sure to reduce interference. The simulation model and established dependence make it possible to substantiate the configuration of antennas and inter-site distance recommendations for base stations operating in 3D beamforming mode. Due to the visual analysis of heatmaps the following conclusions can be drawn:

- the signal / (interference + noise) ratio (SINR) when using AAA with Beamforming is higher than when using single antennas; for single antennas SINR does not exceed 1 dB;
- when diagramming, the area of positive SINR is determined by the AAA pattern and the azimuths of the reference directions of the sectors;
- with an increase in the number of radiating AAA elements, the level of intersystem interference decreases;
- depending on the AAA configuration, the SINR in the reference directions in comparison with single antennas can reach 25 dB.

#### **References:**

1. IMT Vision - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/recommendation.asp?lang=en&parent=R-REC-M.2083-0-201509-I> (дата обращения 15.11.2021).
2. Nokia Solutions and Networks. Ultra Dense Network (UDN) White Paper. 2016. 27 P.
3. Фокин Г. А. Оценка помех в сверхплотных сетях радиодоступа 5G с диаграммообразованием // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020 Том 8 № 4 С. 35–59. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-4-35-59.
4. Draft new Report ITU-R M.[IMT-2020.EVAL] - Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020.
5. Report ITU-R M.2135-1 - Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced.
6. SINR Map for a 5G Urban Macro-Cell Test Environment - MathWorks. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://se.mathworks.com/help/phased/ug/sinr-map-for-a-5g-urban-micro-cell-test-environment.html> (дата обращения 15.11.2021).

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ IoT ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

**С.А. Золотарева, Е.Е. Каранова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Люди с ограниченными возможностями сталкиваются с огромным количеством проблем, мешающим им вести полноценный образ жизни. Устройства Интернета вещей на базе различных технологий связи позволяют решить проблемы самостоятельности, контроля здоровья, социализации и бытовые трудности. В связи с этим возникает задача выбора технологий связи для конкретных решений в данной области.*

### **Интернет вещей, IoT, NB-IoT, Wi-Fi, 5G**

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения [1], миллиард людей в мире (около 15% от всего населения планеты) имеют инвалидность, которая ограничивает их участие в жизни общества. Люди с ограниченными возможностями имеют проблемы с передвижением, восприятием информации, совершением покупок, просмотром медиа источников и просто с взаимодействием с другими людьми, что ставит их в неудобное положение из-за их физических особенностей. В то же время активное развитие информационных и коммуникационных технологий позволяет значительно улучшить качество жизни людей с ограниченными возможностями и пожилых людей.

Одна из новых технологических тенденций, которая сегодня оказывает сильное влияние на общество – это Интернет вещей (IoT). IoT обеспечивает взаимосвязь всех физических вещей (цифровых объектов), которые представляют собой объединенные в сеть интеллектуальные устройства. Умные устройства способны воспринимать различные сигналы, чувствовать изменения окружающей среды и реагировать на них [2]. В данной работе рассмотрено несколько примеров применения IoT для решения ряда проблем людей с ограниченными возможностями (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Примеры применения решений IoT для людей с ограниченными возможностями

Причина возникновения ограничений для человека	Возникающие трудности	Решение проблемы
Отсутствие зрения	Сложность взаимодействия с окружающей средой и обществом	Умный помощник
Отсутствие слуха		Устройство распознавания звуков в доме
Аритмия сердца		Контроль работы сердца
Нарушения работы опорно-двигательного аппарата		Организация парковки для инвалидов

Устройство «Умный помощник» предназначено для людей с отсутствием зрения. Такое устройство, оснащенное датчиками, может координировать человека в пространстве, взаимодействовать с другими устройствами на основе IoT, распознавать голосовые команды и передавать звуковые сигналы владельцу устройства.

Что касается людей с частичной или полной потерей слуха, некоторые возникающие у них трудности можно решить с помощью устройств, распознающих звуки в доме (например, звонок в дверь или вода, которую забыли выключить). Это устройство может регистрировать внешние звуки в помещении, которые длятся в течение продолжительного времени, и передавать вибросигналы с сообщением о источнике звука владельцу.

Примером медицинского устройства IoT, является устройство контроля сердечного ритма и артериального давления. Данное устройство фиксирует показатели состояния человека, и, если его жизнь в безопасности, устройство продолжает работу в штатном режиме, а когда показатели не соответствуют норме, устройство передает сообщение в медицинскую организацию, и медицинский персонал принимает решение о необходимости оказания врачебной помощи человеку на основе полученных показателей. Такое устройство помогает предотвратить последствия опасного состояния человека, который не способен помочь себе сам.

С проблемой организации передвижения по городу тесно связана нехватка парковочных мест для инвалидов, особенно актуальная в больших городах. Соотношение мест для людей с ограниченными возможностями к количеству выдаваемых разрешений на бесплатную парковку по инвалидности, например, в Санкт-Петербурге составляет примерно 1 к 19. Таким людям выделяют лишь 10% от общего парковочного пространства. А на поиск свободного места на парковке уходит много времени и сил. Решением этой проблемы может стать внедрение системы умной парковки [7] на базе IoT с функционалом, доступным для людей с ограниченными возможностями.

Рассмотрим возможность реализации перечисленных устройств на основе различных радиотехнологий (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Технологии, на основе которых можно реализовать IoT

Технология	<b>NB-IoT</b>	<b>Wi-Fi</b> (a/b/g/n, ah)	<b>5G</b>
Скорость	до 250 кбит/с [3]	до 350 Мбит/с	10-25 Гбит/с
Задержка	<10 с	<20 мс	1-2 мс
Пропускная способность	~150 кбит/с [3]	до 20 Мбит/с [4]	20 Гбит/с «вниз», 10 Гбит/с «вверх»
Преимущества	Минимальное энергопотребление, широкая зона охвата, низкая задержка, хорошо показывает себя при передаче	Низкое энергопотребление, высокая скорость передачи данных, широкая зона охвата, легкое	Технологии MIMO/Massive MIMO обеспечивают высокую скорость передачи данных и

	слабонагруженного трафика	развертывание сети, может снизить нагрузку на мобильную сеть.	безопасность, высокая пропускная способность
Недостатки	Работает в полудуплексном режиме, поэтому не может принимать и отправлять данные одновременно, низкая безопасность, низкая помехоустойчивость, высокая скорость только при хорошем качестве связи.	Незащищенность всех версий протоколов, требует специализированных точек доступа.	Отсутствие сплошного покрытия. Высокая рабочая частота повышает уровень энергопотребления.

## 5G NR

Технология 5G обеспечивает максимально высокие скорости передачи данных и наиболее низкие задержки, что делают ее весьма привлекательной для разработчиков устройств IoT [5]. Однако в России в ближайшее время повсеместное внедрение технологий 5G вряд ли возможно. Очевидно, что отсутствие свободного частотного ресурса и неготовность операторов приобретать дорогостоящее оборудование с высоким энергопотреблением, при отсутствии высокого спроса на услуги 5G, не позволит в ближайшее время обеспечить сплошное покрытие. Поэтому с точки зрения решения проблем людей с ограниченными возможностями более целесообразно рассматривать технологии Wi-Fi и NB-IoT.

### Wi-Fi

Технология Wi-Fi позволяет реализовать работу устройств IoT, использующихся внутри зданий и требующих скорости передачи данных до 650 кбит/с при допустимых задержках до 20 мс. Так, например, датчик сердцебиения на основе мини-компьютера Intel Edison на базе ОС Yocto Linux, году поддерживает Wi-Fi 802.11 a/b/g/n в диапазонах 2.4 и 5 ГГц [5]. Также существуют устройства с поддержкой стандарта Wi-Fi 802.11 ah (Wi-Fi HaLow), разработанного в 2017 году. Он работает на частоте 900 МГц и позволяет обеспечить дальность связи до 1 км. Его низкое энергопотребление является преимуществом, позволяющим создавать большие группы станций или датчиков IoT. Дополнительное преимущество – более высокие скорости передачи данных (до 347 Мбит/с при максимальном использовании четырех пространственных потоков, использующих один канал шириной 16 МГц). Проблемой в данном случае является загруженность частотного диапазона 900 МГц в РФ.

### NB-IoT

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) – это стандарт для устройств телеметрии [2], предназначенный для передачи небольших объемов данных. Технология NB-IoT относится к семейству энергоэффективных сетей

дальнего радиуса действия LPWA (Low Power Wide Area) для приложений M2M (Machine-to-Machine) [2] и основана на технологии LTE.

Для решений IoT, функционирующих за пределами зданий, например, «Умной парковки» применение NB-IoT наиболее целесообразно [6] (рис. 1).

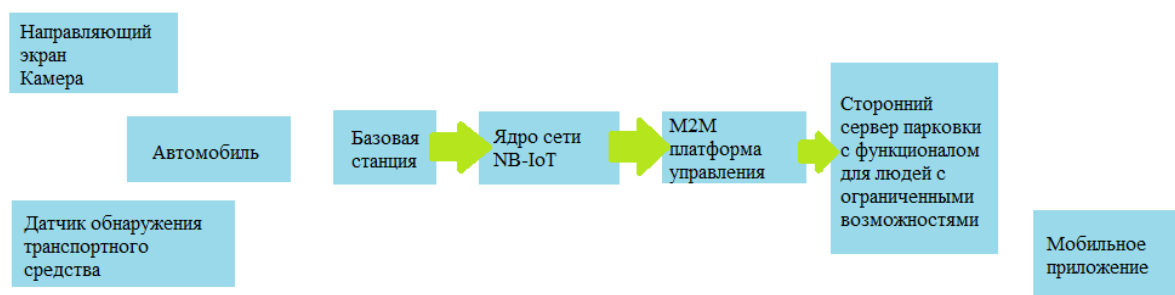


Рис. 1. Решение IoT «Умная парковка»

Система парковки включает в себя систему автоматической идентификации автомобиля на въезде, систему обратного поиска автомобиля, отображение статуса парковочного места, путеводитель по парковочным местам [6].

Базовая станция с поддержкой технологии NB-IoT позволяет терминалу получать доступ к беспроводной сети [2], собирает данные, сообщаемые терминалами, и пересылает данные в ядро сети NB-IoT. Платформа M2M обеспечивает управление терминалами для операторов M2M. Также используется сторонний сервер и мобильное приложение. Помимо этого, для развертывания интеллектуальной системы парковки необходим направляющий экран, установленный у въезда на парковку, который отображает и озвучивает количество свободных парковочных мест. Также необходима камера наблюдения, которая устанавливается на стоянке для мониторинга в реальном времени.

Схема устройства обнаружения транспортных средств представлена на рис. 2.

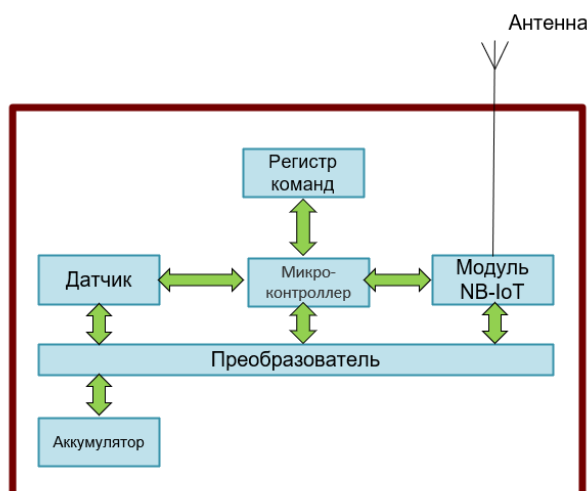


Рис. 2. Структурная схема устройства обнаружения транспортных средств

Непосредственно для обнаружения транспортных средств используются магнитные датчики, которые подключаются к микроконтроллеру. В качестве модуля NB-IoT можно использовать, например, модуль SARA-N2 [8]. Чувствительность приемного каскада модуля составляет -135 дБм (DL RF level, BLER MCS-1 < 10%). Максимальная выходная мощность передатчика соответствует классу Power Class 3 и составляет 23 дБм (UL BPSK/QPSK).

Проведенный анализ показал, что разработчики современных интеллектуальных систем для людей с ограниченными возможностями на базе IoT, преимущественно используют такие технологии беспроводной связи, как Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, радиочастотную идентификацию (RFID) и т.д. Но следует учитывать, что производительность технологий связи малого радиуса действия значительно ухудшается в условиях взаимных помех. Помимо этого, для сбора данных и доступа к сети Интернет необходимо использовать сетевые шлюзы, что увеличивает стоимость системы в целом. В то же время NB-IoT удовлетворяет ключевым требованиям IoT [9], таким как гибкость развертывания, низкая сложность устройств, длительный срок службы батареи, поддержка большого количества устройств в соте и широкая зона охвата. Эти преимущества позволяют рассматривать NB-IoT как наиболее подходящую технологию для разработки и реализации интеллектуальных систем с функционалом для людей с ограниченными возможностями.

#### **Список используемых источников:**

1. WHO, "Disabilities and rehabilitation," 2014.
2. Trend and Status of NB-IoT protocol in LTE-A. – Taiwan Association of Information and Communication Standards, 2016.—V.5—C.89-345.
3. Sakshi Popli, Rakesh Kumar Jha, Sanjeev Jain A survey on energy efficient narrowband Internet of Things (NB-IoT): Architecture, application and challenges. 2018. С. 6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2881533> (дата обращения 21.11.2021).
4. Петров В. И., Омётов А. Я., Андреев С. Д., Кучерявый Е. А. Исследование энергоэффективности технологии IEEE 802.11ah для передачи данных между автономными устройствами в контексте «Интернета вещей» // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 1. С. 4.
5. Sotirios K. Goudos, Panagiotis I. Dallas, Stella Chatziefthymiou & Sofoklis Kyriazakos A survey of IoT key enabling and future technologies: 5G, mobile IoT, semantic web and applications // Wireless personal communication. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-017-4647-8> (дата обращения 21.11.2021).
6. D. Shiva Rama Krishnan, Subhash Chand Gupta, Tanupriya Choudhury An IoT based Patient Health Monitoring System. 2018. С. 5. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICACCE.2018.8441708>.
7. Технология NB-IoT: интернет вещей в умном городе [Электронный ресурс] // URL: <https://teleofis.ru/blog/tekhnologii/tekhnologiya-nb-iot-internet-veshchey-v-umnom-gorode/> (дата обращения 20.11.2021).
8. Новая серия модулей ublox SARA-N2 для сетей NB-IoT [Электронный ресурс] // URL: <https://wireless-e.ru/radiomoduli/sara-n2/> (дата обращения 20.11.2021).
9. Перспективы внедрения технологии узкополосной передачи данных NB-IoT в сетях LTE [Электронный ресурс] // URL: <http://niitc.ru/upload/medialibrary/f6f/f6fc0533294b19bd88d5b5e8898c738a.pdf> (Дата обращения: 19.11.2021).

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЙ IoT

**М.Н. Косьянов, О.А. Симонина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В докладе рассмотрены технологии, используемые для реализации услуг IoT. Показано, что нормативно-правовая база Российской Федерации предполагает активное импортозамещение в области технологий беспроводного доступа и сетей малого радиуса действия. Предложено использовать технологию XNB для решений в населенных пунктах с высокой плотностью населения, а NB-Fi — для большей территории РФ.*

### **LPWAN, NB-IoT, NB-Fi, Стриж, XNB**

Развитие технологий беспроводной связи обуславливается потребностью в услугах различных категорий пользователей, как только физических лиц, заинтересованных в большом количестве мультимедиа-трафика, но и решений для промышленных производств. Технологии беспроводной связи LPWAN позволяют расширить возможности предприятий в рамках цифровизации. Рассмотрим решения как в лицензируемом диапазоне, так и в нелицензируемом. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества, в частности, нелицензируемый диапазон требует ограничений на дальность связи, что делает его привлекательным для использования в плотной городской среде. Отметим, что все рассмотренные в статье технологии являются узкополосными.

В лицензируемом диапазоне наиболее известным стал NB-IoT [1], основанный на решении 3GPP. Технологии нелицензируемого диапазона, такие как XNB (Стриж), NB-Fi, являются отечественными разработками.

Российскими компаниями «Стриж» и «WAVIoT» разработаны собственные протоколы XNB и NB-Fi, реализованные для собственного оборудования: базовых станций, LPWAN-модули, систем счетчиков и датчиков.

NB-IoT предложен 3GPP для обработки и сбора данных, предназначенных для интеллектуальных приложений с низкой скоростью передачи данных: автоматизация взаимодействия с покупателями, мониторинг окружающей среды и т.п. Данная технология поддерживает сверхнизкое энергопотребление, широкую зону покрытия и двунаправленный запуск между плоскостью сигнализации и плоскостью данных. NB-IoT использует повторную передачу данных и модуляцию низкого порядка, а в стандарте 3GPP определено количество повторных передач и режим модуляции для каждого канала [1].

Особенность NB-IoT заключается в том, что позволяет операторам работать с традиционными направлениями IoT: интеллектуальные системы



учета, отслеживания, промышленных систем автоматизации, систем «умный Город», системы электронного здравоохранения и других приложений M2M.

Технология NB-Fi разработанная компанией «WAVIoT» относится к радиосвязи LPWAN, позволяет реализовать задачи сбора и анализа данных пользовательских устройств с целью дальнейшего принятия решений [2]. NB-Fi обеспечивает связь между устройствами в труднодоступных местах на больших расстояниях в условиях плотной городской застройки, подходит для создания автоматизированных систем учета коммунальных ресурсов и диспетчеризации городской инфраструктуры, беспроводных систем для Промышленного Интернета вещей (IIoT), сельского хозяйства, систем мониторинга и сигнализации.

Ключевая возможность высокочувствительного приемника базовой станции NB-Fi – это способность принимать сигнал с низким SNR, вплоть до уровня полезного сигнала, не превышающего уровень шума. В базовых станциях применяются фильтры, позволяющие обеспечить высокий уровень динамического диапазона. Базовая станция NB-Fi в один момент времени может обрабатывать до тысячи каналов, в реальном времени оцифровывая всю полосу частот и одновременно принимая сообщения, отправленные на разных скоростях. Также NB-Fi обеспечивает эффективное использование радиочастотного спектра, что важно для радиосистем, работающих в условиях высокой степени занятости радиодиапазона. Рабочая полоса частот NB-Fi-устройств для восходящих сигналов (Uplink, от устройства к базовой станции) составляет 50 кГц, для нисходящих сигналов (Downlink, от базовой станции к устройству) – 100 кГц, т.е. только небольшую часть доступного диапазона. Технологию отличает высокий бюджет мощности, что немаловажно для работы в условиях плотной городской застройки.

Платформа «СТРИЖ» — готовое решение на базе LPWAN для сбора данных со счетчиков и датчиков в ЖКХ, промышленности и других отраслях [3]. В основе данной платформы лежит проприетарный протокол XNB (Extended Narrowband) — беспроводной узкополосный LPWAN-протокол, разработанный компанией «Стриж». XNB разработан для обмена данными устройств на больших распределенных территориях с минимальными затратами энергии, что делает его подходящим для построения масштабных беспроводных LPWAN-сетей в сложных городских условиях с количеством смартустройств от десятков тысяч до нескольких миллионов.

К преимуществам данной технологии можно отнести: быстрое развертывание сети; большой радиус действия сети: до 10 км в городских условиях и до 50 км на открытой местности; длительный срок автономной работы (до 10 лет); низкие затраты на внедрение — одна станция опрашивает все устройства без концентраторов и ретрансляторов; низкая стоимость решения — стоимость решения в 3-4 раза ниже чем у традиционных аналогов; высокая надежность — сеть работает по топологии «звезда» — устройства опрашиваются напрямую базовой станцией без промежуточного

оборудования. Базовая станция «СТРИЖ» способна одновременно обрабатывать до 5 000 каналов в 500 кГц диапазоне, ее емкость составляет до 1 000 000 устройств в сутки.

Результаты сравнительного анализа технических характеристик технологий LPWAN приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ технологий IoT

Параметр	<i>NB-IoT</i>	<i>NB-Fi</i>	<i>Стриж</i>
Топология сети	Звезда	Звезда, возможна Mesh	Звезда
Техника модуляции	на основе LTE	узкополосная связь	узкополосная связь
Модуляция	QPSK	DBPSK	DBPSK
Частоты	Лицензируемые LTE частоты	Нелицензируемые частоты 868,8 МГц	Нелицензируемые частоты 868,8 МГц
Ширина канала	200 kHz	50 Hz - 25600 Hz	100 Hz
Максимальная скорость	200 кбит/с	25 кбит/с	1 кбит/с
Двухсторонняя связь	полудуплекс	полный дуплекс для базовой станции, полудуплекс для устройств	полный дуплекс
Расстояние	1 км(город), 10 км(открытое пространство)	10 км(город), 40 км(открытое пространство)	10 км(город), 50 км(открытое пространство)
Шифрование	на основе LTE шифрования	“Магма”, 256 бит	Данные шифруются по ГОСТ, XTEA или AES (в рамках заданной длины пакета данных).
Адаптивное изменение скорости	Нет	Да	Да
Доступность в РФ	Импорт оборудования	Да, с 2019 года	Да, с 2014 года

Таким образом, для использования на территории Российской Федерации имеет смысл рассматривать технологию NB-Fi, так как 30-го декабря 2020 года Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций был опубликован приказ № 788 «Об утверждении перечня и спецификации защищенных протоколов передачи данных, которые могут быть использованы для организации информационного обмена между компонентами интеллектуальной системы учета электрической энергии (мощности) и приборами учета электрической энергии, которые могут быть

присоединены к такой системе» [4]. В данном Приказе был утвержден перечень стандартизированных протоколов, которые могут быть использованы для организации информационного обмена между компонентами системы учета электрической энергии и приборами учета электрической энергии, присоединяемых к такой системе. В данный перечень не вошел стандарт NB-IoT, который уже используется на территории РФ. В качестве альтернативы в перечне указана технология NB-Fi. Данная технология была выбрана так как низкая плотность населения на большей части РФ требует высокой энергоэффективности и дальности работы технологии IoT. При этом многие решения IoT, связанные с мониторингом, не требуют существенных пропускных способностей. Каждая из представленных технологий обладает своими преимуществами и недостатками, но, скорее всего, в будущем NB-Fi вытеснит конкурентов за счет поддержки Министерства цифрового развития и высокой адаптивности параметров.

**Список используемых источников:**

1. Standardization of NB-IoT completed - [Электронный ресурс]. URL: [https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1785-nb\\_iot\\_complete/](https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1785-nb_iot_complete/) (дата обращения 17.11.2021)
2. NB-Fi – стандарт для IoT [Электронный ресурс]. URL: <https://waviot.ru/technology/about-NB-Fi/> (дата обращения 17.11.2021)
3. XNB — энергоэффективный LPWAN-протокол дальнего радиуса действия - [Электронный ресурс]. URL: <https://strij.tech/protokol-xnb> (дата обращения 17.11.2021)
4. Приказ Минцифры России от 30.12.2020 N 788 "Об утверждении перечня и спецификации защищенных протоколов передачи данных, которые могут быть использованы для организации информационного обмена между компонентами интеллектуальной системы учета электрической энергии (мощности) и приборами учета электрической энергии, которые могут быть присоединены к такой системе".

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛЬНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА В СЕТЯХ СТАНДАРТА NEW RADIO

**А.А. Кузьмин, В.Е. Науменко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*Представлены главные отличия сети стандарта NR от сети стандарта LTE. Рассмотрены варианты размещения опорных сигналов демодуляции в частотной и временной областях радиоканалов NR. Приведены результаты расчетов максимальных сквозных скоростей без MIMO и дополнительной агрегации частотных полос при передаче вниз для сетей NR.*

***сеть NR, каналный ресурс, опорные сигналы DM-RS, пропускная способность***

Появление стандарта 5G обусловлено увеличивающимися требованиями к общей пропускной способности сети мобильной связи и быстрым развитием сетей интернета вещей. Сети стандарта New Radio имеют существенные отличия от сетей четвертого поколения.

Во-первых, LTE обеспечивает сквозной канал с гарантированными качественными характеристиками между входом в сеть оператора и абонентским устройством. Задача New Radio обеспечить сквозные соединения, то есть, канал между абонентским устройством и любым другим оконечным узлом.

Во-вторых, LTE – это жесткая структура, имеющая обязательный набор функциональных узлов. В New Radio имеем программно-ориентированную структуру, содержащую только те узлы, которые необходимы для обеспечения требуемой услуги.

Одним из главных отличий является ширина полосы радиоканала. В LTE она может достигать 20 МГц, а в стандарте NR 100 МГц или 400 МГц в зависимости от частотного диапазона.

Основное различие заключается в том, что в структуре NR каналный ресурс выделяют в виде ресурсных блоков на слот. В нисходящем канале PDSCH для синхронизации приема и для работы систем MIMO используют опорные сигналы демодуляции DM-RS, которые могут быть многовариантны как в частотной области, так и во временной области. В частотной области возможны 2 конфигурации размещения сигналов демодуляции – это конфигурация типа 1 и конфигурация типа 2. Конфигурация типа 1 приведена на рис. 1 (слева) [1]. При данной конфигурации внутри ресурсного блока номера поднесущих, на которых расположены опорные сигналы демодуляции DM-RS, определяются формулой [1]:

$$k = 4n + 2k' + \Delta,$$

где  $n = 0; 1; 2$ ,  $k' = 0; 1$ , а  $\Delta$  – в режиме ММО определяется числом активных антенн. Конфигурация типа 2 показана на рис.1 (справа). При данной конфигурации в ресурсном блоке будут только 4 опорных сигнала демодуляции, позиции которых задаются формулой [1]:

$$k = 6n + k' + \Delta,$$

где  $n = 0; 1;$ ,  $k' = 0; 1$ , а  $\Delta$  – в режиме ММО определяется числом активных антенн. Выбор конфигурации зависит от предоставляемой услуги и условий передачи трафика. Это может быть одной из задач, решаемых планировщиком на узле базовых станций.

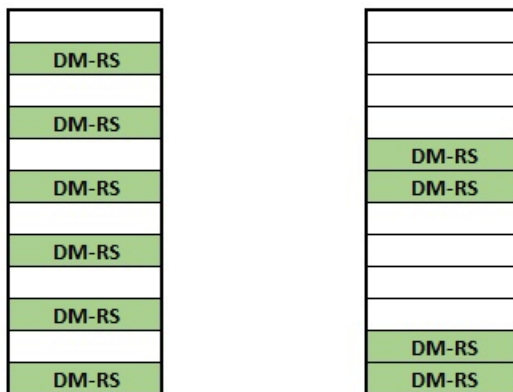


Рис. 1. Конфигурация типа 1 и 2

Во временной области расположение опорных сигналов демодуляции зависит от структуры канала PDSCH, который может быть двух типов: «А» и «В». Два вышеперечисленных типа специфицированы в [1], позиции символов DM-RS приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1 – Расположение DM-RS во временной области

Число OFDM-символов	Позиции DM-RS							
	PDSCH тип А				PDSCH тип В			
	Дополнительные позиции DM-RS				Дополнительные позиции DM-RS			
	Поз. 0	Поз. 1	Поз. 2	Поз. 3	Поз. 0	Поз. 1	Поз. 2	Поз. 3
2	-	-	-	-	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$
3	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$
4	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$
5	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0, 4$	$l_0, 4$	$l_0, 4$
6	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0, 4$	$l_0, 4$	$l_0, 4$
7	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0$	$l_0, 4$	$l_0, 4$	$l_0, 4$
8	$l_0$	$l_0, 7$	$l_0, 7$	$l_0, 7$	$l_0$	$l_0, 6$	$l_0, 3, 6$	$l_0, 3, 6$
9	$l_0$	$l_0, 7$	$l_0, 7$	$l_0, 7$	$l_0$	$l_0, 7$	$l_0, 4, 7$	$l_0, 4, 7$
10	$l_0$	$l_0, 9$	$l_0, 6, 9$	$l_0, 6, 9$	$l_0$	$l_0, 7$	$l_0, 4, 7$	$l_0, 4, 7$
11	$l_0$	$l_0, 9$	$l_0, 6, 9$	$l_0, 6, 9$	$l_0$	$l_0, 8$	$l_0, 4, 8$	$l_0, 3, 6, 9$
12	$l_0$	$l_0, 9$	$l_0, 6, 9$	$l_0, 5, 8, 11$	$l_0$	$l_0, 9$	$l_0, 5, 9$	$l_0, 3, 6, 9$
13	$l_0$	$l_0, l_1$	$l_0, 7, 11$	$l_0, 5, 8, 11$	$l_0$	$l_0, 9$	$l_0, 5, 9$	$l_0, 3, 6, 9$
14	$l_0$	$l_0, l_1$	$l_0, 7, 11$	$l_0, 5, 8, 11$	-	-	-	-

Канал типа «В» – это канал для вариантов, когда для передачи пользовательского трафика не требуется выделение целого слота. В канале типа «А» тоже может быть выделена только часть слота, но в отличие от канала типа «В», где для этого требуется наличие хотя бы двух OFDM-символов, для этого необходимо наличие как минимум трех OFDM-символов. Сигналы могут размещаться в одном, двух, трех или четырех ресурсных блоках. Все зависит от объема ресурсных блоков в слоте и качества канала. На рис. 2 [1] приведены варианты размещения сигналов DM-RS.

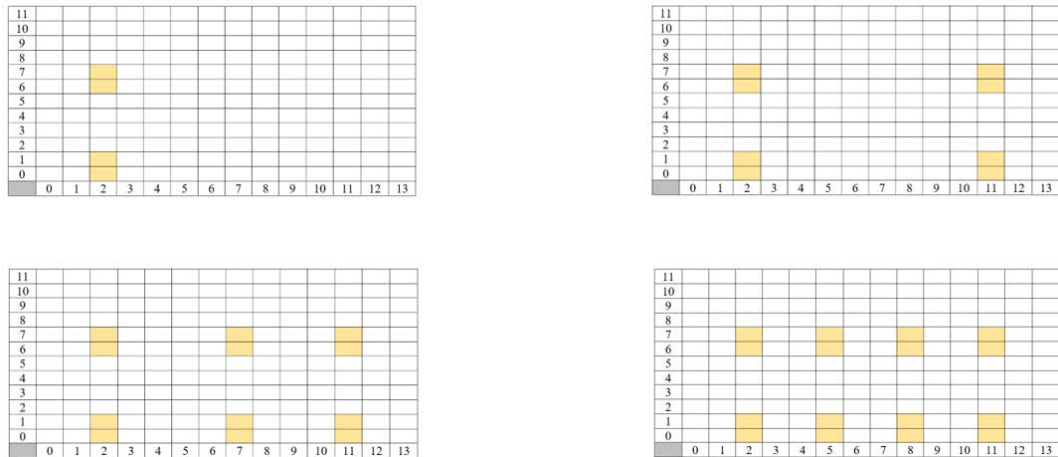


Рис. 2. Варианты размещения сигналов DM-RS

Структура New Radio ориентирована на использование многоантенных технологий. Поэтому в зависимости от числа работающих антенн будут разные схемы размещения сигналов DM-RS. Схемы размещения специфицированы в [1] и приведены в таблице 2. Если число антенн не превышает 4-6, то используют единичные опорные сигналы (до 4 антенн – конфигурация типа 1, от 4 до 6 антенн – конфигурация типа 2). Если антенн больше, то используют двойные сигналы, то есть в OFDM-символе, который следует за тем символом, где размещены сигналы DM-RS, их повторяют.

ТАБЛИЦА 2 – Сигналы DM-RS и антенные порты

Единичные или двойные сигналы DM-RS	$\Gamma$	Поддерживаемые антенные порты	
		Конфигурация типа 1	Конфигурация типа 2
единичные	0	1000 – 1003	1000 – 1005
двойные	0, 1	1000 – 1007	1000 – 1011

Произведём оценку скоростей передачи вниз в сетях NR. При передаче вверх по каналу PUSCH имеем похожую картину с той разницей, что сигналы DM-RS размещены в других ресурсных блоках. Так, при расчете сквозных скоростей вниз для стандартов LTE и NR виден значительный прирост скоростей при увеличении ширины рабочей полосы частот. В сетях LTE с полосой 20 МГц без агрегации частотных полос и MIMO максимальные скорости достигают порядка 110 Мбит/с. Для стандарта NR с

такой же полосой и при таких же условиях максимальные скорости схожие, но при увеличении полосы до 50 МГц и 100 МГц скорости значительно возрастают.

При использовании модуляции 256-QAM, скорости избыточного кодирования 0,925, в полосе 50 МГц при размещении символов DM-RS в 2 ресурсных блоках получаем:

- при разное поднесущих в 15 кГц  $V_{инф} = 276$  Мбит/с.
- при разное поднесущих в 30 кГц  $V_{инф} = 272$  Мбит/с

При модуляции 256-QAM, скорости избыточного кодирования 0,925, в полосе 100МГц при размещении символов DM-RS в 2 ресурсных блоках и разное поднесущих в 30 кГц  $V_{инф} = 558$  Мбит/с.

**Список используемых источников:**

1. 3GPP TS 38.211 V16.5.0. NR; Physical channels and modulation. 2021. 134p.



## СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ ДЛЯ СЕТЕЙ 5G

**И.А. Михайлова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Интеграция спутников на низкой околоземной орбите (LEO) с наземными сотовыми сетями широко рассматривается как многообещающее решение. Низкая высота над уровнем моря снижает задержку, а массовое развертывание обеспечивает глобальное покрытие с высокой плотностью обслуживания, что может стать инновационным компонентом при построении беспроводных сетей будущего. Движущей силой для дальнейших исследований, является сочетание следующих сценариев использования: расширенная мобильная широкополосная связь (eMBB), массовые коммуникации машинного типа (mMTC) и сверхнадежные коммуникации с малой задержкой (URLLC).*

### **5G, LEO, IoT, спутниковая связь**

В отличие от предыдущих поколений мобильной связи, от 1G до 4G, сети 5G нацелены на повсеместные подключения, чтобы помочь оцифровать экономику и внести свой вклад в глобальную цифровую трансформацию, а не просто повысить общую скорость передачи данных.

Согласно отчету Международного союза электросвязи (ITU), почти половина населения все еще остается неподключенной [1], тогда как устранение зон без покрытия путем развертывания большего количества наземных базовых станций (БС) является трудоемким процессом для операторов связи.

В связи с возрастающими требованиями к более высокой пропускной способности системы и меньшей задержке была предложена концепция внедрения спутниковых технологий связи.

По прогнозам одной из ведущих компаний в сфере спутниковой связи, с 2023 года начнутся активные подключения базовых станций (БС) по спутниковым технологиям. Прогнозируемый рост 13,5–22,1% (в количественном выражении) в год [2], что представлено на рис. 1.

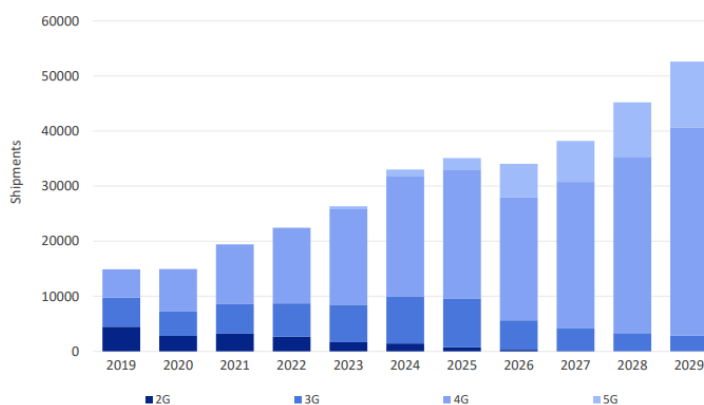


Рис. 1. Статистика глобального подключения БС к спутниковым технологиям

Подробнее о проектах спутниковых систем, а так же их сравнение можно найти в Таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Проекты LEO спутниковых систем

Проект	Орбитальная высота	Количество	Диапазон	Сервисы	Скорость передачи данных
Iridium Gen.1	781 km	66	L	Голос, Данные	2,4 кбит/с
Globalstar	1414 km	48	S,L	Голос, Данные	9,6 кбит/с
Orbcomm Gen.1	700-800 km	36	VHF	IoT&M2M	2,4 кбит/с
Skybridge	1457 km	64	Ku	Интернет	60 Мбит/с
Teledesic	1375 km	288 (840)	Ka	Интернет	64 Мбит/с
Iridium NEXT	781 km	66	L, Ka	Голос, Данные	1,5Мбит/ 8Мбит/с
Orbcomm Gen.2	700-800 km	18	VHF	IoT&M2M	4,8 кбит/с
03b	8063 km	20	Ka	Интернет	500 Мбит/с
OneWeb	1200 km	648	Ku	Интернет	400 Мбит/с
Starlink Gen.1	335.9-570 km	11	VHF	Интернет	100 Мбит/с
Starlink Gen.2	328-614 km	30	Ku, Ka, E	Интернет	100 Мбит/с
Telesat Phase.1	1015-1325 km	298	Ku,Ka	Интернет	-
Telesat Phase.2	1015-1325 km	1373	Ku,Ka	Интернет	-
Hongyan	1100km	320	L, Ka	Голос, Интернет	100 Мбит/с
Kuiper	590-630 km	3236	Ka	Интернет	-

Сфера применения систем LEO спутников достаточно обширная. LEO системы - это эффективная технология для продвижения: промышленного Интернет вещей (IoT), сельского хозяйства, электронного здравоохранения, технологий умного города и других.

Промышленный Интернет вещей (IoT), представляет собой сочетание массивного числа устройств с отраслевыми приложениями. IoT страдает от множества проблем, таких как топология сети, безопасность, распределенное производство, персонализированная сборка и когнитивные сети снабжения. Преодоление этих проблем зависит от детализированной связи и услуг высокоточного позиционирования, которые возможно разрешить с применением спутников LEO.

В типичном умном городе массивные датчики Интернета вещей, могут быть подключены напрямую, где межсистемные многорежимные данные обрабатываются в реальном времени. Спутники LEO будут играть важную роль в синхронном обмене информацией и динамическом распределении ресурсов с быстрым откликом и высокой степенью параллелизма. Передовые технологии производства и недорогая технология запуска, а также

устранение мертвых зон покрытия в авиалиниях, морских коридорах и высокоскоростных рельсах становится реальностью. Интеллектуальные автомобильные сети набирают популярность благодаря спутникам LEO.

В последнее время глобальное внимание к медицинским услугам стимулировали чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения, которые составляют главную тенденцию к электронному здравоохранению. Спутниковые системы по-прежнему остаются одним из самых конкурентоспособных решений для непрерывного мониторинга и анализа данных о состоянии здоровья в режиме реального времени.

Распределяя спутниковые ресурсы, мы можем эффективно продвигать удаленное взаимодействие в качестве безопасного и эффективного решения в чрезвычайных ситуациях, повседневного образа жизни без участия человека в трудоемких отраслях.

Обычно в сельском хозяйстве используемые территории расположены на обширных и малонаселенных землях, что влечет за собой затраты на развертывание оптического кабеля. По мере того как в сельскохозяйственной практике используется все больше узлов машинного типа, развертывание спутников LEO для мониторинга сельскохозяйственных культур и животноводства будет существенно способствовать повышению производительности в данной отрасли [3].

На рис. 2 показаны все возможные варианты использования LEO спутников, а так же их потенциальное влияние.

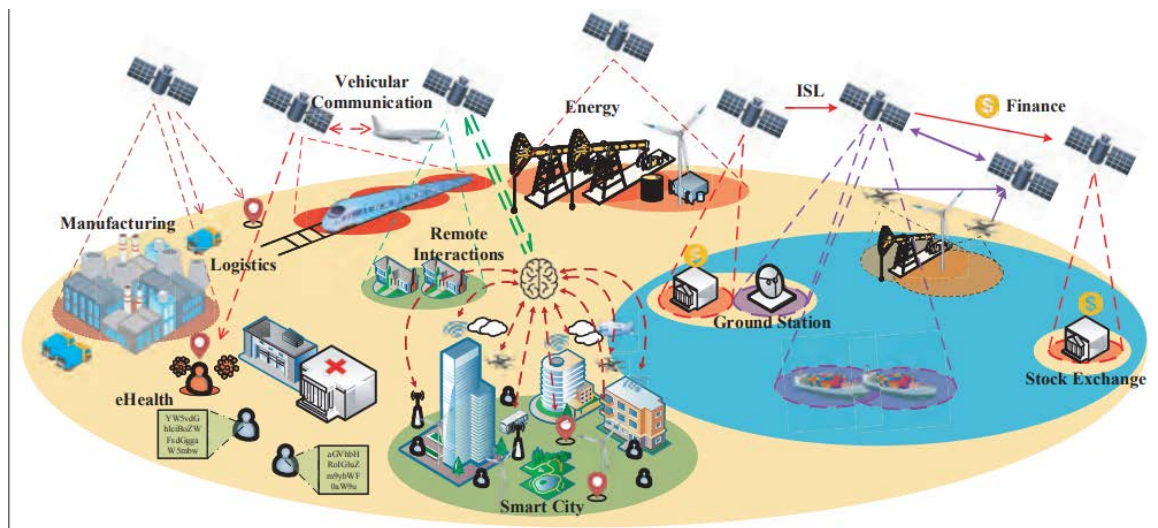


Рис. 2. Варианты применения спутников LEO

Схема реализации включает в себя наземные средства, UL и DL каналы, каналы управления, космические активы, точки подключения.

Наземные средства состоят из наземных станций и пусковых установок. Пусковые установки позволяют выводить спутник в космос. Наземные станции являются эксплуатирующей основой всей спутниковой сети. Они служат системами управления спутниками на орбите, занимаются отслеживанием состояния и поддержанием работоспособности всей спутниковой системы.

Эти станции обеспечивают связь в режиме реального времени со спутниками, позволяя осуществлять измерения, отслеживание и управление по спутниковым сетям, а также управлять восходящими каналами (отправка радиосигналов на спутник) и нисходящими каналами (прием передачи данных со спутника). Перекрестные связи – это каналы между спутником и наземной станцией, некоторые спутниковые группировки также могут взаимодействовать друг с другом.

Космические активы включают спутники связи, а также другие типы спутников, которые поддерживают такие системы, как системы определения местоположения, навигации и синхронизации (PNT) (поддерживает GPS).

Спутники связи и спутники в целом состоят из полезной нагрузки и шины. Полезная нагрузка, в контексте спутников связи, является пакет связи, включающий антенну, маршрутизацию контента/данных и управление формой волны.

Точки подключения в случае использования 5G, спутниковые системы будут подключать Сеть радиодоступа (RAN) к основной сети. Оба этих соединения (RAN и ядро) являются конечными точками спутниковой системы. В случае увеличения возможностей подключения для устройств IoT в городской местности многочисленные устройства IoT становятся конечными точками (или точками подключения).

Спутники связи могут поддерживать коммерческие, правительственные или военные цели, и часто спутники могут поддерживать несколько сообществ одновременно [4].

На Рис.3 представлена сетевая архитектура LEO общие режимы доступа.

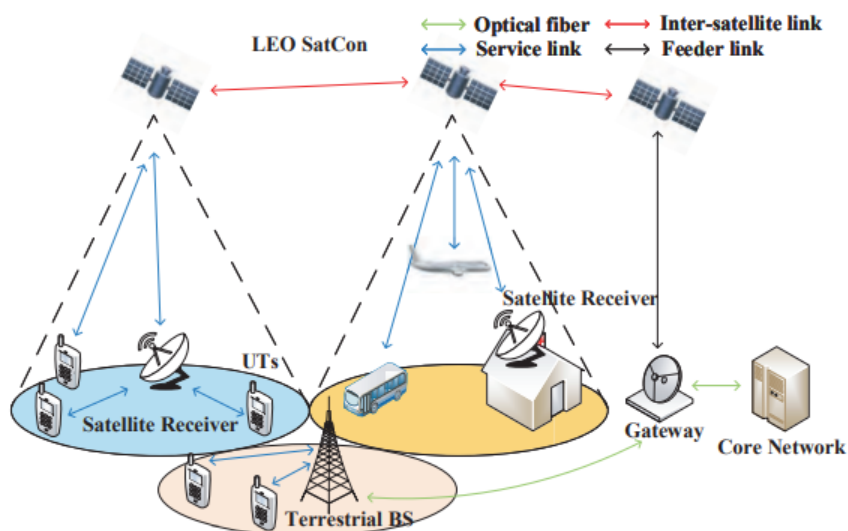


Рис.3. Сетевая архитектура LEO общие режимы доступа.

Уникальные преимущества спутниковых систем связи:

1. **Задержка:** высота орбиты определяет задержку сквозной связи. Для LEO спутников задержка составляет примерно до 3 мс, что соответствует требованиям к задержке для случаев использования eMBB и mMTC.

2. Надежность: по мере увеличения масштаба спутниковой системы пользователи могут обслуживаться несколькими спутниками одновременно, что значительно повышает надежность благодаря выигрышу в пространственном разнесении.

3. Доступность: развертывание большего количества спутников LEO подразумевает повышенную доступность, что значительно повлияет на качество обслуживания (QoS).

4. Плотность подключения: беспрецедентное количество спутников может использоваться для поддержки высокой плотности услуг, особенно в сельской местности.

5. Устойчивость: спутниковые системы обладают превосходной устойчивостью к стихийным бедствиям благодаря очень гибкой топологии и беспроводному доступу, которые играют жизненно важную роль в аварийном восстановлении.

**Выводы:**

Спутниковая связь имеет важную роль в развитии сетей 5G в качестве дополнительного решения для повсеместного охвата, предоставления широкополосной/многоадресной передачи, авиационной и морской связи, аварийного восстановления и охвата отдаленных сельских районов. Системы спутников LEO являются наиболее подходящим решением для поддержки интеллектуальных и удаленных операций. Покрытие сети может быть беспрецедентно широким, в то время как производительность канала, такая как надежность, емкость и задержка, будет намного лучше, чем раньше.

**Список используемых источников:**

1. ITU, “Measuring the Information Society Report 2018,” – 2018. – С. 3–4
2. “OU Gilat Satellite Networks” [Электронный ресурс]. URL: [www.gilat.com](http://www.gilat.com) / (дата обращения 19.11.2021).
3. Shicong L., Zhen G., Yongpeng W., Derrick W., Xiqi G., Kai-Kit W., Symeon C., / 5G FOR VERTICALS: FROM THEORY TO PRACTICE AND BEYOND/ “LEO Satellite Constellations for 5G and Beyond: How Will They Reshape Vertical Domains” – 2021. – С. 32–36.
4. “The Role of Satellites in 5G” [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wilsoncenter.org/article/role-satellites-5g-networks/> (дата обращения 20.11.2021).

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

**А.А. Нестеров, О.А. Симонина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлена возможность использования сверхширокополосных сигналов, в создании системы «умный дом». Рассмотрены преимущества технологии для реализации системы позиционирования, такие как помехоустойчивость и высокая точность позиционирования. Предложена кластерная архитектура сенсорных сетей малого радиуса действия для наиболее эффективного сбора информации со всех возможных датчиков, имеющих другую технологию передачи данных. Приведена математическая модель для реализации сверхширокополосной технологии.*

***СШП-технология, система позиционирования, архитектура сети малого радиуса действия***

В настоящее время все большей популярностью пользуются сети малого радиуса действия для создания системы «умный дом». Сетевые датчики «умного дома» могут быть как составляющие части бытовой техники, так и составляющие части специализированных устройств. Увеличение количества датчиков в системе приводит к повышению требований помехоустойчивости, электромагнитной обстановке и т.д.

Для удовлетворения вышеперечисленных требований разработчики радиоэлектронных средств (РЭС) вынуждены совершенствовать узкополосные системы передачи данных, такие как Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, однако, на данный момент существует возможность использовать технологии, основанные на применении сверхширокополосных сигналов (СШПС). Данная возможность появилась благодаря достижению соответствующего уровня следующих технологий [1]:

- технология генерации мощных сверхкоротких импульсов с высокой стабильностью и большой частотой повторения;
- технология излучения и приема данных импульсов (СШП антенная техника);
- технология скоростной цифровой обработки больших массивов информации (вычислительная техника).

СШП системы могут лучше справляться, чем узкополосные, с такими задачами как: обнаружение и распознавание объектов, повышение объема и скрытности передачи данных в радиосвязи, а также увеличение точности позиционирования и навигации.

Основной принцип работы СШП технологии заключается в кратковременном характере проявления сигнала. Передающие информацию сигналы имеют длительность, не превышающую нескольких наносекунд, при этом ширина спектра достигает до десятка гигагерц. Федеральная комиссия



по связи США (FCC) в 2000 году определила основной критерий сверхширокополосных устройств - излучаемую полосу частот, составляющую не менее 0,5 ГГц, или не менее 20% от центральной рабочей частоты. Также в 2002 году комиссия дополнила свойства в виде ограничения по мощности и определения спектра маски излучаемых сигналов.

Типичной формой для передачи сигналов является гауссовский дублет, показанный на рисунке 1. Использование данной формы объясняется его легкой генерацией. Его можно получить из прямоугольный импульса, сформированного ограничением времени нарастания и спада импульса, а также элементами фильтрации передающей и приемной антенн. Прямоугольный импульс легко создается быстрым включением и выключением транзистора. Как было отмечено ранее, длительность импульса не превышает нескольких наносекунд, что приводит к генерации формы, приближающейся к кривой функции Гаусса [2]. Это позволяет получать спектр сигнала до десятка гигагерц, при этом спектральная плотность мощности соизмерима со спектральной плотностью шума. В связи с этим, использование СШП систем не затрудняет прием узкополосных систем, что и требуется в решении построения «умного дома».

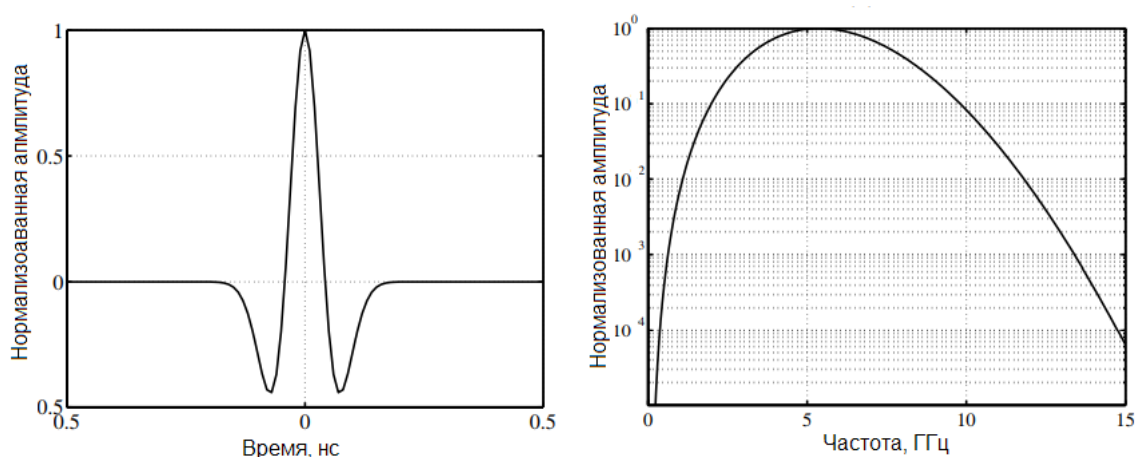


Рис. 1. – Форма принимаемого СШП импульса и его спектр

Относительное изображение СШП систем с узкополосными системами и шумом показано на рисунке 2.





Рис. 2. – Схематическое сравнение узкополосных и СШП систем

Одним из методов использования системы позиционирования с применением СШПС является многостанционный прием с вычислением разности времен распространения сигнала от пользователя до нескольких приемных устройств, местоположения которых известны. Носимое устройство пользователя периодически излучает присвоенный ему сигнал, который принимается несколькими (от 3-х) приемниками, затем вычисляются разности времен распространения сигнала, и система определяет местоположение пользователя. Применение СШП систем обеспечивает высокую точность определения местоположения объекта (от 0,5 м до 5 см), в сравнении с другими технологиями [3].

На данный момент использование СШП технологии в системе «умный дом» скорее дополняет ее, чем является полноценным решением в ее создании, в связи с большим количеством устройств, использующих наиболее популярные технологии малого радиуса действия. Характерной особенностью отличающей системы, основанные на СШПС, является высокая электромагнитная совместимость. Это позволяет использовать ее совместно с другими системами связи без ухудшения помеховой обстановки. Как было отмечено ранее, использование СШПС позволяет лучше справиться с задачей позиционирования и навигации, соответственно, эта технология является возможным решением данной задачи.

Стандарт IEEE 802.15.4a определяет физический уровень с использованием последовательной радио-технологией для высокоскоростной передачи данных Ultra-wideband (UWB). Физический уровень UWB доступен в трех диапазонах частот: до 1 ГГц, от 3 до 5 ГГц, от 6 до 10 ГГц. Прямая последовательность UWB спектрально эффективна, может поддерживать точное ранжирование и очень надежна даже при низких скоростях передачи [4].

Использование кластерной архитектуры сети малого радиуса действия целесообразно с точки зрения многофункциональности системы «умный дом». Вышеуказанный стандарт определяет два типа узлов сети – полнофункциональное устройство и устройства с облегченными функциями.

Полнофункциональным устройством сети является шлюз, в обязанности которого входит радиоприем и обработка информации с датчиков, а также служит координатором персональных сетей. Для расширения сети малого

радиуса действия шлюз может функционировать в качестве общего узла. Устройством с облегченными функциями является датчик, основные функции которого – определение разницы во времени с носимым устройством и передача данных на шлюз.

Таким образом, в статье была рассмотрена возможность использования СШП технологии в создании системы «умный дом». Были рассмотрены основные преимущества использования СШП технологии для решения задачи позиционирования, к которым относятся минимальное влияние СШП сигналов на узкополосные системы и высокая точность позиционирования. Также была рассмотрена архитектура построения системы малого радиуса действия с применением СШП технологии.

**Список используемых источников:**

1. Радзиевский В.Г., Трифонов П.А. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех. – М.: Радиотехника, 2009. – 288с.
2. Ghavami M., Michael L., Kohno R. Ultra wideband signals and systems in communication engineering. – John Wiley & Sons, 2007.
3. Хван А. А. ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ В УИС //ВЕСТНИК ФКУ НИИИТ ФСИН РОССИИ. – 2019. – С. 75-79.
4. Molisch A. F. et al. IEEE 802.15. 4a channel model-final report //IEEE P802. – 2004. – Т. 15. – №. 04. – С. 0662.

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СВЕРХПЛОТНЫХ СЕТЯХ РАДИОДОСТУПА V2X/5G С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА

**М.Д. Пылаев, Г.А. Фокин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Данная работа посвящена исследованию имитационной модели позиционирования транспортных средств в сверхплотных сетях радиодоступа V2X/5G с использованием расширенного фильтра Калмана. На основе исследования вероятности наличия прямой видимости в условиях сверхплотного распределения опорных станций радиодоступа и транспортных средств, разработана новая имитационная модель построения траектории транспортного средства для оценки соответствия требованиям по точности оценки координат на примере сценария приоритетного проезда перекрестков. В имитационной модели реализованы процедуры сбора первичных угломерных и дальномерных измерений опорными станциями, полученными от транспортного средства, для последующей вторичной обработки с использованием расширенного фильтра Калмана, в результате чего в реальном времени строится траектория движения транспортного средства.*

***позиционирование, сверхплотные сети 5G, дальномерные и угломерные измерения, расширенный фильтр Калмана***

Позиционирование в сверхплотных сетях радиодоступа (СРД) 5G являются актуальным направлением исследований на очередном этапе эволюции при переходе к экосистеме пятого поколения. Современной особенностью построения и функционирования СРД 5G применительно к интеллектуальным транспортным системам является повышение плотности опорных устройств радиодоступа – *RSU* (аббр. от англ. Roadside Unit) дорожной инфраструктуры для интеллектуальных транспортных систем, что, помимо увеличения удельной пропускной способности на единицу площади, способствует практической реализации технологий высокоточного сетевого позиционирования пользовательских устройств бортового оборудования транспортных средств – *VUE* (аббр. от англ. Vehicular User Equipment). Системы обмена данными между транспортными средствами являются одним из перспективных приложений отслеживания траекторий подвижных и высокоподвижных устройств в экосистеме 5G, элементами дорожной инфраструктуры и другими участниками движения – *V2X* (аббр. от англ. Vehicle to Everything Communications), повышающие уровень безопасности для водителей, пассажиров и пешеходов, снизить расход топлива и затраты времени на поездки.

Реализован трехмерный сценарий территориального распределения *RSU* в сети V2X/5G, оборудованных планарной антенной решеткой; для учета

влияния погрешностей первичных измерений на оценку траектории движения *VUE*; пример сценария в 3D и 2D для планарной решетки из 64 элементов с возможностью определения направления прихода сигнала с точностью до  $2^\circ$ , реализованной в *Phased Array Toolbox* [1], показан на рисунке 1.

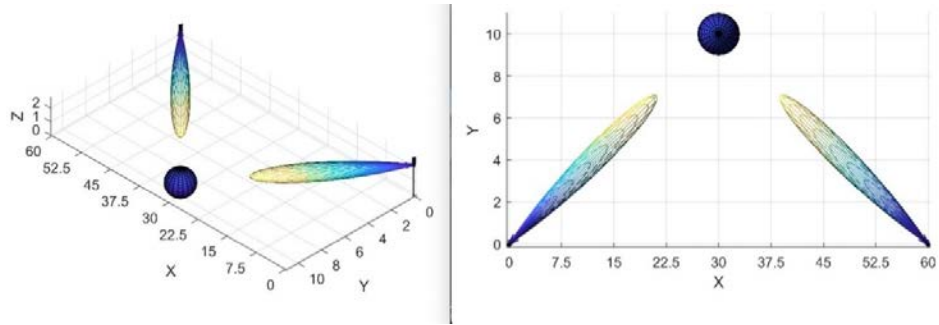


Рис. 1. Трехмерный сценарий имитационной модели с двумя RSU, оборудованными прямоугольной антенной решеткой из 64 элементов

Алгоритм РФК позволяет оценить вектор состояния динамической системы, используя модель изменения состояния динамической системы и ряд измерений, косвенно описывающих ее состояние, его можно описать в 2 этапа:

1) этап получения априорной оценки вектора состояния  $\hat{s}^- [n]$  для момента дискретного времени  $n$  и ковариационной матрицы ошибок оценки состояния  $P^- [n]$  для шага  $n$  на основе данных с предыдущего шага  $n - 1$ ;

2) этап обновления, на котором формируется апостериорная оценка  $\hat{s}^+ [n]$  и ковариационная матрица ошибок оценки состояния  $P^+ [n]$  с учетом новых измерений  $y[n]$ .

Матрица наблюдений  $H$ , для построения которой используются оценки величин  $d$  и  $\varphi$ , полученные из априорной оценки  $\hat{s}^-$ , т. е. величины  $dk$  и  $\hat{\varphi}_k$ , представляет собой матрицу частных производных  $\frac{\partial h[n]}{\partial s[n]}$ , вычисленную по элементам вектора состояний  $\hat{s}^-$  для двух *RSU* определяется выражением:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial d_1}{\partial x} & \frac{\partial d_1}{\partial y} & \frac{\partial d_1}{\partial v_x} & \frac{\partial d_1}{\partial v_y} & \frac{\partial d_1}{\partial \Delta} & \frac{\partial d_1}{\partial \delta} \\ \frac{\partial d_2}{\partial x} & \frac{\partial d_2}{\partial y} & \frac{\partial d_2}{\partial v_x} & \frac{\partial d_2}{\partial v_y} & \frac{\partial d_2}{\partial \Delta} & \frac{\partial d_2}{\partial \delta} \\ \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial y} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial v_x} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial v_y} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial \Delta} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial \delta} \\ \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial y} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial v_x} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial v_y} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial \Delta} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial \delta} \end{bmatrix}$$

В имитационной модели матрица  $H$  имеет вид:

$$H = \begin{bmatrix} (x-x_1)/r_1 & (y-y_1)r_1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ (x-x_2)/r_2 & (y-y_2)r_2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -(y-y_1)/r_1^2 & (x-x_1)/r_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -(y-y_2)/r_2^2 & (x-x_2)/r_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

где  $x_{RSU_k} = (x_k, y_k)^T$  – вектор координат стационарной опорной станции  $RSU_k$ ;  $(x, y)$  – координаты  $VUE$  из вектора  $\hat{s}^-_{12} = (\hat{s}^-_1, \hat{s}^-_2)$ .

Этапы 1 и 2 алгоритма РФК повторяются циклично по мере поступления новых измерений, обновляя вектор состояния и ковариационную матрицу ошибок оценки состояния системы.

Оценка вероятности наличия прямой видимости осуществляется по формулам в таблице 1 с учетом расстояния между  $RSU$  и  $VUE$  на плоскости  $d_{2D}$ . Оценка расстояния в пространстве с учетом высот подвеса определяется как:

$$d_{3d} = \sqrt{d_{2D}^2 + (h_{RSU} - h_{VUE})^2}$$

где  $h$  – высота подвеса антенной решетки  $h_{RSU}$  опорной станции  $RSU$ ;  $h_{VUE}$  – высота подвеса антенны пользовательского устройства  $VUE$  на транспортном средстве.

Зависимость вероятности прямой видимости от расстояния между опорным и пользовательским устройствами для сценария V2X/5G согласно формулам в таблице 1 для транспортных средств с высотой  $h_{VUE} < 13$  м представлена на рисунке 2.

ТАБЛИЦА 1. Вероятность прямой видимости в СРД 5G [3]

Тип	Выражение для вычисления вероятности
UMa	$P_{LOS} = \begin{cases} 1 & d_{2D} \leq 18m \\ \left[ \frac{18}{d_{2D}} + \exp\left(-\frac{d_{2D}}{63}\right) \left(1 - \frac{18}{d_{2D}}\right) \right] \left( 1 + C'(h_{VUE}) \frac{5}{4} \left(\frac{d_{2D}}{63}\right)^3 \exp\left(-\frac{d_{2D}}{150}\right) \right) & 18m < d_{2D} \end{cases}$ <p>Где</p> $C'(h_{VUE}) = \begin{cases} 0 & h_{VUE} \leq 13m \\ \left(\frac{h_{VUE} - 13}{10}\right)^{1.5} & 13m < h_{VUE} \leq 23m \end{cases}$
UMi	$P_{LOS} = \begin{cases} 1 & d_{2D} \leq 18m \\ \frac{18}{d_{2D}} + \exp\left(-\frac{d_{2D}}{36}\right) \left(1 - \frac{18}{d_{2D}}\right) & 18m < d_{2D} \end{cases}$
RMa	$P_{LOS} = \begin{cases} 1 & d_{2D} \leq 10m \\ \exp\left(-\frac{d_{2D} - 10}{1000}\right) \left(1 - \frac{18}{d_{2D}}\right) & 10m < d_{2D} \end{cases}$

Исходя из графиков можно сделать вывод о том, что при расстоянии  $d_{LOS}$  до 30 м вероятность прямой видимости между  $RSU$  и  $VUE$  составляет более 80 % для всех сценариев снаружи помещений и, таким образом, дает основания для надежного сбора и обработки первичных УМ и ДМ-измерений в сверхплотных СРД для сценариев V2X/5G.

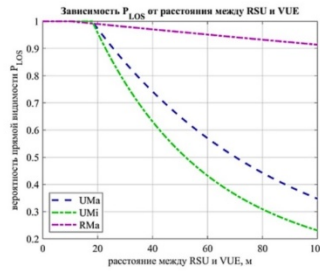


Рис. 2. Зависимость вероятности LOS от расстояния между RSU и VUE

Предположим, СКО первичных УМ-измерений DOA  $\sigma_\varphi = 2^\circ$ ; СКО первичных ДМ-измерений TOA  $\sigma_\varphi = 50$  нс. На рисунке 3 представлен пример оценки координат и визуализации точности оценки эллипсом рассеивания для сценария с двумя опорными станциями *RSU*, оборудованными антенными решетками и находящимися в условиях *LOS* с *VUE* расстояние между опорными станциями – 60 м; высокоподвижное транспортное средство движется слева направо со скоростью  $v = 42$  м/с ( $\approx 150$  км/ч); рассматривается точность позиционирования для двух интервалов сбора измерений  $T = 0,1$  с и  $T = 0,01$  с.

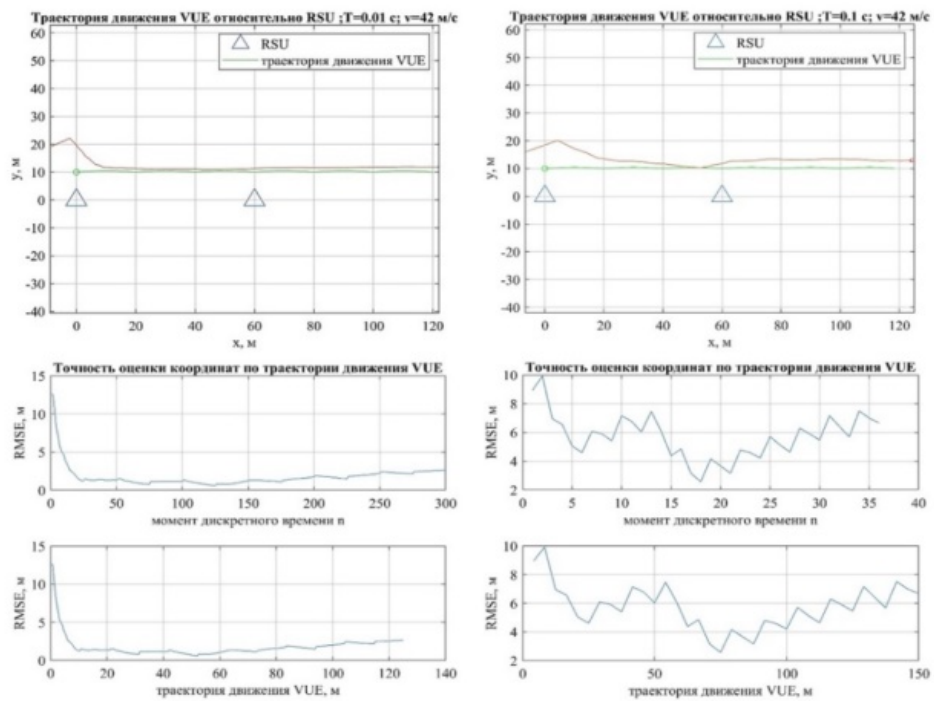


Рис. 3. Пример оценки и визуализации точности позиционирования высокоподвижных транспортных средств;  $v=42$ м/с( $\approx 150$ км/ч)

Исходя из графиков (см. рисунок 3) можно сделать следующие выводы:

1) в начале движения *VUE* наблюдаются высокие погрешности оценки координат *RMSE* вследствие настройки РФК; для схождения РФК требуется порядка 20 итераций; после схождения точность позиционирования *VUE* достигает 1 м для интервала измерений  $T = 0,01$  с; с увеличением длительности на порядок до  $T = 0,1$  с точность снижается в разы;

2) при движении слева направо *VUE* при выходе за зону непосредственного охвата второй опорной станции *RSU* после 60 м погрешность оценки координат *RMSE* увеличивается.

Этот пример соответствует оптимистическому, когда *VUE* находится в условиях *LOS* с двумя *RSU*. Рассмотрим пессимистический сценарий, когда *VUE* в результате поворота на перекрестке оказывается временно в условиях *LOS* с одним опорным устройством *RSU*; в разработанной *BV* данная возможность реализована установкой параметра  $d_{LOS}$ . Разработанная в настоящей работе имитационная модель позволяет производить оценку соответствия заданным требованиям к точности позиционирования в зависимости от наличия условий прямой видимости и точности сбора первичных угломерных измерений, определяемых установленной на опорном устройстве антенной решеткой, реализованной в *Phased Array Toolbox*. В дальнейшем имитационную модель планируется усовершенствовать для реализации возможности сопровождения транспортного средства *VUE* лучом адаптивно-формируемой диаграммы направленности антенны *RSU* для обеспечения пространственного уплотнения в сетях V2X/5G.

#### **Список используемых источников:**

1. Phased Array Toolbox™ User's Guide, The MathWorks, Inc, September 2019. [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/phased/phased\\_ug.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/phased/phased_ug.pdf) (дата обращения 11.11.2021)
2. Report ITU-R M.2412-0. Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020. ITU, 2017.
3. Киреев А.В., Фокин Г.А. Оценка точности локального позиционирования мобильных устройств с помощью радиокарт и инерциальной навигационной системы // Труды учебных заведений связи. 2017. Том 3. No 4. С. 54–62.
4. Духовницкий О.Г., Рагило М.А., Сиверс М.А., Фокин Г.А. Применение фильтра Калмана в задачах позиционирования // Электросвязь. 2016. No 1. С. 78–81.



## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ В СЕТЯХ LTE. АНАЛИЗ СПЕЦИФИКАЦИИ 3GPP TS 36.305

**К.Е. Рютин, Г.А. Фокин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В нынешних реалиях требования к методам и средствам сетевого позиционирования предъявляются спецификациями партнёрского проекта 3GPP. В связи с этим возникает необходимость анализа этих требований. В данной статье рассмотрены основные методы определения местоположения в сетях LTE, а также приведены основные отличия спецификаций более раннего и позднего релизов.*

### *позиционирование, LTE, анализ спецификации, 3GPP, E-UTRAN*

В настоящее время задача сетевого позиционирования является одной из самых перспективных задач для множества отраслей промышленности и здравоохранения. Отдельно стоит выделить такое немаловажное применение сетевого позиционирования, как обеспечение работы экстренных служб.

Дальномерные измерения в сетях стандарта 4G LTE (Long-Term Evolution) при помощи оценки параметра разности времён опорных сигналов RSTD (Reference Signal Time Difference) способны обеспечить горизонтальную точность позиционирования, примерно равную 9,8 м [1] и вертикальную точность порядка нескольких метров (с точностью до этажа) [1]. Что проигрывает перспективным возможностям сетей стандарта 5G NR, но всё ещё является удовлетворительным результатом для множества применений, перечисленных выше.

Прежде чем перейти к непосредственному анализу спецификации 3GPP (3rd Generation Partnership Project), связанной с позиционированием устройств в сетях LTE, необходимо обозначить, что задача позиционирования устройств в системах подвижной связи (СПС), являющихся источниками радиоизлучения (ИРИ), сводится к задаче определения местоположения (ОМП) в многопозиционных системах подвижной радиолокации (МПСПР), когда множество позиций представлено базовыми станциями (БС) сети радиодоступа (СРД), являющимися опорными пунктами приёма (ПП) [1].

В данном документе специфицируется функция определения местоположения пользовательского оборудования UE (User Equipment) в усовершенствованной универсальной наземной сети радиодоступа E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network). Данная функция обеспечивает механизмы поддержки и помощи в вычислениях географического положения UE. Целью данной спецификации является определение архитектуры позиционирования в E-UTRAN, а также

определение функциональных объектов и операций для поддержки методов позиционирования UE.

Сетевая организация процедур позиционирования в СРД 4G LTE с 9-го релиза специфицировалась в 3GPP TS 36.305 и отличалась от 2G/3G тем, что сервер позиционирования стал называться E-SMLC (Evolved Serving Mobile Location Center) вместо SMLC, и мог поддерживать комбинированные методы позиционирования [1].

На рис. 1 представлена архитектура системы позиционирования UE, применимая к E-UTRAN

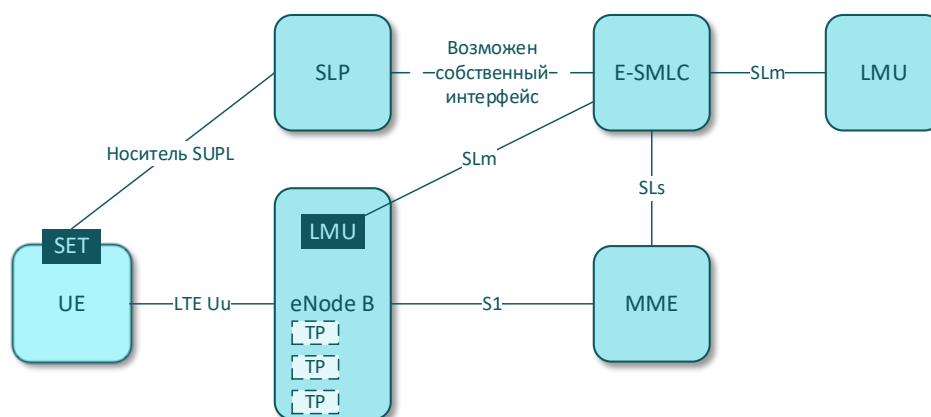


Рис. 1 – Архитектура системы позиционирования UE, применимая к E-UTRAN

E-UTRAN может использовать один или несколько методов позиционирования для ОМП UE.

Спецификацией определяются следующие стандартные методы позиционирования в сети радиодоступа E-UTRAN [2]:

- сетевые методы позиционирования на основе данных от глобальных навигационных спутниковых систем ГНСС;
- позиционирование по нисходящей линии связи (downlink);
- улучшенное позиционирование по идентификатору соты (Enhanced Cell ID);
- позиционирование по восходящей линии связи (uplink);
- методы позиционирования по беспроводной локальной сети (WLAN – Wireless Local Area Network);
- методы позиционирования по Bluetooth;
- системы наземного позиционирования с использованием маяка TBS;
- методы позиционирования на основе датчиков:
  - 1) позиционирование с помощью датчика атмосферного давления;
  - 2) позиционирование с помощью датчика движения.

Также поддерживается гибридное позиционирование с использованием нескольких приведённых выше методов.

Кроме того, поддерживается автономный режим (без помощи сети) с использованием одного или нескольких методов из приведенного выше списка.

По некоторым данным, на сегодняшний день операторы мобильной связи используют оборудование, спроектированное под требования спецификации 3GPP релиза 13. Это объясняется тем, что производители оборудования не успевают за выходом спецификаций, и операторы не склонны приобретать новое оборудование, пока не убедятся в его однозначной необходимости.

Сравнивая рассматриваемую спецификацию релиза 16 и спецификацию релиза 13 [3], можно заметить некоторые важные отличия, например, такие как отсутствие в версии релиза 13 описания поддержки связи между E-SMLC и eNB (Evolved Node-B) через блок управления мобильностью MME (Mobility Management Entity) для передачи вспомогательных данных по протоколу позиционирования LPPa (LPP Annex), описания процедуры ОП в режиме ожидания для NB-IoT, описания систем кинематики реального времени RTK (Real-Time Kinematic) и описания метода позиционирования с помощью датчиков движения. Далее приведено более подробное описание последнего метода позиционирования.

Данный метод использует различные датчики, такие как акселерометры, гироскопы, магнитометры для вычисления смещения UE. Устройство оценивает относительное смещение на основе опорного положения и/или опорного времени. Оно посылает отчет, содержащий определенное относительное смещение, которое может быть использовано для определения абсолютного местоположения (МП).

Этот способ следует использовать с другими методами позиционирования.

Цель передачи информации о МП от датчиков состоит в том, чтобы дать возможность E-SMLC запросить дополнительные измерения или дать возможность UE предоставить измерения датчиков в E-SMLC для вычисления МП.

На рис. 2 показана операция передачи информации о МП, инициируемая E-SMLC.



Рис. 2 – Процедура передачи информации о МП, инициируемая E-SMLC

Пояснения к сообщениям процедуры:

1. E-SMLC посылает сообщение-запрос информации о МП по протоколу поддержки процедур позиционирования LPP (LTE Positioning Protocol) в UE для вызова функции ОМП с помощью датчика движения. Этот запрос включает в себя команды-параметры позиционирования, такие как режим позиционирования, конкретные запрошенные измерения UE, если таковые имеются и параметры качества обслуживания (например, точность ОМП и время отклика);

2. UE выполняет запрошенные измерения. Оно посылает сообщение с информацией о МП также по протоколу LPP в E-SMLC до истечения времени отклика, отведённого на этапе 1. Если UE не может выполнить запрошенные измерения или если время отклика, которое дано на этапе 1, прошло до того, как были получены какие-либо запрошенные измерения, UE возвращает любую информацию, которая может быть передана LPP-сообщением, например: «предоставление информации о местоположении», которая включает в себя указание причины для отказа в предоставлении информации о МП.

На рис. 3 показана операция доставки информации о МП для метода, основанного на измерениях датчиков движения, когда процедура инициируется UE.



Рис. 3 – Процедура доставки информации о МП, инициируемая UE

Пояснение к сообщению процедуры:

1. UE посылает в E-SMLC сообщение с информацией о МП по протоколу LPP. Данное сообщение может включать в себя измерения датчиков UE или оценки МП, уже доступные в устройстве.

В заключение хотелось бы сказать, что в результате проведённого анализа можно сделать вывод о том, что технологии позиционирования в сетях 4G LTE всё ещё имеют и будут иметь большие перспективы, как в

практическом смысле, так и с точки зрения научно-исследовательской деятельности.

**Список используемых источников:**

1. Фокин Г.А., Технологии сетевого позиционирования 5G. – М.: Горячая линия – Телеком, 2021. – 456 с.: ил.
2. 3GPP TS 36.305 V16.2.0 (2020-09). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Stage 2 functional specification of User Equipment (UE) positioning in E-UTRAN (Release 16)
3. 3GPP TS 36.305 V13.0.0 (2015-12). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Stage 2 functional specification of User Equipment (UE) positioning in E-UTRAN (Release 13)

## ВОДОРОДНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК АВАРИЙНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ

**А. М. Сазонов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Поставщики телекоммуникационных услуг полагаются на резервное питание для поддержания постоянного энергоснабжения, предотвращения перебоев в подаче электроэнергии и обеспечения работоспособности вышек сотовой связи, и телекоммуникационного оборудования. Резервный источник электропитания, лучше всего отвечающий этим требованиям, — это источник, построенный на технологии топливных элементов.*

### **водород, топливные элементы, производство энергии, энергетическая установка**

Когда объект связи перестает получать электропитание от сети по какой-либо из причин, резервный источник энергии должен взять на себя нагрузку. Большинство аппаратных с телекоммуникационным оборудованием обеспечиваются не менее, чем четырехчасовым запасом резервного энергоснабжения, которого обычно хватает для восстановления основного источника электропитания. В тех местах, где возможны длительные перебои электроснабжения, например в районах сейсмической активности иои подверженных ураганам, необходимо иметь резервный источник, способный снабжать электроэнергией объект связи на протяжении 8-24 часов. Чтобы соответствовать этим требованиям, операторы комбинируют три самые популярные технологии резервного электропитания: батарей, генераторов и топливных элементов.

### **Аккумуляторы**

Свинцово-кислотные батареи — самый распространенный источник резервного питания, которые обеспечивают питание постоянного тока (DC). Они заряжаются от электросети и обеспечивают накопленную электроэнергию в качестве резервного источника энергии до тех пор, пока сеть не будет восстановлена. АКБ требуют соблюдения определенного температурного режима для сохранения работоспособности на протяжении всего периода эксплуатации, что подразумевает дополнительные траты для оператора.

### **Генераторы**

Дизель-генераторная установка (ДГУ) является электромеханическим устройством, включающим в себя дизельный агрегат, электрогенератор и систему управления. ДГУ используются как постоянные или резервные источники электроснабжения, которые могут работать на протяжении достаточно большого временного периода, который ограничивается объемом топливного бака.

## **Топливные элементы**

Построенные на топливных элементах источники используют технологию протонно-электролитной мембраны (РЕМ) для выработки электроэнергии с постоянным током. Топливные элементы РЕМ питаются непосредственно водородом, работают при низких температурах, компактнее, чем другие источники и имеют небольшое пусковое время. Большинство топливных РЕМ элементов имеют встроенные батареи или суперконденсаторы (ионисторы) для обеспечения немедленной подачи энергии [2].

### **Почему топливные элементы - лучший резервный источник энергии?**

Топливные элементы — это устройства преобразования энергии, которые могут эффективно использовать энергию водорода для обеспечения почти всех потребностей конечного использования энергии, таких как портативные устройства, транспортные средства и стационарные электростанции, например, те, которые используются в телекоммуникационной отрасли.

По сравнению с генераторами топливные элементы чище, тише, меньше загрязняют окружающую среду. Топливные элементы экологически безвредны, поскольку они преобразуют химическую энергию водорода непосредственно в электричество, а также чистую воду и тепло в качестве единственных побочных продуктов. К другим преимуществам топливных элементов для резервного питания относятся:

- КПД около 50%.
- Масштабируемость и модульность для параллельной работы.
- Диапазон рабочих температур значительно шире (от -40 до 50° С).
- Использование в помещении или на открытом воздухе с минимальной занимаемой площадью.
- Срок службы выше, т. к. они практически не имеют движущихся частей, в отличие от ДГУ.

Силовая установка состоит из трех компонентов:

1. Хранение водорода
2. Стойка с топливными элементами
3. Батарея / конденсатор

### **Хранение водорода**

Вместе с топливным элементом устанавливается система хранения водорода, которая включает в себя баллоны со сжатым газом. Каждый баллон вмещает в себя 40-50 литров водорода. К примеру, установка 6 сорокалитровых баллонов обеспечивает питание топливного элемента в течение 8 часов. Ниже приведен пример установки системы хранения (Рис.1).

### **Стойка с топливными элементами**

Многие производители РЕМ-систем (например, Dantherm Power, ENCE GmbH) ориентируются на рынок телекоммуникаций, поэтому



выпускают свое оборудование в форм-факторе 19" стойки, активно применяемой для монтажа оборудования БС. Установка с топливными элементами имеет небольшой вес (порядка 70 кг) и размер, что продемонстрировано на рисунке 2 [3].

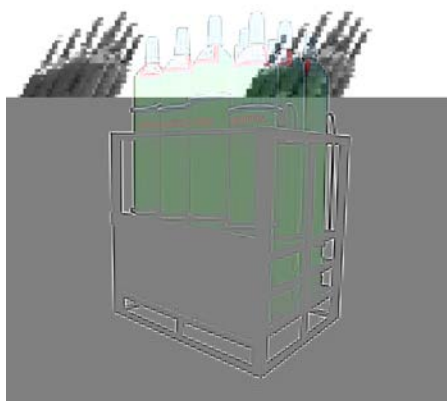


Рис. 1. Баллоны для хранения сжатого водорода



Рис. 2. Dantherm Power DBX5000 в 19" стойке

### **Аккумуляторная батарея/конденсатор**

Электростанции на топливных элементах, используемые для резервного питания, обычно требуют устройства хранения постоянного тока для обеспечения немедленной подачи энергии при включении топливного элемента. Топливные элементы PEM быстро переходят в рабочий режим, но по-прежнему есть короткий период времени (около 20 секунд), требующий использования батареи или конденсатора для подачи питания.

### **Как водород превращается в электроэнергию?**

Принцип работы схож с традиционным гальваническим элементом, однако различие заключается в том, что топливо для реакции не хранится в самом элементе, а постоянно непрерывно поставляется внутрь для реакции. Проходя через анод, водород отдает электроны, формирующие электрический ток, а катионы водорода просачиваются через пористую мембрану и взаимодействуя с атомами кислорода превращаются в воду [4]. Наглядно принцип работы продемонстрирован на Рисунке 3.

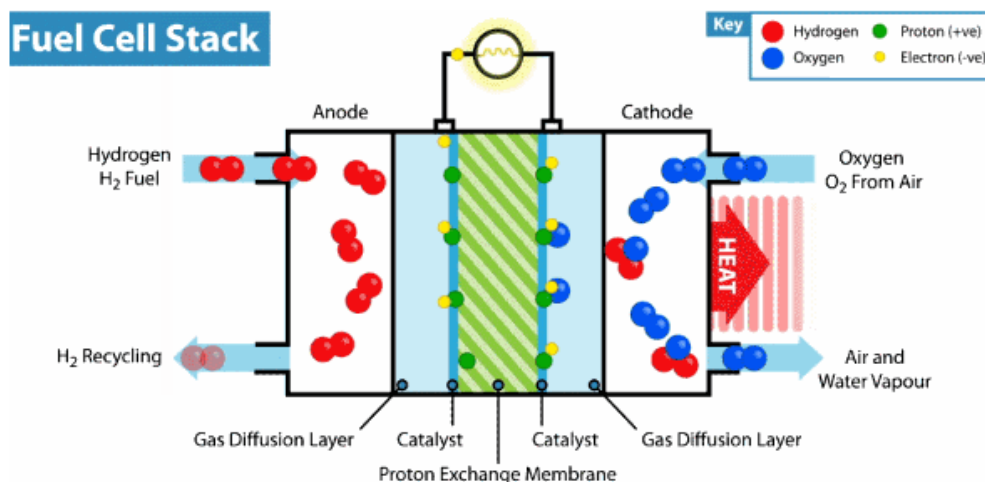


Рис. 3. Принцип работы водородного источника

Топливным элементам, используемым для резервного питания объектов связи, требуется меньший контроль за состоянием, чем другим источникам резервного питания, таким как батареи или генераторы, но все же они требуют периодического обслуживания. Электростанции на топливных элементах могут выполнять самообслуживание, и операторы могут настроить агрегаты для работы без участия человека для обеспечения постоянной работоспособности.

#### **Выводы:**

- Системы, построенные на топливных элементах относительно просты, надежны и нечасто требуют ремонта.
- Системы, построенные на топливных элементах, имеют более высокий КПД, по сравнению с обычными генераторами, для обеспечения электроснабжения в небольших масштабах.
- Водород — основное топливо для PEM-систем — нетоксичен.
- Водородный топливный элемент не имеет вредных выбросов в атмосферу и не производит пылевых загрязнений, единственным побочным продуктом является вода.
- Зачастую органы управления поддерживают применение альтернативной энергетики (включая топливные элементы) при помощи налоговых льгот и субсидий.
- Необходимо помнить, что водород — взрывоопасный и крайне горючий газ, а это накладывает дополнительные обязательства по соблюдению всех норм безопасности при эксплуатации этого вида топлива.
- Сегодня на рынке основная часть топливных элементов производится за рубежом, поэтому их цена высока, но ситуация может поменяться, если российские производители увидят интерес операторов в инновационных источниках электроснабжения.

#### **Список используемых источников:**

1. Правила разработки и применения графиков аварийного ограничения режима потребления электрической энергии (мощности) и использования противоаварийной автоматики", утв. Приказом №290 от 06.06.2013.
2. National laboratory of the U.S. Department of Energy / Fuel Cells for Backup Power in Telecommunications Facilities, Golden, Colorado, USA. April 2009.
3. Dantherm Power DBX5000 - модуль на топливных элементах // [Электронный ресурс] / URL: <https://skomplekt.com/tovar/9/20/1/> (дата обращения: 20.10.2021).
4. Сколково. Переход на водород. // [Электронный ресурс] / URL: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2015/01/19/perehod-na-vodorod.aspx> (дата обращения: 15.10.2021).

## ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОХОЖДЕНИЕ РАДИОСИГНАЛОВ ЧЕРЕЗ СТЕНЫ ЗДАНИЙ

**А.А. Семенихина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В докладе рассмотрено влияние строительных материалов на прохождение радиосигнала. Представлены данные по ослаблению сигнала в строительных конструкциях и материалах. Произведен расчет с помощью модели уравнения ITU-R P.1238 и сделан вывод о потерях сигнала.*

***поглощение радиоволн, ослабление сигнала, радиосигнал, строительные материалы.***

Многофункциональность современных пользовательских средств связи позволяет предоставлять широкий спектр услуг. Большую часть трафика люди расходуют внутри зданий, при этом в больших городах половина трафика генерируется в общественных местах: торговых центрах, аэропортах и вокзалах, и конечно же в офисных помещениях, где одновременно сосредоточено большое количество людей, которые проводят там около 70% своего времени.

Операторы постоянно улучшают и дорабатывают покрытие своих сетей, но все равно имеются зоны, в которых качество покрытия не удовлетворяет требованиям для хорошего соединения и передачи трафика. На это может влиять постоянно развивающийся мегаполис, вносимые изменения в ландшафт и застройка высокими зданиями. Обычно сложности с покрытием наблюдаются на первых и последних этажах высотных зданий, в подвалах, паркингах, крупных торговых центрах, помещениях ангарного типа.

При разрешении вопроса радиосвязи внутри зданий главным фактором является поглощение радиоволн строительными конструкциями. При проникновении радиоволн сквозь стену затухание радиосигнала происходит сильнее чем на открытой местности. Пройдя через стену радиосигнал существенно уменьшается определенными материалами. Этот фактор накладывает ограничение как на дальность радиосвязи, так и на возможный диапазон частот радиосвязи. Сигнал от базовой станции сложно проходит сквозь конструкции из металла (например, арматура), бетона или в здания, расположенные в низине или под землей. Из-за отражения электромагнитных волн данными покрытиями может образоваться радиотень, т.е. местность недоступная для радиосигнала.

Также поглощение радиоволн возникает в такие строительных конструкциях как двери, окна, деревянные перегородки. Однако на частотах до 10 ГГц ослабление сигнала в них не превышает 3–5 дБ, т.е. существенно меньше, чем в стенах и межэтажных перекрытиях. В комнате помехой

радиосигнала может стать зеркало, которое сильно отражает сигнал или тонированные окна.

Основным материалом для стен зданий считается кирпич, железобетон (с разной арматурой) и дерево. Проанализировав литературу можно сделать вывод, что ослабление сигнала в сухом дереве в 3–5 раз меньше, чем в бетоне или кирпиче. В таблице 1 представлены данные по ослаблению сигнала в строительных конструкциях и материалах.

ТАБЛИЦА 1. Ослабление радиосигнала в стеновых материалах [4]

Материал	Толщина, мм	Поглощение, дБ				
		900 МГц	2,4 ГГц	3 ГГц	5 ГГц	10 ГГц
Кирпич	89	3.5	6			
	120			15		15
	178	5				
	267	7				
Бетон	102	12				
	120		12			
	203	23	23			
	305	35	35			
	400		14			
	457		18			
Бетон, облицованный кирпичом	192	14	14			
Межэтажные перекрытия дерево-бетон	одно/ два/ три	13/ 19/ 25				
Межэтажные перекрытия железо-бетон	одно/ два	33/ 44				
Капитальная стена	700			16		12

Уровень сигнала ухудшается за счёт большого расстояния до БС, это происходит из-за влияния затухания и потерь от проникновения внутрь здания. Потери на проникновение внутрь зависят от материала, толщины стен и перекрытий. Сигнал может испытывать потери до 50 дБ при проникновении в здание.

Для решения проблемы ослабления сигнала при проникновении внутрь здания были разработаны микросоты или «малые соты». Они оказывают большую поддержку операторам. В малых сотах приемопередающее устройство располагается вблизи абонентов, что увеличивает скорость передачи и зону покрытия оператора. Это позволяет оператору сохранить свою абонентскую базу, лояльность клиентов предоставляя им качественное покрытие внутри зданий.

Малые соты делятся на три типа:

- фемтосота – небольшая мобильная базовая станция для квартир и офисов. Покрытие 10-50м;
- пикосоты – применяются для небольших предприятий в целях расширения покрытия сети в труднодоступных местах. Покрытие 100-250м;

- микросоты – для организации связи как внутри зданий, так и снаружи благодаря большей мощности передачи. Покрытие 500-2500 м.

Также популярным вариантом организации покрытия внутри зданий является разгрузка в сеть Wi-Fi. Таким образом, образуется гетерогенная структура из сети мобильной связи и WLAN. Ниже представлена таблица потери эффективности сигнала Wi-Fi при прохождении через различные среды. Значения примерные приведены для беспроводной сети, работающей в частотном диапазоне 2,4 ГГц. Для диапазона 5 ГГц затухание более существенное.

ТАБЛИЦА 2. Потери эффективности сигнала Wi-Fi, 2,4 ГГц

Препятствие	Дополнительные потери (dB)	Эффективное расстояние
Открытое пространство	0	100%
Окно без тонировки (отсутствует металлизированное покрытие)	3	70%
Окно с тонировкой (металлизированное покрытие)	5-8	50%
Деревянная стена	10	30%
Межкомнатная стена (15,2 см)	15-20	15%
Несущая стена (30,5 см)	20-25	10%
Бетонный пол/потолок	15-25	10-15%
Монолитное железобетонное перекрытие	20-25	10%

На рисунке 1 представлена карта с контурами уровней принимаемых сигналов [2]. Темный цвет показывает высокий уровень приема, светлый тон низкий уровень приема сигнала. Из данной карты видно, что радиоволны проникают через окна и охватывают большое расстояние.

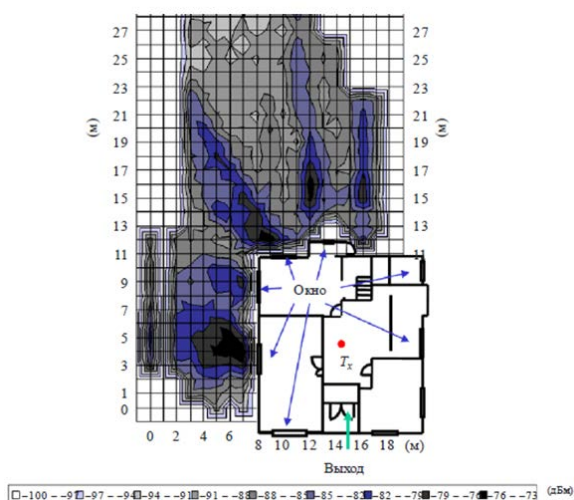


Рис. 1. Карта контуров принимаемых уровней [2]

На рисунке 2 показана зависимость потерь на трассе от расстояния [2]. Расчет потерь на трассе выполняется с помощью модели уравнения ITU-R P.1238.8:

$$L = 20 \log(f) + N \log(d) + L_f - 28 \quad (1)$$

где  $N$  – коэффициент потери мощности сигнала с расстоянием;  $d$  (м) – расстояние между приемником и передатчиком;  $f$  (МГц) – частота в мегагерцах;  $L_f$  (дБ) – коэффициент потерь (ослабления) за счет прохождения сигнала через препятствие. Когда  $N$  и  $L_f$  равны соответственно 20 и 0, это уравнение выражает потери на трассе в свободном пространстве.

На рисунке 2 показаны три рассчитанные линии. Черная пунктирная линия - это потери на трассе в свободном пространстве на частоте 5,2 ГГц. Красная сплошная линия - это аппроксимация набора данных по внутренним измерениям. Синяя кривая проходит параллельно кривой для свободного пространства, но ниже нее на 15 дБ. Данный результат показывает, что потери на трассе увеличиваются при большом значении  $N$  внутри дома, и такое увеличение становится плавным после выхода сигнала из дома.

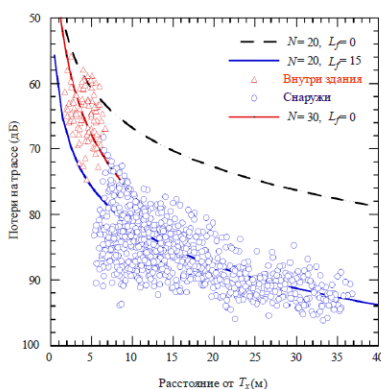


Рис. 2. Зависимость потерь на трассе от расстояния (линейная шкала) [2]

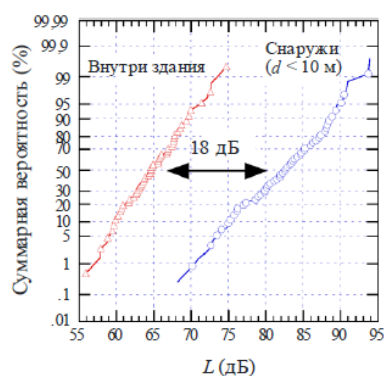


Рис. 3. Суммарные вероятности данных по измерениям потерь на трассе [2]

Таким образом, на основании этих результатов на рисунке 3 представлены две совокупные вероятности потерь на трассе, разница которых составила около 18 дБ. Это означает, что радиоволна выходит из дома с ослаблением около 18 дБ и распространяется с тем же коэффициентом ослабления в зависимости от расстояния, что и ослабление для свободного пространства.

#### Список используемых источников:

1. Рекомендация МСЭ-R P.1238-8 «Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования систем радиосвязи внутри помещений и локальных зонных радиосетей в частотном диапазоне 300 МГц – 100 ГГц». Электронная публикация. Женева, 2016 г.

2. Рекомендация МСЭ-R P.2040 «Влияние строительных материалов и структур на распространение радиоволн на частотах выше приблизительно 100 МГц». Электронная публикация. Женева, 2014 г.

3. Яковлев, О.И. Распространение радиоволн / О.И. Яковлев, В.П. Якубов, В.П. Урядов, А.Г. Павельев. - СПб. Ленанд, 2009. - 496 с.

4. А.И. Рыжов, В.А. Лазарев. Ослабление сверхширокополосных хаотических сигналов диапазона 3–5 ггц при прохождении через стены зданий. Журнал радиоэлектроники, n5, 2012.



## УСТАНОВЛЕНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СЕТЯХ 5G ПУТЁМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ ЛУЧЕЙ

**К.Г. Смирнова, Г.А. Фокин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*При использовании низких и средних частот, сигнал можно передавать как во всех направлениях, так и в определенном направлении с большим охватом по области. Однако, когда речь заходит о высоких частотах, необходимо использовать огромную антенную решётку, что приводит к тому, что сигнал передаётся лучом.*

*Поддержка диапазона миллиметровых волн в сетях 5G завязана на использовании направленных радиолиний. Направленные радиолинии основаны на управлении лучом на начальном уровне на этапе доступа в сеть. В настоящей работе будет рассмотрена процедура установления направленных соединений в сетях 5G путём последовательного сканирования лучей с использованием синхроблоков SSB.*

### **5G, мобильная связь, направленные радиолинии, управление лучом, процедура P1.**

Управление лучом – это набор процедур физического и канального уровней для установления и поддержки направленных радиолиний. Процедура управления лучом реализуется на приёмной и передающей сторонах и включает в себя:

- Сканирование лучом;
- Измерение в отдельном луче;
- Определение луча;
- Отчёт о луче;
- Восстановление луча.

Так, в работе рассматривается процедура начального доступа для пользователей в режиме ожидания, когда происходит установление соединения между оборудованием пользователя UE и базовой станцией gNB. На физическом уровне используются блоки синхронизации SSB, которые передаются в виде пакетов в направлении нисходящей линии связи (то есть от gNB к UE). Так же следует отметить, что выравнивание луча может происходить на передающей/приёмной сторонах (TRP) и на стороне оборудования пользователя (UE) для установления линии связи для параболообразующих лучей. По TR 38.802 данная процедура относится к процедуре P-1 [1,2].

Процедура P-1 – одна из процедур, относящихся к процедурам по управлению лучом в нисходящей линии связи в сетях 5G. Иными словами, данные процедуры позволяют оборудованию пользователя UE лучше принимать луч (данные).

Всего таких процедур три: Р-1, Р-2 и Р-3. Ниже в таблице 1 представлены сведения о данных процедурах с описанием их функций с кратким пояснением к ним.

ТАБЛИЦА 1. Процедуры Р-1, Р-2 и Р-3

Процедура	Функция	Краткое описание
Р-1	Выбор луча	gNB выравнивает луч, UE выбирает лучший луч и сообщает об этом gNB
Р-2	Улучшение луча для передатчика (gNB Tx)	gNB повышает качество луча (например, использует более узкий луч по более узкому диапазону), в следствии чего UE определяет лучший вариант и сообщает об этом gNB.
Р-3	Улучшение луча для приемника (UE Rx)	gNB останавливается на одном луче (то есть многократно передает один и тот же луч), а UE уточняет луч со своей стороны. Далее устанавливается пространственный фильтр на антенной решетке приемника. Это возможно только тогда, когда UE поддерживает формирование диаграммы направленности.

Более подробное описание процедур дано в спецификации TR 38.802.

Итак, после установления направленного соединения между паробразующими лучами эти же лучи могут в последствии использоваться для передачи данных. При необходимости ориентация лучей может быть скорректирована через опорный сигнал информации состояния канала CSI-RS (для нисходящей линии связи) и через зондирующий пилотный сигнал SRS (для восходящей линии связи). При утрате взаимной ориентации лучей связь направленной радиолнии может быть восстановлена путём повторного выравнивания.

Для реализации выравнивания лучей на начальном этапе выполняются следующие процедуры:

1. Генерирование пакетов синхросигналов;
2. Формирование диаграммы направленности в каждом синхроблоке SSB в пределах пакета для сканирования по всему диапазону азимутальных и вертикальных углов направления;
3. Передача сформированного сигнала каждого для каждого луча радиоканала;

#### 4. Последующая обработка сигнала на приёме.

Так, в каждой паре лучей, сформированных на передающей и на приёмной сторонах, производится измерение мощности приёмного опорного сигнала (RSRP). В результате измерений определятся пара с максимальным значением RSRP, которая и будет считаться наилучшей парой лучей на передающей и приёмной сторонах [3].

На рис.1 представлена схема, иллюстрирующая основные этапы обработки сигнала. Процедуры, относящиеся к управлению лучом, выделены цветом.

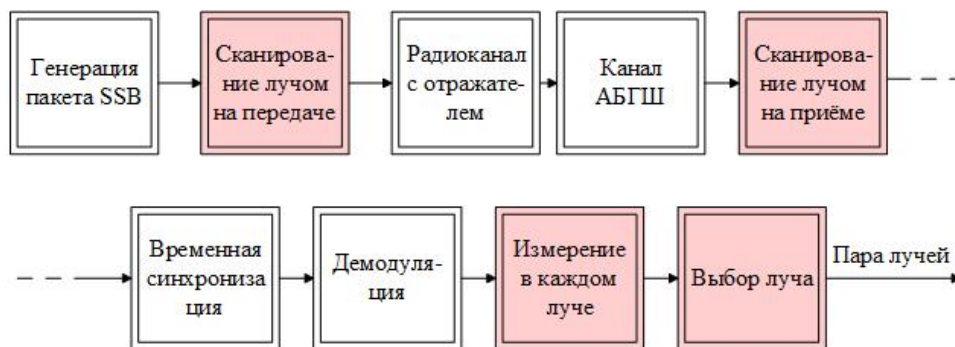


Рис. 1. Основные этапы обработки сигнала

Далее будет рассмотрена реализация сканирования лучом на приёме. За время интервала работы на приём в выбранном направлении осуществляется сканирование лучом на передачи по всем направлениям.

Для  $N$  лучей на передаче и  $M$  лучей на приёме согласно процедуре P-1 [1] каждый из  $N$  лучей передаётся  $M$  раз от gNB. Таким образом, каждый переданный луч принимается хотя бы по одному разу в течении всех  $M$  лучей на приёме. В данной статье рассматривается вариант, когда число  $N$  лучей на передаче и число  $M$  лучей на приёме равно количеству блоков SSB.

Для наглядного примера на рис.2 представлена модель сканирования лучом при  $N$  лучей на передаче и  $M$  лучей на приёме равных четырём в горизонтальной плоскости, то есть только по азимуту.

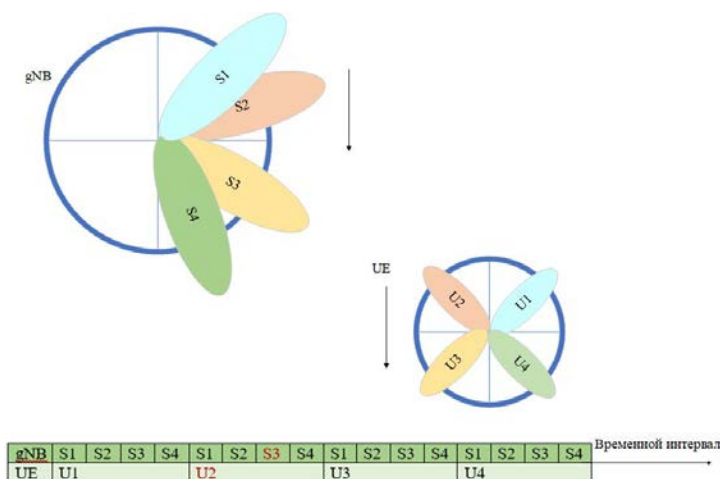


Рис.2 модель сканирования лучом

На рис.2 S1-S4 – лучи, работающие на передаче, а U1-U4 – лучи, работающие на приёме. Тогда за время приёма в каждом луче U осуществляется передача в каждом луче S. Иными словами, длительность передачи в лучах S меньше, чем длительность приёма в лучах U. Таким образом осуществляется перебор всех комбинаций лучей в поиске наилучшей пары лучей по критерию максимального значения RSRP. В рассматриваемом приеме это пара лучей S3/U2.

Таким образом, была рассмотрена процедура управления лучом, относящиеся к процедуре P-1, с использованием блоков синхронизации SSB. При данной процедуре измерение мощности принимаемого опорного сигнала позволяет определить наилучшую пару лучей в линии связи для обеспечения наилучшего соединения.

**Список используемых источников:**

1. 3GPP TR 38.802. "Study on New Radio access technology physical layer aspects." 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network.
2. 5G/NR - Beam Management [Электронный ресурс] //URL:
3. NR SSB Beam Sweeping [Электронный ресурс] //URL:  
<https://www.mathworks.com/help/5g/ug/nr-ssb-beam-sweeping.html#NewRadioSSBBeamSweepingExample-14>

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

А.Н. Степутин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Отрасль мобильной связи – динамично развивающееся направление, которое приносит в жизнь людей новые услуги и возможности, а также автоматизирует процессы. В данной статье рассмотрим инновационные технологические решения, за счет которых сети мобильной связи обеспечат высокоскоростной доступ, низкие задержки и возможность подключения большого количества устройств.*

### LTE, 5G, NR, 3GPP, RAN

#### 1. Ключевые тренды мобильной связи

На рис. 1 отображена динамика количества подключений абонентов в разбивке по мобильным технологиям, которая демонстрирует, что вплоть до 2025 количество LTE подписок будет превалировать над остальными [1]. К 2025 году количество подключений в сетях 5G составит 2,6 млрд.

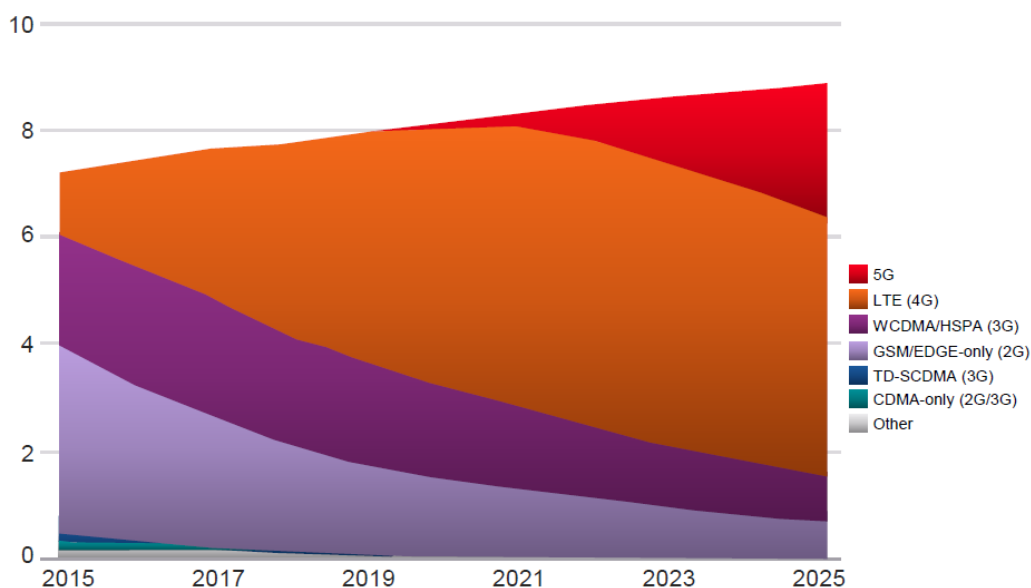


Рис. 1. Число подписок по технологиям (млрд)

На рис. 2 приведена динамика глобального мобильного трафика передачи данных, где продемонстрирован рост объема передачи данных в сетях операторов в целом и в 5G сетях в частности. Так к 2025 году ожидается, что около 45% мирового мобильного трафика передачи данных будет проходить через сети 5G.

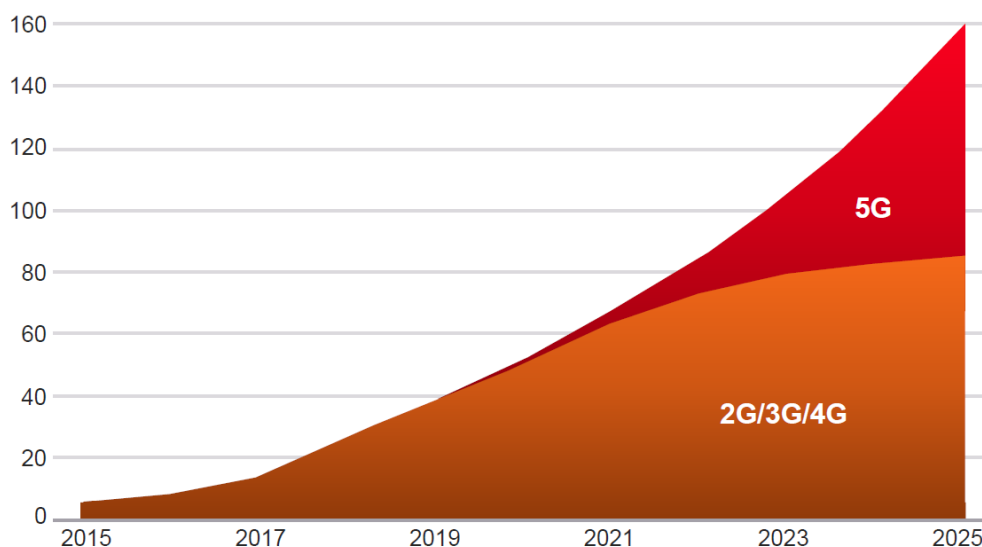


Рис. 2. Глобальный мобильный трафик передачи данных

## 2. Услуги в сетях 5G подразделяются на 3 класса [2]:

- Ультранадежная межмашинная связь со сверхнизкими задержками (URLLC);
- Сверхширокополосная мобильная связь (eMBB);
- Массовая межмашинная связь (mMTC).

Ключевые требования к различным сервисам приведены на рис. 3.

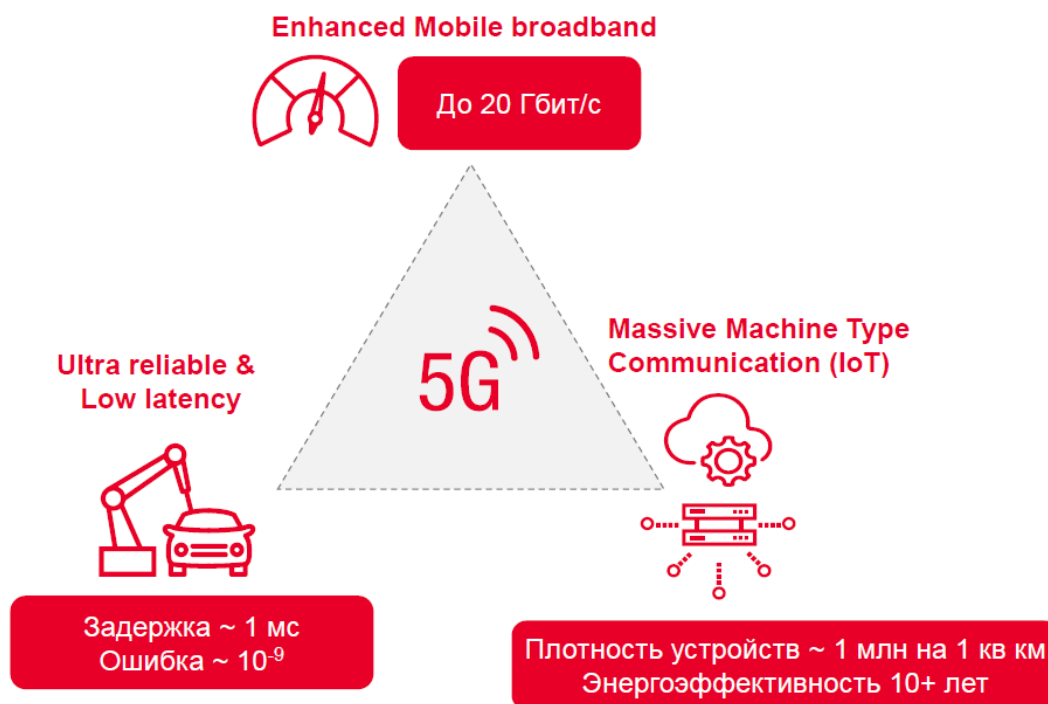


Рис. 3. Требования к услугам 5G

## 3. Стандартизация 5G в 3GPP

В таблице приведены ключевые технологические решения, которые были разработаны в последних релизах спецификаций 3GPP (Generation Partnership Project) [3,4].

ТАБЛИЦА 1. Основные технологические решения в Release 15, 16, 17 3GPP

Release 15	Release 16	Release 17
5G NR NSA & SA	C-V2X	NR Light
Ядро сети 5G	IIoT и URLLC	Эволюция eMMB
Диапазон частот ниже 6 ГГц (FR1) с massive MIMO	Приватные сети (Private Networks)	Улучшения для IIoT и URLLC
Масштабируемый радиointерфейс (OFDM)	Нелицензионный спектр	Улучшение позиционирования NR
	Массивный IoT	NR для спутниковых сетей
	NR позиционирование	Расширения IAB
	Экономия потребления энергии	Больше экономии потребления энергии
	5G Broadcast	Sidelink
	Интеграция каналов доступа и транспорта (Integrated Access/Backhaul, IAB)	Новый спектр >52 ГГц, 71 ГГц
	Эволюция eMMB	

#### 4. Основные направления развития RAN

Рассмотрим основные направления развития RAN [5].

##### 1. Эффективная радиосеть

##### 1.1. Увеличение производительности Massive MIMO

- Адаптивное формирование луча
- Исключение помех
- Распределенный MIMO

##### 1.2. Интеграция мм-диапазона

- Агрегация несущих мм-и см-диапазонов
- Двойное подключение
- Уплотнение сети в мм-диапазоне

##### 1.3. Агрегация несущих во всех диапазонах

- Агрегация несущих 5G всех диапазонов
- Двойное подключение с несущими LTE

##### 2. Гибкая радиосеть для внедрения новой архитектуры и новых бизнес-моделей

- Cloud RAN – Виртуализация BBU – гибкость архитектуры и пулинг ресурсов
- Open RAN – Открытая экосистема – мультивендорная интеграция
- Сегментирование сети (слайсинг) – Автоматическое создание слоев E2E с соответствующими SLA и изолированных между собой
- Пограничные вычисления – пограничные дата-центры для распределенной обработки и снижения задержек
- Спутниковый сегмент сети – Для создания глобального покрытия в зонах, где отсутствует покрытие мобильных сетей.

##### 3. Интеллектуальная радиосеть с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения (AI/ML)

### 3.1. В системе управления сетью и в системе SON

- Прогнозирование сбоев до уровня соты
- Предиктивная балансировка нагрузки
- Предиктивные процедуры энергосбережения
- Оптимизация динамического формирования луча

### 3.2. Дополнение к стандартной архитектуре радиосети

- Оптимизация радиointерфейса
- Нижние уровни обработки в радиомодуле

### 3.3. Оптимизация радиointерфейса

- Быстрая адаптация радиоканала
- Динамическое формирование луча
- Диспетчер ресурсов
- Управление мощностью

### **Заключение**

В данной статье проанализированы тенденции востребованности мобильных технологий, а также представлены перспективные направления развития сетей мобильной связи, которые ориентированы в первую очередь на эффективность использования радиочастного спектра, гибкость архитектуры, использование искусственного интеллекта и машинного обучения.

### **Список используемых источников:**

1. Ericsson Mobility Report, June 2021. – <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/june-2021>
2. Степутин, А.Н. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 Т. Том 2 / А. Н. Степутин, А. Д. Николаев. – 3-е изд. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 420 с. : ил.
3. 3GPP.org
4. Плетнер, М. Тренды в области измерений сетей 5G / М. Плетнер // V Всероссийский бизнес-форум «5G Future Russia 2021», 27 октября 2021, г. Москва.
5. Варукина, Л. Приоритеты развития RAN компании Nokia / XIII Международный бизнес-форум «Wireless Russia & CIS: Сети LTE, 5G и IoT», 27-28 мая 2021, г. Москва.



## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ В СЕТЯХ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ А-GNSS СОГЛАСНО СПЕЦИФИКАЦИИ 3GPP TS 36.171

**И.Г. Ушкова, Г.А. Фокин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящей работе проводится анализ возможностей позиционирования устройств в сетях подвижной связи с использованием А-GNSS согласно спецификации 3GPP TS 36.171. Спутниковые методы определения пространственных координат широко используются в современной геодезии. В США развернута система GPS (Global Positioning System), в России действует система ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система), а в Европе – спутниковая система Galileo. Все названные системы могут быть объединены термином GNSS (Global Navigation Satellite System), т.е. глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). GNSS-технологии успешно применяются в тех областях, где необходима точная информация о пространственном положении.*

### **GNSS, А-GNSS, GPS, LPP, UE, подвижная связь**

GNSS передают информацию о расположении, времени и скорости пользующимися определенными приборами пользователя на Земле, в воздухе или космическом пространстве. Чтобы реализовать функции системы, используют спутники, которые выполняют измерение местоположения с точностью до метра.

Для надежного и достоверного позиционирования необходимо идентифицировать и получить точные орбитальные данные (так называемый Эфемерид) минимум 4-х спутников. При использовании стандартных алгоритмов позиционирования это часто вызывает затруднения в местах, где имеются естественные преграды для нормального распространения радиоволн (РРВ), исходящих от спутников навигационной системы. Процесс определения местоположения может растягиваться на минуты, часы, а иногда и не может состояться вовсе.

Чтобы преодолеть недостатки GNSS в прямой видимости и низком уровне сигнала, сотовая сеть помогает приемнику GNSS, предоставляя вспомогательные данные для видимых спутников. Вспомогательные данные обычно включают данные альманаха и/или эфемериды, которые обычно принимаются через сообщения спутниковой навигации. Эти вспомогательные данные повышают производительность при запуске и времени сбора данных – TTFF (Time To First Fix – время для первого исправления), чувствительность и энергопотребление [2].

Технология Assisted GNSS (А-GNSS) – вспомогательная глобальная навигационная спутниковая система – ускоряет вычисления позиции

предоставляя приемнику всю необходимую информацию (Эфемерид, Альманах, время и т.д.) через сеть беспроводной связи и Интернет.

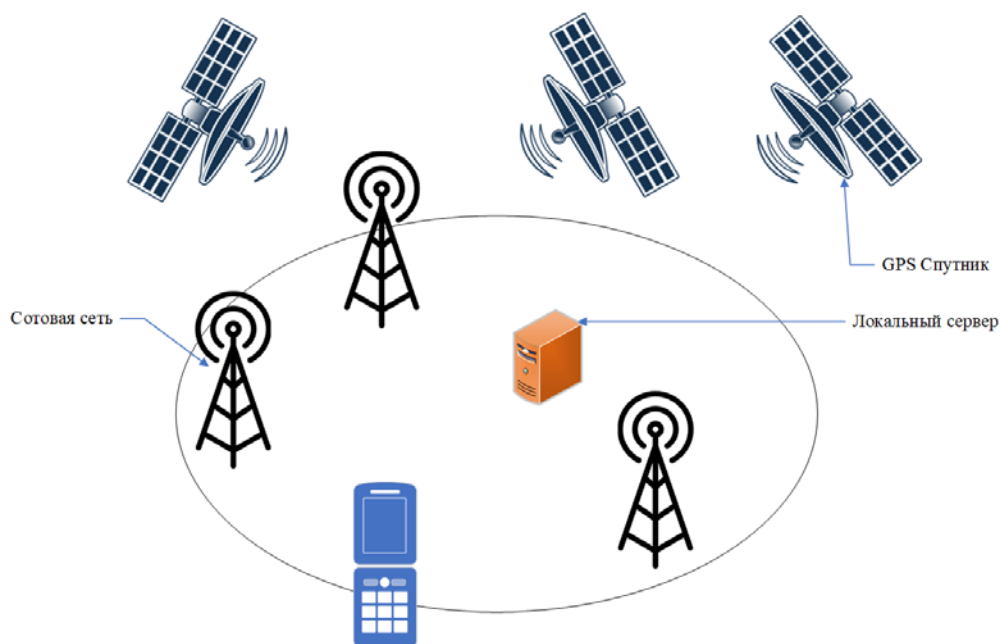


Рис. 1. A-GNSS использует данные как со спутников, так и сотовой сети

В A-GNSS содержимое навигационного сообщения передается в приемник по сотовой сети. Это позволяет приемнику знать, какие спутники находятся в поле зрения и каков их наиболее вероятный доплеровский сдвиг. Эта информация позволяет ограничить область поиска, а время ожидания может быть уменьшено до нескольких секунд, в отличие от времени ожидания в GNSS в течении многих минут, даже в неблагоприятных для распространения сигнала условиях.

Существует два основных метода расчета местоположения для A-GNSS, оба метода включают мобильное устройство, измеряющее сигналы GNSS [2]:

1. Mobile Assisted (MA). Устройство измеряет видимые спутники и отправляет данные измерений GNSS (фаза кода, доплеровский сдвиг, уровень сигнала) в сеть, которая вычисляет местоположение [3,4];

2. Mobile Based (MB). Устройство выполняет те же спутниковые измерения, что и MA, но также вычисляет свое местоположение перед отправкой вычисленного местоположения обратно в сеть (Это требует поддержки в устройстве дополнительных алгоритмов обработки и определения местоположения) [3,4].

Для того чтобы уменьшить время определения местоположения технология A-GNSS имеет минимальные требования к производительности, которые указаны в табл. 3 и табл. 4 [1]. Минимальные требования были выдвинуты на основе тестирований параметров технологии A-GNSS, которые указаны в табл. 1 и табл. 2 [1].

ТАБЛИЦА 1. Параметры тестирований

Система	Параметры	Ед. изм.	Значения				
			A	B	C	D	F
Galileo	1	дБм	-142	-	-	-127.5	-
	2		-147	-	-	-147	-
	3		-	-147	-	-	-127
	4		-	-	-127	-	-
GPS	1		-142	-	-	-129	-
	2		-147	-	-	-147	-
	3		-	-147	-	-	-128.5
	4		-	-	-128.5	-	-
ГЛОНАСС	1		-142	-	-	-131.5	-
	2		-147	-	-	-147	-
	3		-	-147	-	-	-131
	4		-	-	-131	-	-
BDS	1		-136	-	-	-133.5	-
	2		-145	-	-	-147	-
	3		-	-147	-	-	-133
	4		-	-	-133	-	-

Где параметры: 1 – Эталонный высокий уровень мощности сигнала; 2 – Эталонный низкий уровень мощности сигнала; 3 – Уровень мощности опорного сигнала; 4 – Уровень мощности опорного сигнала для всех спутников; Значения: А – Грубая временная помощь; В – Поддержка точного времени; С – Номинальная точность; D – Динамический диапазон; F – Многолучевой сценарий.

ТАБЛИЦА 2. Параметры тестирования движущегося сценария и периодического обновления

Система	Параметр	Единицы измерения.	Значения
Galileo	Уровень мощности опорного сигнала для всех спутников	дБм	-127
GPS			-128.5
ГЛОНАСС			-131
BDS			-133

Все тестирования проводились в статических условиях распространения, т.е. распространение для измерений статической производительности представляет собой среду аддитивного белого гауссова шума (AWGN). Так же все значения были достигнуты без использования каких-либо данных, поступающих от датчиков, которые могут помочь в определении местоположения.

Тестирование чувствительности проверяет выполнение оценки первой позиции, когда UE предоставляется только с помощью грубого времени и когда он дополнительно поставляется с помощью точного времени (табл. 1).

Основная цель теста номинальной точности – обеспечить хорошую точность оценки местоположения, когда это позволяют условия спутникового сигнала (табл. 1).

Тестирование динамического диапазона необходимо для проверки выполнения оценки первой позиции (табл. 1).

Цель тестирования многолучевого сценария заключается в том, чтобы проверить устойчивость приемника к многолучевости, сохраняя при этом простоту настройки теста и проверки выполнения оценки первой позиции (табл. 1).

Цель тестирования, движущегося сценарий и периодического обновления состоит в том, чтобы проверить способность приемника регулярно производить измерения GNSS или определять местоположения, а также отслеживать, когда он находится в транспортном средстве, которое замедляется, поворачивает или ускоряется (табл. 2).

Минимальные требования к производительности A-GNSS определяются исходя из предположения, что UE (User Equipment – пользовательское оборудование) получает все соответствующие и достоверные вспомогательные данные для выполнения измерения GNSS и/или расчета местоположения.

ТАБЛИЦА 3. Минимальные требования к точности и времени отклика для оценки местоположения

Параметр		Система	Вероятность успеха	Ошибка 2D положения	Максимальное время отклика
Чувствительность	Грубая временная помощь	Все	95%	100 м	20 с
	Поддержка точного времени	Все	95%	100 м	20 с
Номинальная точность		GPS L1 C/A	95%	30 м	20 с
		Все	95%	15 м	20 с
Динамический диапазон		Все	95%	100 м	20 с
Многолучевой сценарий		Все	95%	100 м	20 с

Где под всеми системами понимается: Galileo, GPS, ГЛОНАСС, BDS (BeiDou Navigation Satellite System); а под GPS L1 C/A понимается – навигационный сигнал GPS несущий C/A код (код свободного доступа) с несущей частотой 1575.420 МГц [1].

Ошибка 2D положения определяется разницей в метрах по горизонтали между точкой эллипсоида, сообщенной или рассчитанной на основе сообщения типа LPP (LTE Positioning Protocol – LTE протокол позиционирования) «ПРЕДОСТАВИТЬ ИНФОРМАЦИЮ О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ», и фактическим положением UE.

Максимальное время отклика определяется как время, начинающееся с момента получения UE сообщения типа LPP с запросом «ИНФОРМАЦИЯ О МЕСТОПОЛОЖЕНИИ» и заканчивающееся, когда UE начинает отправлять сообщение типа LPP с информацией о местоположении.

ТАБЛИЦА 4. Минимальные требования к движущемуся сценарию и периодическому обновлению

Система	Вероятность успеха	Ошибка 2D положения	Интервал периодической отчетности
Все	95%	50 м	2 с

Где интервал периодической отчетности – это период времени, с которым UE будет сообщать свои данные о скорости и местоположении.

Требования к чувствительности имеют важное значение для проверки работоспособности приемника A-GNSS в условиях слабого спутникового сигнала (табл. 3).

Требования к номинальной точности проверяет точность оценки положения A-GNSS в идеальных условиях (табл. 3).

Цель требований к динамическому диапазону состоит в том, чтобы обеспечить хорошую работу приемника GNSS, когда видимые спутники имеют довольно разные уровни сигнал (табл. 3).

Требования к многолучевому сценарию имеют важное значение для проверки устойчивости приемника к многолучевости (табл. 3).

Цель требований к движущемуся сценарию и периодическому обновлению состоит в том, чтобы проверить способность приемника регулярно производить измерения GNSS или определять местоположение, а также отслеживать, когда он находится в транспортном средстве, которое замедляется, поворачивает или ускоряется (табл. 4).

Т. о. A-GNSS позволяет приемнику GNSS намного быстрее определять местоположение при меньшем потреблении энергии.

**Список используемых источников:**

- 3GPP TS 36.171: «Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for Support of Assisted Global Navigation Satellite System (A-GNSS). (Release 16)».
- Mike Thorpe, Ewald Zelmer «LTE Location Based Services Technology Introduction», September, 2013.
- Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования: [Электронный ресурс]: [монография] / СПбГУТ, 2020. – 558 с. ISBN 978-5-89160-194-9.
- Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования 5G: [монография] / Горячая линия-Телеком, 2021. – 455 с. ISBN 978-5-9912-0930-4.

## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С КОМПЛЕКСИРОВАНИЕМ ДАЛЬНОМЕРНЫХ, УГЛОМЕРНЫХ И ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В РАСШИРЕННОМ ФИЛЬТРЕ КАЛМАНА

**Т.А. Хорев, Г.А. Фокин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Настоящая работа посвящена исследованию моделей и методов повышения точности позиционирования в сверхплотных сетях радиодоступа V2X/5G при маневрах транспортных средств за счет комплексирования дальномерных и угломерных первичных измерений с измерениями инерциальных навигационных систем в расширенном фильтре Калмана. Бортовая бесплатформенная инерциальная навигационная система представлена модулями трехосевого акселерометра и гироскопа. Интеграция первичных инерциальных измерений ускорения и угловой скорости с первичными радиотехническими измерениями угла и времени прихода сигнала осуществляются путем преобразования инерциальной системы координат акселерометра и гироскопа в связанную систему координат транспортного средства. Вторичная обработка инерциальных и радиотехнических измерений осуществляется в расширенном фильтре Калмана. Результаты комплексирования показывают повышение точности оценки траектории транспортного средства с нескольких метров до одного метра при повороте на перекрестке.*

***позиционирование, сверхплотные сети 5G, vehicle to everything, дальномерные и угломерные измерения, инерциальная навигационная система, расширенный фильтр Калман.***

Одними из основных первичных измерений в радиотехнических системах позиционирования являются дальномерные (ДМ, аббр. от англ. Time of Arrival – TOA), разностно-дальномерные (TDOA, аббр. от англ. Time Difference of Arrival и угломерные (УМ, аббр. от англ. Angle of Arrival – AOA) [1,2]. В сетях мобильной связи четвертого поколения разностно-дальномерные измерения получили распространение для определения местоположения (МП) абонентских станций, а УМ измерения – для пеленгации базовых станций. Для позиционирования внутри помещений распространение получили также методы радиокарты, основанные на первичных измерения индикатора уровня принимаемого сигнала RSSI (аббр. от англ. Received Signal Strength Indication). Радиокарту внутри помещений можно построить по сигналам RSSI, принимаемым подвижными устройствами от точек доступа Wi-Fi, однако определение МП исключительно методом радиокарты по соотношению трудозатрат и достижимой точности на сегодняшний день оказывается неконкурентоспособным. Для повышения точности позиционирования служит подход, основанный на комплексировании измерений RSSI с измерениями инерциальной навигационной системы (ИНС, аббр. от англ.

Inertial Navigation Systems – INS), которой оборудованы современные абонентские устройства. Распространенным инструментом комплексирования разнородных измерений служит подход, основанный на фильтре Калмана (ФК). Использование фильтра Калмана при позиционировании транспортных средств (ТС, аббр. от англ. Vehicular User Equipment – VUE) позволяет получать их оптимальные оценки координат (ОК), скорости и/или ускорения в результате вторичной обработки зашумленных первичных измерений в режиме реального времени с непрерывным обновлением оценок по мере движения. В интеллектуальных транспортных системах для сверхплотных сетей радиодоступа V2X/5G решению подлежит задача оценки координат с точностью до 1 м и скорости движения до 150 км/ч [3]. Здесь оценка траектории ТС, включая определение его местоположения (МП), скорости и/или ускорения, осуществляется на основе дальномерных и угломерных первичных измерений, которые собираются опорными пунктами приема (ПП) дорожной инфраструктуры (RSU, аббр. от англ. Roadside Unit) с определенной погрешностью измерений времени и угла прихода сигнала. ФК, используя вторичную обработку ДМ/УМ измерений, позволяет прогнозировать траекторию движения ТС с требуемой точностью.

Рассмотрим особенности использования ИНС в задачах позиционирования [4-11]. Оценка координат ТС осуществляется с использованием РФК на основе ДМ/УМ измерений, а также измерений от модулей ИНС (IMU, аббр. от англ. Inertial Measurement Unit). Первичные ДМ/УМ измерения собираются стационарными ПП дорожной инфраструктуры, положение которых известно; число ПП в каждый момент движения ТС определяется дальностью связи между ПП и ТС.

В качестве модулей IMU используются микро-электромеханические системы, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические устройства: механическим устройством может быть инерциальный датчик. В настоящей работе в качестве датчиков рассматривается применение микромеханических гироскопов и микромеханических акселерометров. В РФК ИНС используется на этапе формирования априорной оценки на основе первичных измерений 3-осевого акселерометра и 3-осевого гироскопа; при этом гироскопы обеспечивают ориентацию акселерометров в пространстве.

В жестко связанной схеме бесплатформенной ИНС осуществляется сбор первичных измерений поступательного и вращательного движений, которые вместе с первичными измерениями спутниковой навигационной системы (СНС) поступают на фильтр Калмана для вторичной обработки. Данная схема позволяет повысить точность позиционирования по сравнению с отдельной и слабо связанной схемой, исключает взаимную корреляцию ОК, а также снимает проблему синхронизации работы бесплатформенной ИНС/СНС. Недостатком жестко связанной схемы является ее низкая надежность, так как при отсутствии первичных измерений ИНС в результате

выхода из строя бесплатформенной ИНС система вторичной обработки ФК перестает работать.

В исследуемой ИМ шум первичных ИНС измерений, как и РТИ измерений, также принимается АБГШ: спектральная плотность мощности шума гироскопа  $\sigma_w^2 = 1,25 * 10^{-4}$  рад/с/ $\sqrt{\text{Гц}}$ , мощность шума акселерометра  $\sigma_a^2 = 2 * 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>/ $\sqrt{\text{Гц}}$ . Значения меняющихся ошибок бесплатформенной ИНС можно считать постоянными [10]; примем смещение измерений гироскопа  $3,5 * 10^{-4}$  рад/с, акселерометра  $5 * 10^{-3}$  м/с<sup>2</sup>.

Рисунок 1 иллюстрирует работу РФК с комплексированием ТОА/АОА/INS в сравнении с РФК на основе только измерений ТОА/АОА: рисунок 1а иллюстрирует полную траекторию движения ТС в городе по модели сценария METIS Madrid Simulation Scenario, которая была разработана в [3]; рисунок 1б иллюстрирует оценку траектории ТС на отдельно взятом повороте.

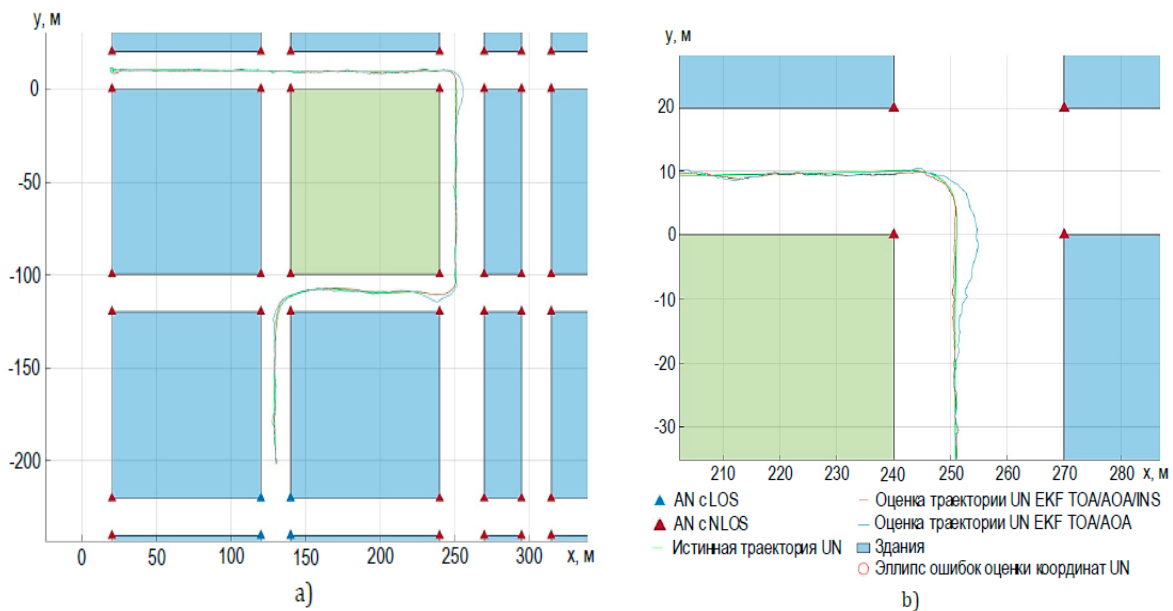


Рис. 1. Оценка траектории ТС: а) полная траектория; б) участок поворота

Качественный анализ оценок траекторий (рисунок 1б) позволяет сделать вывод о том, что комплексирование РТИ-измерений с измерениями ИНС позволяет повысить точность позиционирования ТС на перекрестке. В рассматриваемом сценарии ИМ VUE движется со скоростью  $v \approx 5$  м/с, интервал сбора ДМ/УМ измерений равен  $T = 0,1$  с; интервал сбора ИНС измерений равен  $\Delta t = 0,01$  с.

Рисунок 5 детализирует количественно точность ОК ТС для каждой точки траектории его движения; ось  $x$  показывает пройденное ТС расстояние; вертикальными штриховыми линиями показано примерное положение начала поворота в траектории движения ТС. Анализ точности ОК ТС для каждой точки траектории его движения (рисунок 2) показывает, что использование ИНС позволяет существенно сократить ошибку на участках траектории с изменением направления движения ТС.



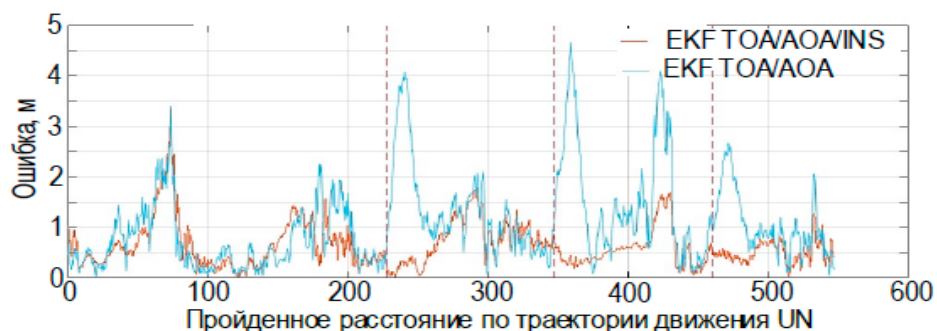


Рис. 2. Точность ОК в каждой точке траектории движения ТС

Рисунок 3 показывает оценку траектории ТС на основе только измерений ИНС, т. е. при отсутствии этапа обновления на основе ДМ/УМ измерений.

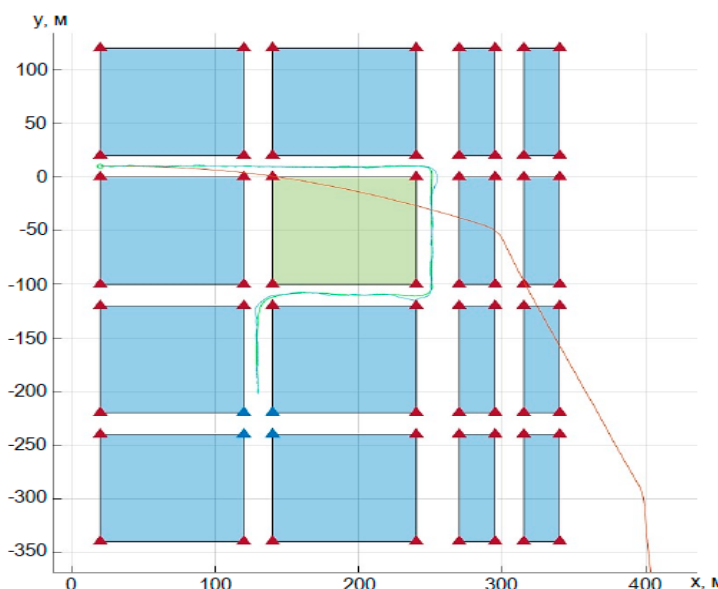


Рис. 3. Оценка траектории ТС только на основе измерений ИНС

Анализ точности ОК ТС только на основе измерений ИНС подтверждает накопление ошибки, так как для ИНС характерен дрейф измерений отдельных датчиков, что приводит к невозможности оценки координат ТС методом двойного интегрирования измерений на длительном интервале времени. Так, в алгоритме TOA/AOA/INS по измерениям ИНС строится оценка на относительно коротком интервале времени между этапами обновления на основе дальномерных/угломерных измерений, которые необходимы для периодической корректировки.

ИМ предполагается, что измерения доступны в каждой точке траектории движения ТС. Ошибка оценки траектории ТС RMSE (аббр. от англ. Root Mean Square Error) вычисляется как среднее значение евклидова расстояния между истинными координатами и их оценкой по совокупности  $K$  точек измерений:

$$RMSE = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sqrt{(x_{io} - x_i)^2 + (y_{io} - y_i)^2}$$

где  $[x_k, y_k]$  –  $k$ -я оценка координат ТС;  $[x, y]$  – истинные значения координат ТС;  $K$  – количество оценок координат.

При усреднении оценки траектории движения ТС в городе по модели METIS Madrid ошибка ОК составила порядка 0,7 м для ДМ/УМ/ИНС и 1,15 м для ДМ/УМ без ИНС; выигрыш от комплексирования РТИ-измерений с ИНС особенно проявляется на поворотах при маневрировании ТС.

Настоящая работа, развивает методологию комплексирования радиотехнических дальномерных и угломерных измерений с измерениями инерциальной навигационной системы с использованием расширенного фильтра Калмана. Разработанная математическая и имитационная модели, включая преобразование инерциальной системы координат акселерометра и гироскопа в связанную систему координат транспортного средства, подтверждают возможность повышения точности позиционирования транспортного средства при изменении направления движения на перекрестках с точностью до одного метра.

#### Список используемых источников:

1. Фокин Г.А. Технологии сетевого позиционирования: монография. СПб.: СПбГУТ, 2020. 558 с.
2. Фокин Г.А., Кучерявый А.Е. Сетевое позиционирование в экосистеме 5G // Электросвязь. 2020. № 9. С. 51–58. DOI:10.34832/ELSV.2020.10.9.006
3. Фокин Г.А., Владыко А.Г. Позиционирование транспортных средств в сверхплотных сетях радиодоступа V2X/5G с использованием расширенного фильтра Калмана // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 4. С. 45–59. DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-4-45-59
4. Кузовков Н.Т., Салычев О. С. Инерциальная навигация и оптимальная фильтрация. М.: Машиностроение, 1982. 216 с.
5. Андреев В.Д. Теория инерциальной навигации. Корректируемые системы. М.: Наука, 1967. 648 с.
6. Мак-Клур К.Л. Теория инерциальной навигации. М.: Наука, 1964. 300 с.
7. Ишлинский А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. М.: Наука, 1976. 670 с.
8. Горенштейн Н.А., Шульман И.А., Сафарян А.С. Инерциальная навигация. М.: Советское радио, 1962. 248 с.
9. Доннел О. Инерциальная навигация. Анализ и проектирование. М.: Наука, 1969. 592 с.
10. Васильев П.В., Мелешко А.В., Пятков В.В. Повышение точности корректируемой инерциальной навигационной системы // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. Т. 57. № 12. С. 15–21.
11. Трефилов П.М. Сравнительный анализ улучшения точностных характеристик инерциальных навигационных систем // XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019 (Москва, 17–20 июня 2019). М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2019. С. 470–474. DOI:10.25728/vspu.2019.0470

## АРХИТЕКТУРА СПУТНИКОВЫХ РАДИОИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КООПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ

**Е.В. Хрипунов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлено исследование международных стандартов архитектуры спутниковых радиointерфейсов, применимых для использования в сетях связи с кооперативным доступом к частотно-орбитальному ресурсу. Так же отмечена актуальность и тенденции развития спутниковых сетей связи в России. Уделено внимание роли спутникового радиointерфейса в контексте сетей связи 5-го поколения. Проанализированы тенденции использования различных частотных диапазонов для спутниковой связи, в том числе для глобальных низкоорбитальных систем. Выделены основные характеристики радиointерфейса, определяющие эффективность спутниковой системы.*

***спутниковые системы связи, спутниковый радиointерфейс, частотные диапазоны, международные стандарты спутникового радиointерфейса***

В настоящее время можно отметить повышенный интерес различных государств к отрасли спутниковой связи. Если говорить о Российской Федерации, то данный интерес отражен в программе «Сфера», созданной в рамках государственной политики по вопросам цифровой экономики [1]. Одной из целей данного проекта является обеспечение надежной и бесперебойной широкополосной спутниковой связи, в первую очередь в Северных и приполярных регионах, то есть там, где не представляется возможным использование широкого спектра услуг наземных сетей. В дальнейшем планируется выход новых услуг российской спутниковой связи на мировой рынок, в связи с чем, необходимо, чтобы разрабатываемые системы соответствовали современным международным стандартам.

В связи с вышесказанным, актуальным вопросом является выбор варианта реализации высокоскоростного спутникового радиointерфейса в интересах кооперативного доступа к частотно-орбитальному ресурсу. Кооперативный доступ позволяет гибко распределять емкость спутниковых систем между действующими абонентами, в соответствии с приоритетами и тарифными планами, а так же избежать ситуации простоя ресурса, так как срок эксплуатации спутников связи довольно ограничен, и необходимо максимально эффективно использовать доступный ресурс.

Если говорить об организационных вопросах построения спутникового радиointерфейса, то стоит упомянуть о применяемых и планируемых к применению частотах. За последние годы мало что изменилось, поэтому в международной сетке частот для спутниковой связи выделены следующие диапазоны:

- L – 1452 – 1550 и 1610 – 1710 МГц

- S – 1930 – 2700 МГц
- C – 3400 – 5250 и 5725 – 7075 МГц
- X – 7250 – 8400 МГц
- Ku – 10,70 – 12,75 и 12,75 – 14,80 ГГц
- Ka – 15,40 – 26,50 и 27,00 – 30,20 ГГц
- Q/V – 40 – 75 ГГц

В настоящее время особый интерес представляют Ka и Ku диапазоны, так как они обладают достаточно широкой полосой и при использовании технологии построения спутников HTS (High-Throughput Satellite), подразумевающей пространственное переиспользование частот и поляризации, позволяют добиться пропускной способности спутника порядка 300 Гбит/с и более. В перспективе планируется выпуск спутников нового поколения, обеспечивающих пропускную способность порядка 1 Тбит/с, что позволит существенно снизить себестоимость передачи единицы информации. Сейчас производится вывод на орбиту спутниковой глобальной низкоорбитальной системы Stralink, которая работает в Ka и Ku диапазонах, но, по мнению многих специалистов, в этих диапазонах корректно работать могут не более двух глобальных негеостационарных систем, хотя количество заявок в МСЭ на данные частоты уже больше десятка [2]. Можно сделать вывод, что Ka и Ku диапазоны очень быстро будут заполнены. Диапазоны L, S, C и X уже сейчас перегружены действующими спутниками различного назначения, в том числе спутниками дистанционного зондирования Земли и метеорологическими спутниками. Q/V диапазон пока еще находится в процессе технического освоения, но уже существуют некоторые системы, работающие на данных частотах. Он является весьма перспективным, так как его использование позволит уменьшить размеры антенны наземного абонентского терминала, но взамен потребует увеличения точности наведения антенны на спутник. К тому же данный диапазон планируется к использованию в спутниковых системах сопряженных с 5G, для обеспечения высокоскоростного доступа в местах, где разворачивание наземных сетей связи является невыгодным или вообще невозможным вариантом.

На рис. 1 представлена глобальная архитектура широкополосной спутниковой связи. Спутниковый радиointерфейс является службой передачи данных между спутником и наземными терминалами.

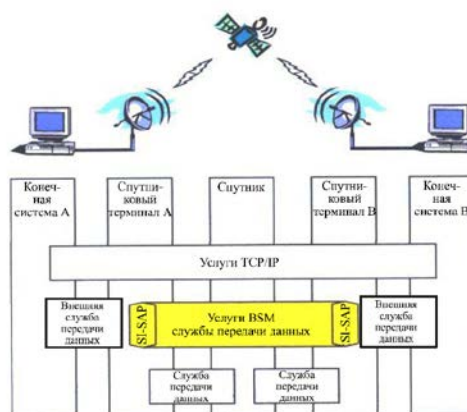


Рис.1 Глобальная архитектура обслуживания широкополосной спутниковой связью [3].

Задача спутникового радиointерфейса, впрочем, как и любого другого беспроводного интерфейса передачи данных, заключается в обеспечении физического и канального уровня сетевой модели OSI (Open Systems Interconnection model). Физический уровень отвечает за процесс передачи бит информации через среду распространения, включая выбор схемы кодирования и модуляции, для обеспечения наилучших показателей скорости передачи и помехоустойчивости в заданной помеховой обстановке. На данном уровне определяется максимально возможная скорость передачи данных, которая зависит от выделенной для передачи полосы частот, спектральной эффективности используемых методов модуляции, а так же избыточности помехоустойчивых кодов. Стоит отметить, что современные спутниковые радиointерфейсы поддерживают режим адаптивной модуляции, что позволяет гибко разменять скорость передачи на помехоустойчивость. Канальный уровень отвечает за реализацию метода доступа абонентов к системе, установление и обслуживание соединения, адресацию, перезапрос информации, а так же управление и согласование параметров физического уровня. В данном случае из всего многообразия функций канального уровня нас в большей степени интересует реализация метода доступа, так как он значительно влияет на количество обслуживаемых абонентов и гибкость перераспределения ресурсов системы.

Все стандарты спутникового радиointерфейса, опубликованные Международным союзом электросвязи, имеют привязку к поколениям сетей связи. Наиболее ранние стандарты представлены в рекомендации МСЭ-R S.1709-1 [3]. Несмотря на то, что данная рекомендация была опубликована в 2005 году, она все еще является действующей, как и все выпущенные стандарты спутникового радиointерфейса. Характеристики интерфейсов представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная таблица стандартов ETSI EN 301 790, TIA 1008-A и ETSI RSM-A

Наименование	ETSI EN 301 790	TIA-1008-A	ETSI RSM-A

Модуляция	КФМН	КФМНС с ограничением по амплитуде (CE-OQPSK)	КФМНС с ограничением по амплитуде (CE-OQPSK)
Метод доступа восходящего трафика	DVB-S	DVB-S	Высокоскоростной МДВР
Скорость передачи данных исходящего трафика	1–45 Мбит/с	1–45 Мбит/с	100 Мбит/с, 133,33 Мбит/с, 400 Мбит/с
Формат доступа входящего трафика	МЧ-МДВР	МЧ-МДВР	МДЧР-МДВР

Наиболее выгодным из этого набора стандартов является ETSI RSM-A, так как с его помощью можно организовать соединение большего количества клиентов при таком же показателе скорости. Следующим этапом развития спутниковых интерфейсов стали технологии CI-OFDM и MC-CDMA, которые реализуют методы передачи на основе многих несущих, описанные в рекомендации МСЭ-R S.1878 [4]. Применение CI-OFDM позволяет добиться значения спектральной эффективности 3,6 бит/с/Гц и гибко распределять ёмкость спутникового ретранслятора. Если говорить о MC-CDMA, то стоит отметить, что данный метод обладает повышенной, относительно CI-OFDM, помехоустойчивостью и может обеспечить высокую спектральную эффективность, при использовании в системах подвижной спутниковой связи.

Самыми поздними стандартами спутникового радиointерфейса являются BMSat и SAT-OFDM, которые описаны в рекомендации МСЭ-R M.2047-0, выпущенной в 2013 году [5]. Радиointерфейс BMSat разработан на основе усовершенствованной наземной технологии долгосрочного развития (LTE-Advanced). Из нововведений и достоинств можно отметить способность работы с модуляцией 64 QAM, при организации линии вниз методом OFDM, что значительно повышает пропускную способность интерфейса. Так как BMSat является адаптированным для спутниковой связи наземным LTE, то можно говорить о большом потенциале использования данного стандарта спутникового радиointерфейса для сопряжения наземных и спутниковых сетей связи.

Радиointерфейс SAT-OFDM так же имеет много общего со спецификациями наземного LTE. Но главным его отличием от BMSat является поддержка двух режимов работы: нормального и расширенного. Нормальный режим полностью совместим со стандартом 3GPP LTE, в то время как расширенный режим позволяет улучшить характеристики канала

связи, за счет включения дополнительных функций, специфичных для спутникового канала.

Таким образом, для организации кооперативной спутниковой связи наиболее актуальным решением является использование архитектуры радиointерфейсов BMSat и SAT-OFDM, в Ka и Ku диапазонах частот. Данные варианты позволят добиться высокой пропускной способности и готовности канала, а так же обслуживать значительное число абонентов. Но, с другой стороны, в настоящее время продолжается разработка стандартов сетей IMT-2020, и не исключено появление более перспективных технологий спутникового радиointерфейса.

#### **Список используемых источников:**

1. Урличич Ю., Прохоров С. Цели и задачи программы “Сфера” //Технологии и средства связи. – 2020. – №. S1. – С. 26-32.

2. Мысев М., Уваров С. Проблемы радиочастотного обеспечения низкоорбитальных спутниковых систем широкополосного доступа //Технологии и средства связи. – 2020. – №. S1. – С. 66-72.

3. Рекомендация МСЭ-R S.1709-1 Технические характеристики радиointерфейсов для глобальных широкополосных спутниковых систем [электронный ресурс]. URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1709-1-200701-I!!PDF-R.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1709-1-200701-I!!PDF-R.pdf) (Дата обращения: 27.10.2021)

4. Рекомендация МСЭ-R S.1878 Методы передачи на основе многих несущих для спутниковых систем [электронный ресурс]. URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/s/r-rec-s.1878-0-201012-i!!pdf-e.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/r-rec-s.1878-0-201012-i!!pdf-e.pdf) (Дата обращения: 25.10.2021)

5. Рекомендация МСЭ-R M.2047-0 Подробные спецификации спутниковых радиointерфейсов перспективной Международной подвижной электросвязи (IMT-Advanced) [электронный ресурс]. URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2047-0-201312-I!!PDF-R.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2047-0-201312-I!!PDF-R.pdf) (Дата обращения: 30.10.2021)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМ

**М.Е. Шалаева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Статья посвящена исследованию эффективности резервирования блоков системы. Рассмотрены методы повышения надежности при проектировании. Была смоделирована система, для которой был произведен расчет комплексного показателя надежности.*

***надежность, показатели надежности, коэффициент готовности***

В последнее время технические системы всё больше и больше проникают в самые разные сферы деятельности. Это заставляет задуматься о том, что от того, насколько система будет надежна, может зависеть даже жизнь человека. Так что сложно переоценить актуальность, а также необходимость исследования повышения надежности самых разных технических систем. В связи с чем в данной статье был исследован метод повышения надежности – резервирование, а именно его эффективность.

Согласно ГОСТ 27.002 надежность является свойством, определяющим способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [1]. Она объединяет в себе четыре свойства: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость.

Долговечность и сохраняемость технической системы определяются аналогичными свойствами блоков, из которых она состоит, а также от проведения мероприятий, поддерживающих их, например, технического обслуживания.

Безотказность и ремонтпригодность системы также определяются безотказностью и ремонтпригодностью блоков. Повышение безотказности на этапе проектирования возможно обеспечить двумя методами:

- использованием ЭРИ с более высокими показателями надёжности;
- резервированием.

Первый метод имеет ограничения – доступные на данный момент развития материалы, способы их обработки и техническое оборудование не позволяют изготавливать более надежные ЭРИ.

Второй метод вышеуказанных ограничений не имеет, так как его суть заключается в введении дополнительных средств и/или возможностей сверх минимально необходимых для выполнения заданных функций. Однако резервирование значительно повышает стоимость системы.

В качестве модели принята техническая система, состоящая из одного блока. Согласно ГОСТу по числу возможных состояний работоспособности система относится к виду I, по возможности восстановления



работоспособного состояния после отказа в процессе эксплуатации – к восстанавливаемым [2].

В качестве показателя надежности (ПН) принят комплексный показатель – коэффициент готовности, являющийся вероятностью того, что объект окажется в неработоспособном состоянии в данный момент времени.

Коэффициент готовности рассчитывается по формуле [3]:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_B},$$

где  $T_0$  – наработка на отказ;

$T_B$  – время восстановления.

На рисунке 1 изображена зависимость ПН системы от ПН блока. Из рисунка видно, что для того, чтобы у системы коэффициент готовности был порядка 0,99, необходимо использовать блок с соизмеримым показателем.

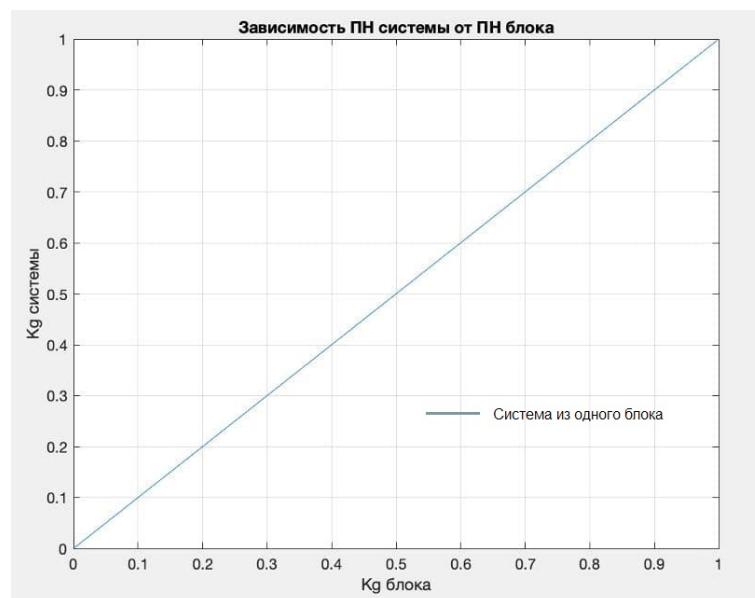


Рис.1. Зависимость ПН системы от ПН блока

Однако разрабатываемые системы содержат более одной составной части (СЧ), и в самом простом случае отказ любой из них будет приводить к отказу системы. Из формулы (1) и рисунка 2 видно, что для обеспечения ПН системы порядка 0,99 необходимо использовать блоки с показателями, превышающими это значение. Но не всегда есть возможность обеспечить столь высокую надежность отдельных блоков, в связи с чем вводится резервирование СЧ с самыми низкими показателями надежности.

$$K_{\Gamma} = \prod K_{\Gamma i}, \quad (1)$$

где  $K_{\Gamma i}$  – коэффициент готовности  $i$ -го блока.

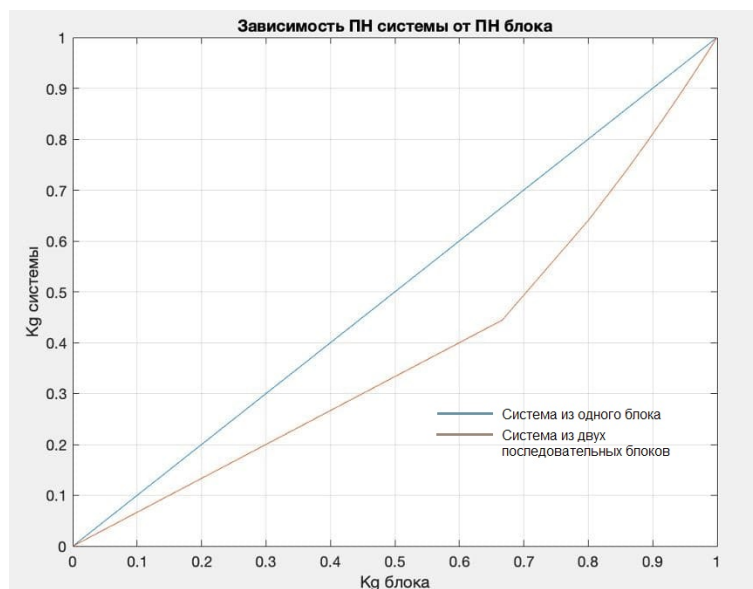


Рис.2. Зависимость ПН системы из двух последовательных СЧ от ПН блока

Коэффициент готовности системы с резервированием рассчитывается следующим образом [3]:

$$K_{Г} = 1 - (1 - K_{Гi})^2$$

На рисунке 3 изображен график зависимости коэффициента готовности системы с резервированием от коэффициента готовности блока. Для наглядности также изображен график с рисунка 1.

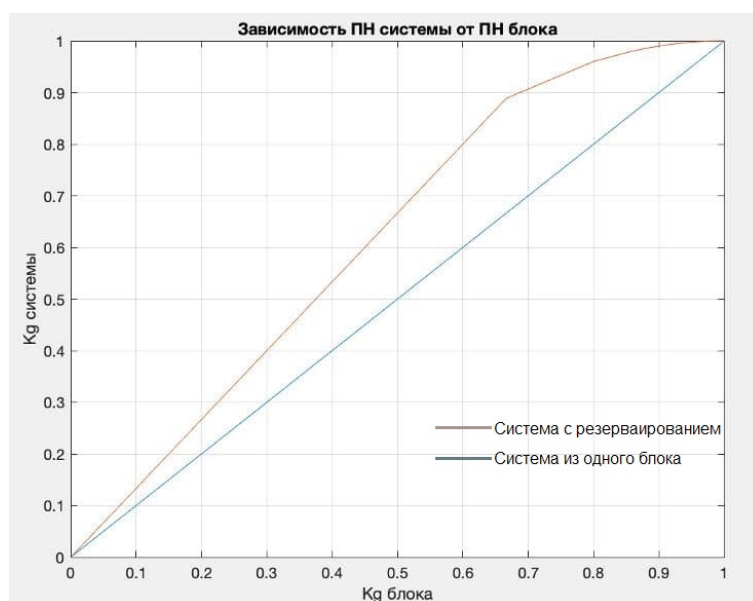


Рис.3. Зависимость ПН системы с резервированием от ПН блока

Из рисунка видно, что наибольший выигрыш будет при коэффициенте готовности блока, равном примерно 0,66. Для систем, СЧ которых имеют комплексные показатели надежности близкие к единице, эффективность резервирования снижается, то сеть резервирование не позволит значительно повысить коэффициент готовности. Однако резервный блок также требует ТО и ремонта, т.е. затраты на подобную систему увеличиваются вдвое.

Тем не менее современные блоки в большинстве своем имеют высокую надежность – более 0,96 и немалую стоимость, так что дублирование в современных системах не целесообразно, в связи с чем необходимо прибегнуть к другим видам резервирования, классификация которых представлена на рисунке 4.



Рис.4. Классификация методов резервирования [4]

Вышеуказанные методы позволяют повысить надежность, сокращая при этом затраты на обеспечение постоянного резерва.

Таким образом, резервирование является эффективным в системах, состоящих из блоков с комплексными показателями надежности 0,5 – 0,7. Для систем с блоками, коэффициент готовности которых близок к единице, дублирование уже не подходит.

**Список используемых источников:**

1. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016, 23 с.
2. ГОСТ 27.003-2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. М.: Стандартинформ, 2018, 18 с.
3. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики //М.: Изд-во «Сов. радио»,–1975. – 1968.
4. Ефремов А. А. Теория надежности: конспект лекций //Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та. – 2015.

**Секция 1.3.**  
**Проектирование и технология радиоэлектронных средств**

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАТЫ ОПТИЧЕСКОЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ

**И.А. Горобцов, И.С. Мануйлов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены задачи, принцип действия четырёхканальной гальванической развязки для передачи логических сигналов, пример компонентов, а также метод их подбора, с дальнейшим проектированием платы.*

*гальваническая развязка, оптрон, четырёхканальная оптическая развязка, четыре канала*

Гальваническая развязка является важной частью в сетевых источниках питания для повышения надёжности работы устройства, её отсутствие может привести к низковольтной выходной стороне источника питания от потенциала сети [1].

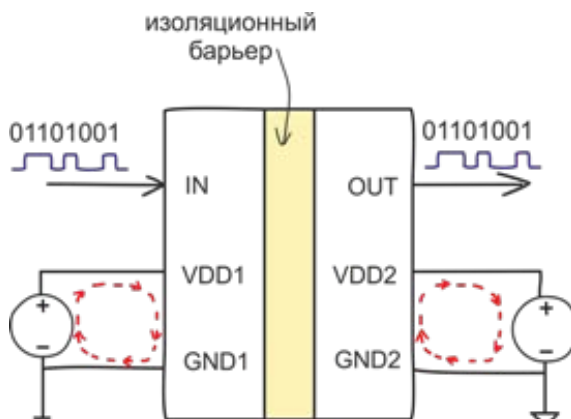


Рис. 1. Схема гальванической развязки

Развязка цифрового сигнала, решает три основные задачи:

1. Защита от высоких напряжений.

Микроконтроллер, имеющий небольшое напряжение питания, задает сигналы управления для силового транзистора или другого устройства высокого напряжения. Если между драйвером, увеличивающим управляющий сигнал по напряжению и мощности, и устройством управления не окажется изоляции, то есть вероятность, что микроконтроллер выйдет из строя.

2. Также нередко используются микросхемы с изоляционным барьером для сопряжения электрических цепей с разными напряжениями питания. Так как электрической связи между цепями нет, логические уровни информационного сигнала на входе и выходе микросхемы будут соответствовать питанию на «входной» и «выходной» цепях соответственно.

3. Гальваническая развязка также используется для повышения помехоустойчивости систем. Один из основных источников помех в радиоэлектронной технике является «общий провод», зачастую – это корпус устройства. Если передача информации происходит без гальванической развязки, то общий провод обеспечивает нужный для передачи информационного сигнала общий потенциал передатчика и приемника. Так как зачастую общий провод является одним из полюсов питания, подключение к нему разнообразных электронных устройств, в особенности силовых, приводит к появлению кратковременных импульсных помех. Однако если заменить «электрическое соединение» на соединение через изоляционный барьер, то они исключаются.

Для того, чтобы передать сигнал без соединения электричеством используется светоизлучатель и фотодетектор. На входе электрический сигнал преобразуется в «световой импульс», проходит через светопропускающий слой, фотодетектор его принимает и обратно преобразует в электрический сигнал [2].

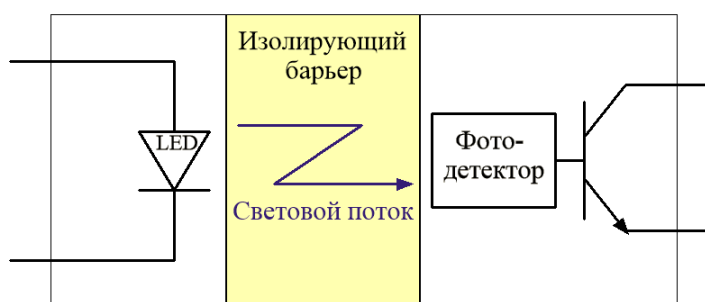


Рис. 2. Схема оптической гальванической развязки

Развязка через оптрон очень популярна и несколько десятилетий являлась единственным методом развязки цифровых сигналов. Оptron использует фотоны в качестве носителя информации, что обеспечивает очень высокую электрическую изоляцию входа и выхода, однонаправленность потока информации, то есть отсутствие обратной передачи информации с выхода на вход, а также имеет широкую полосу пропускания [3].

Необходимо по начальным данным подобрать элементную базу, создать структурную схему, разработать и спроектировать четырехканальную оптическую гальваническую развязку.

Оptron будет подключён к напряжению в 28В, а также 2 дополнительных канала микроконтроллера, напряжение на эмиттере транзистора 3.3В с выходом сигнала на контроллер и заземление (рисунок 3).

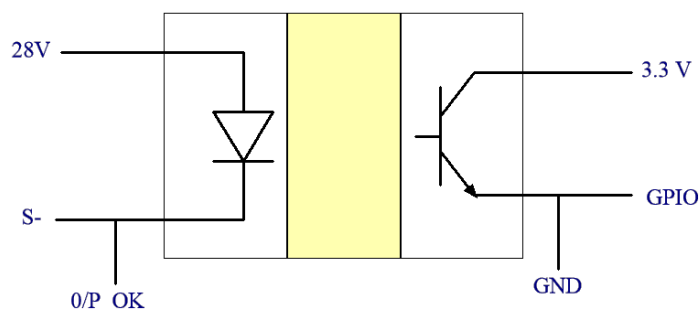


Рис. 3. Начальные данные

Выбор оптрона был сделан в пользу PS2801-4-F3-A, основываясь на данных документации (рисунок 4).

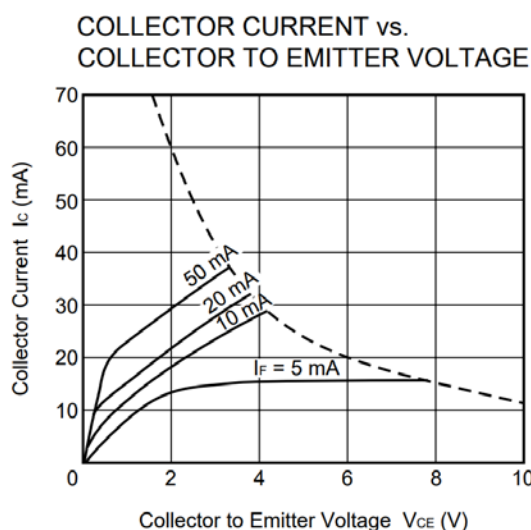


Рис. 4. График зависимости тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер [4]

Из графика можно определить, что при напряжении 3.3В на коллектор-эмиттер, прямой ток для стабильной работы может составлять 5, 10, 20мА, в зависимости от желаемого тока коллектора. При прямом токе в 5мА, от изменения напряжения на коллектор-эмиттер, ток на коллекторе будет меняться не так резко, как при 10, 20 мА. Остановимся на прямом токе в 5мА.

Поскольку напряжение в 28В велико для того чтоб получить прямой ток в 5мА на оптроне необходимо понизит напряжение для данного оптрона велико, необходимо понизить напряжение, структурная схема принимает следующий вид (Рисунок 5).

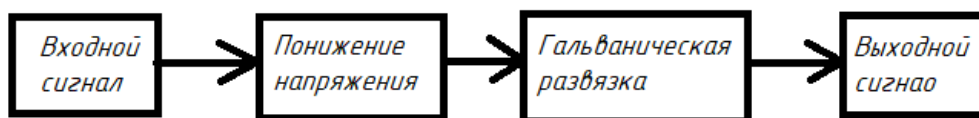


Рис. 5. Схема структурная

Для понижения напряжения был выбран стабилитрон BZV55-C18 (таблица 1), который обеспечит понижение напряжения до 18В, а также будет защищать оптрон от перенапряжения.

ТАБЛИЦА 1. Характеристика BZV55-C18 [5]

Рабочее напряжение +/- 5% $V_Z$ (В) При $I_{Z\text{тест}} = 5\text{мА}$		Дифференциальное сопротивление $R_{\text{дифф}}$ (Ом) при $I_{Z\text{тест}} = 5\text{мА}$	Температурный коэффициент $S_Z$ (мВ/К) при $I_{Z\text{тест}} = 5\text{мА}$		Дифференциальное сопротивление $R_{\text{дифф}}$ (Ом) при $I_{Z\text{тест}} = 1\text{мА}$	$I_R$ при $V_R$ $T_a = 25^\circ\text{C}$ (мкА) (В)		Серия
Мин.	Макс.	Макс.	Мин. Макс.	Макс.	Макс.			
16.8	19.1	45	12 16 .4	16	225	0.05	12.6	BZV55 C18

Для преобразования 18В в не обходимые 5мА, выбраны два резисторы по 4,3К и 100Ом.

В случае просадки напряжения, для её поддержания, установлены конденсаторы на 100пФ.

Так же были выбраны «балластные» резистор на 499Ом и конденсатор на 0,1мкФ.

Следующим этапом является разводка платы. Необходимо рационально использовать площадь платы, но не услонять её монаж, проверку работоспособности и дальнейшей возможной замены элементов. Также соблюдались стандарты размеров ширины полупроводниковых дорожек, для её изготовления, без осложнения техническх процессов Для удобства использовались разъёмы, являющиеся стандартным соединением. На плате присутствуют крепежные отверстия для её дальнейшей установки в корпус, а также риперные точки, по которым будет калиброваться станок для монтажа элементов. Печатный узел заливается полигоном с двух сторон. Со стороны элементов он служит в качестве заземления, полигон с обратной стороны представляет собой противовес полигону заземления для защиты от изгиба. Выводы пронумерованны для дальнейшего удобства работы с печатным узлом (рисунок 6).



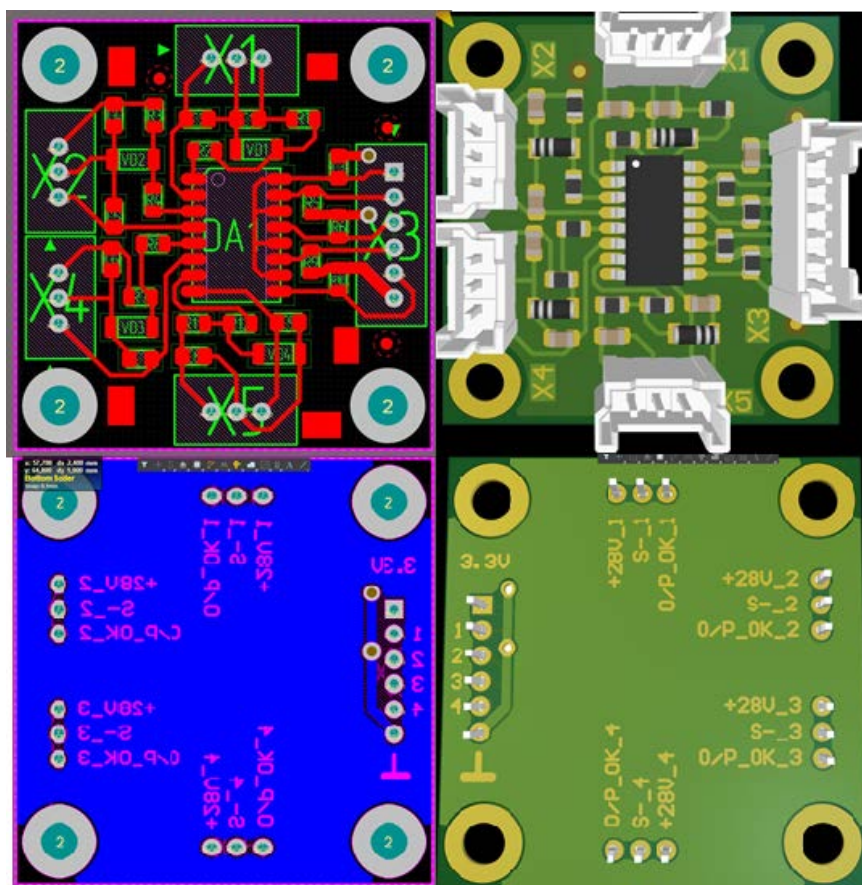


Рис. 6. Результаты разводки печатного узла.

Результатом является спроектированный печатный узел четырёхканальной гальванической развязка, с четырьмя отдельными, независимыми входами на каждый канал, с напряжением в 28В и два принимающих входа. С четырех каналов будут выходить сигналы, которые будет принимать и считывать микроконтроллер с напряжением 3.3В как логические команды для дальнейшего их выполнения.

#### Список используемых источников:

1. Актуальность гальванической развязки повышающих преобразователей [Электронный ресурс]. URL: <https://askentire.net/q/aktualnost-galvanicheskoy-razvyazki-povyshayushhih-preobrazovatelej-61505131569>
2. Гальваническая развязка. Кто, если не оптрон? [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/386721/>
3. ОПТРОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/4674134/>
4. Техническая документация PS2801-1 [Электронный ресурс]. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/750/DOC011750495.pdf>
5. Техническая документация Диод Зенера [Электронный ресурс]. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/638/DOC011638040.pdf>

## ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ ПОЛЁТА ВОЗДУШНОГО СУДНА С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАИБОЛЬШЕЙ ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ

С.Д. Дворянчиков  
АО «ПКБ «РИО»

*В современном мире расчёт зон радиопокрытия является одним из самых удобных вариантов прогнозирования распространения радиоволн. В связи с этим имеет смысл исследовать и разрабатывать дополнительные инструменты для прогнозирования новых ситуаций. Для решения подобной задачи существует множество программных продуктов и нестандартных решений.*

*Цель: Демонстрация метода моделирования.*

*Метод: Моделирование в программной среде MATLAB.*

*Результат: Успешное моделирование.*

*Вывод: Благодаря представленному методу моделирования найдены оптимальные зоны покрытия, и данные на какой высоте и с каким углом наклона антенны необходимо лететь для обеспечения заданного бюджета радиолинии.*

*диаграмма направленности. Уровень сигнала. Пятно засветки*

### **Введение**

В связи с ускоренным развитием широкополосного доступа, требующегося для развития экономики, медицины, образования и повышения качества жизни населения, и связанных с масштабным развёртыванием сетей беспроводного широкополосного доступа проблем электромагнитной совместимости – в современном мире довольно часто возникает необходимость построения зон радиопокрытия.

В этом нам помогают различные средства. Например, программа RadioPlanner. Она предназначена для частотно-территориального планирования и расчета зон радиопокрытия при проектировании:

- сетей мобильной связи GSM/WCDMA/CDMA/UMTS/LTE/5G;
- сетей профессиональной подвижной связи стандартов TETRA, DMR, P25, dPMR, NXDN, GSM-R, McWiLL, и других;
- аналоговых и цифровых сетей наземного радио- и телевизионного вещания;
- сетей на основе беспроводных технологий IoT LPWAN: LoRa, SigFox, "СТРИЖ" и других;
- систем авиационной радиосвязи линий земля-воздух и радионавигации (ADS-B, VOR, DME), работающих в диапазонах частот ОВЧ, УВЧ и СВЧ [1].

Но иногда приходится решать не вполне стандартные задачи. А именно, в данном случае построение зоны покрытия при установке антенны на носитель. Актуальность данной темы подтверждается необходимостью

получения более точных данных о площади и форме покрытия, что подтверждает наличие принципов электромагнитной совместимости. В данной ситуации при большой высоте полёта нет необходимости учёта рельефа местности, так как он постоянно меняется.

Однако, должна быть предусмотрены условия различной высоты полёта и угол наклона антенны на носителе.

Перед исследованием стоит задача найти оптимальные зоны покрытия, а именно на какой высоте и с каким углом наклона антенны необходимо лететь для обеспечения заданного бюджета радиолинии.

Целью данного исследования является нахождение методики поиска такого решения, что включает в себя создание программного алгоритма и проверку его работоспособности в рамках проводимого теоретического эксперимента.

### **Методы**

В ходе моделирования необходимо задать входные начальные технические условия.

Имеющиеся начальные условиями представляют собой в данном случае известную мощность выбранного для исследования передатчика и диаграмму направленности антенны.

Известное выражение для основных потерь в свободном пространстве:

$$L_{\text{осв}} = 20 \log \left( \frac{4 * \pi * r}{\lambda} \right) \text{ [дБ]}. \quad 3)$$

Выражение (3) включено в рекомендации МСЭ-R [2].

Также учитывается, что расстояние до Земли меняется в зависимости от высоты полёта.

Диаграмму направленности получаем в результате моделирования САПР, к примеру, CST Studio или измеряем, формируем в виде численного массива данных.

В программном пакете MATLAB собираем алгоритм, обрабатывающий и преобразующий имеющиеся начальные условия:

Мощность передатчика умножается на диаграмму направленности антенны и диаграмму направленности потерь в свободном пространстве. Получается уровень поля на поверхности Земли.

При учёте коэффициента усиления приёмной антенны и чувствительности приёмника, в первом приближении, получим бюджет радиолинии.

После проведённого запуска на основании полученных данных строится графическое представление (Рис 1, Рис. 2).

### **Результаты**

По окончании проведённого исследования можно подвести следующие итоги:

Работоспособность алгоритма подтверждена расчётами, представленными по результатам исследования.

В алгоритме заложена возможность поворота диаграммы направленности антенны по углу места и азимуту, при необходимости.

Пока реализован простой перебор высоты и угла положения с большим шагом. Для каждой из комбинаций получается площадь пятна засветки.

В результате находим оптимальную высоту полёта и угол места для наклона антенны.

Площадь пятна засветки рассчитывается по «пикселям».

Мощность передатчика 20 Вт.

Частота 2700 МГц

Угол наклона ДН  $90^0$ .

Высота полёта 1000 м

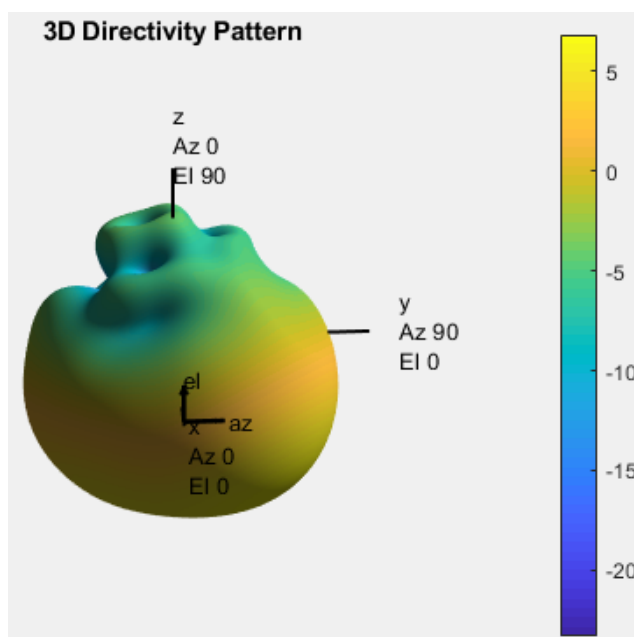


Рис.1. ДН антенны

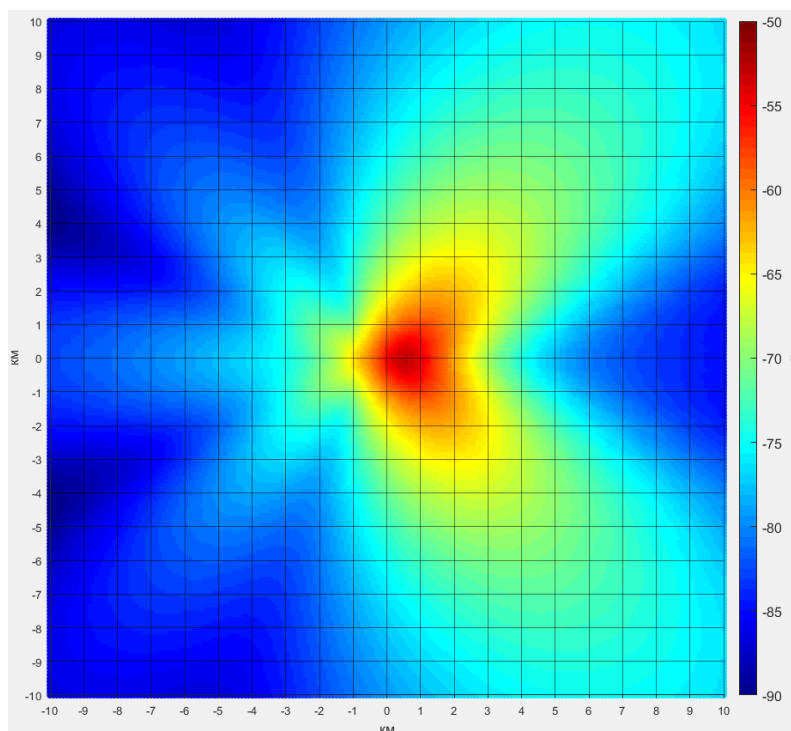


Рис.2. Оптимальное пятно засветки.

В зависимости от цвета сигнала можно определить качество его покрытия.

Критерий – уровень поля на поверхности земли не менее минус 60 дБм. Площадь пятна засветки, полученного в результате исследования составляет 5 км<sup>2</sup>. Критерий также может быть различным в зависимости от начальных условий.

### **Обсуждение**

Предложенная методика позволяет находить оптимальную высоту полёта и угол наклона антенны.

В перспективе, необходимо вычислять ДН антенны с учётом влияния борта [3]. Это значит, что, при оптимизации, при повороте антенны будет загружаться соответствующая ДН, а не поворачиваться исходная.

Алгоритм требуется доработать, улучшить графическое представление результатов, связав полученные результаты с учётом ландшафта интересующей местности, представить уровень излучения в трёхмерном виде.

Необходимо улучшить и ускорить алгоритм нахождения оптимального решения.

Таким образом, существует множество вариантов доработки и дальнейшего использования рассмотренной методики, можно сделать вывод, что при последующей модернизации и оптимизации алгоритма, она может найти свое применение в развитии сферы радиолокации и планирования.

### **Список используемых источников:**

1. Руководство пользователя RadioPlanner 2.1 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ctt-group.ru/rukovodstvo-polzovatel-radioplanner> (дата обращения 20.08.2021).

2. Рекомендация МСЭ-R P.525-2. Расчет ослабления в свободном пространстве. (1978-1982-1994). Ассамблея радиосвязи МСЭ.

3. КУЗЬМИН С.В., КОРОВИН К.О., АНДРОПОВ А.В. Учёт ДН бортовой антенны при анализе канала связи с летательным аппаратом / Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2021. – Т. 17. – №4. – С. 118-122.

*Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КИРЭС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук Кузьминым С.В.*

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНО ОПРЕДЕЛЯЕМОГО РАДИО В АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Н.П. Дунаев, Д.С. Суханов

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им проф. Бонч-Бруевича

*Программно определяемое радио позволяет реализовать множество технологий приема или передачи сигналов в пространстве, ограничиваясь лишь программной частью. Данное устройство позволяет решить широкий спектр задач без применения большого количества дополнительной радиоаппаратуры и углубления в программную реализацию.*

*В работе представлен опыт использования программно определяемого радио в антенных измерениях и радиопеленгации.*

### *SDR, программно определяемое радио, антенные измерения, пеленгация*

В цифровых антенных решётках (ЦАФАР) программно определяемых систем затруднительно проводить антенные измерения при помощи стандартного оборудования, например векторного анализатора цепей или генератора с измерительным приёмником. Выход и вход ЦАФАР цифровые. Вся обработка производится во встроенном вычислителе. В связи с этим, целью работы является исследование особенностей антенных измерений в программно определяемых системах.

На текущий момент доступно множество реализаций Software Defined Radio (SDR) [1]. Сравнительная таблица представленная на рис. 1 отображает характеристики некоторых доступных широкому кругу пользователей моделей SDR в различных ценовых сегментах [2].

Исследования проводились на примере SDR USRP B210 компании Ettus Research. Блок схема устройства представлена на рис. 2 [3].

	HackRF One	Ettus B200	Ettus B210	BladeRF x40	RTL-SDR	LimeSDR
Frequency Range	1MHz-6GHz	70MHz-6GHz	70MHz-6GHz	300MHz-3.8GHz	22MHz-2.2GHz	100kHz-3.8GHz
RF Bandwidth	20MHz	61.44MHz	61.44MHz	40MHz	3.2MHz	61.44MHz
Sample Depth	8 bits	12 bits	12 bits	12 bits	8 bits	12 bits
Sample Rate	20MSPS	61.44MSPS	61.44MSPS	40MSPS	3.2MSPS	61.44MSPS (limited by USB 3.0 data rate)
Transmitter Channels	1	1	2	1	0	2
Receivers	1	1	2	1	1	2
Duplex	Half	Full	Full	Full	N/A	Full
Interface	USB 2.0	USB 3.0	USB 3.0	USB 3.0	USB 2.0	USB 3.0
Programmable Logic Gates	64 macrocell CPLD	75k	100k	40k (115k avail)	N/A	40k
Chipset	MAX5864, MAX2837, RFFC5072	AD9364	AD9361	LMS56002M	RTL2832U	LMS7002M
Open Source	Full	Schematic, Firmware	Schematic, Firmware	Schematic, Firmware	No	Full
Oscillator Precision	+/-20ppm	+/-2ppm	+/-2ppm	+/-1ppm	?	+/-1ppm initial, +/-4ppm stable
Transmit Power	-10dBm+ (15dBm @ 2.4GHz)	10dBm+	10dBm+	6dBm	N/A	0 to 10dBm (depending on frequency)
Price	\$299	\$686	\$1,119	\$420 (\$650)	~\$10	\$299 (\$289 pre-order)

Рис. 1. Сравнение характеристик различных устройств SDR

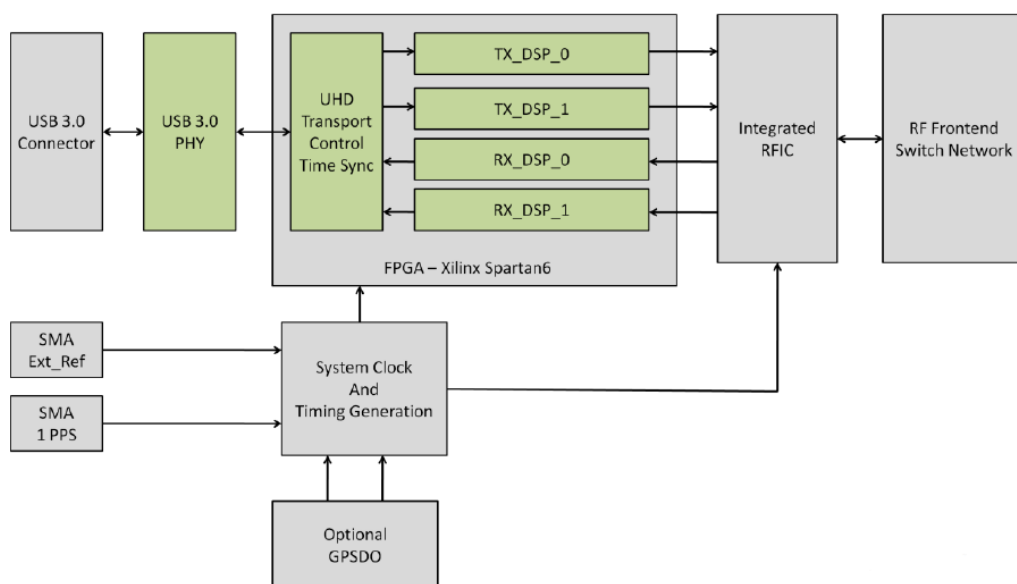


Рис. 2. Блок-схема USRP B210

Подключение цифровой передачи данных устанавливается по интерфейсу USB 3.0. Для аналоговой передачи предусмотрено четыре SMA разъема по два на прием и передачу, еще три SMA разъема для подключения антенны GPS, внешнего опорного сигнала 10 МГц и для внешнего сигнала PPS. В устройстве используется программируемая интегральная схема (ПЛИС или FPGA) семейства Spartan 6 компании Xilinx. Для работы микросхемы необходим образ, который загружается в нее. В аналоговой части применяется микросхема конфигурируемого приемопередатчика AD9631 (рис. 3) компании Analog Devices [4]. Эта микросхема обеспечивает многоканальность устройства, широкий частотный диапазон, низкие коэффициенты шума. Полученный аналоговый сигнал проходит через смеситель использующий собственный гетеродин. В схеме реализованы гетеродины для приемного и передающего тракта, с независимыми синтезаторами фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Квадратурные составляющие сигнала подвергаются усилению и фильтрации после чего попадают на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Конфигурация B210 позволяет изменять следующие параметры:

- Коэффициент усиления;
- Центральная частота;
- Частота дискретизации ЦАП/АЦП;
- Количество каналов;
- Количество выборок в кадре;
- Коэффициент децимации/интерполяции;
- Частота смещения опорного генератора.

Полный список параметров представлен в документации к устройству.



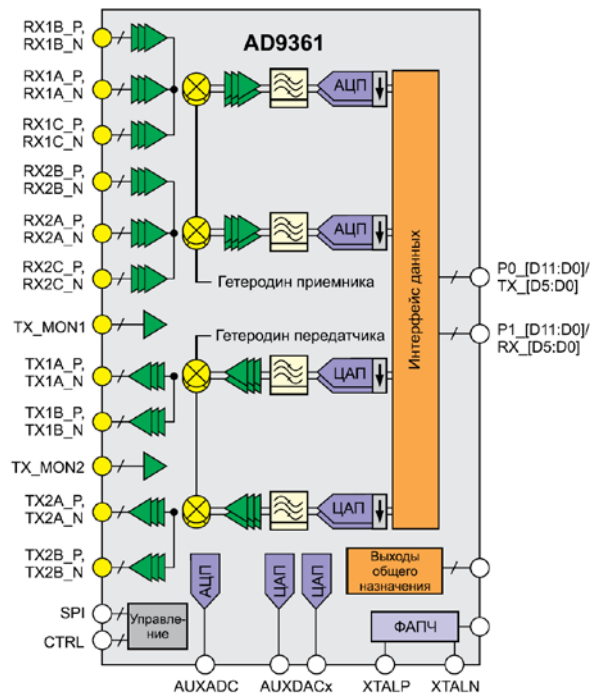


Рис. 3. Блок-схема приемопередатчика AD9361

Излучающая часть ЦАФАР размещается на опорно-поворотном устройстве (ОПУ), которое состоит из мотор-редуктора, ШИМ-контроллера и блока питания. Мотор-редуктор постоянного тока поэтому для управления его скоростью и направлением применяется ШИМ-контроллер со встроенным микроконтроллером для связи с ПК.

В качестве источника сигнала использовался портативный анализатор спектра Arinst SSA-TG R2 компании Arinst, в режиме следящего генератора [5].

В качестве излучающей антенны использовалась логопериодическая антенна.

Антенная решетка состоит из двух направленных антенн TL-ANT2409A компании TP-Link. Рабочий частотный диапазон 2.4 – 2.5 ГГц [6]. Антенны расположены с шагом порядка длины волны.

Для программной реализации было выбран Matlab, с использованием приложения Communications Toolbox. Данный программный продукт имеет мощный инструментарий с поддержкой SDR, для моделирования радиосистем. Также имеется дополнительная поддержка устройств USRP, которая упрощает работу с ними [7].

Была собрана лабораторная установка, которая представляет из себя следующие части (рис. 4):

- Логопериодическая антенна с подключенным анализатором спектра в режиме генератора;
- Антенная решетка, размещенная на ОПУ в дальней зоне;
- ШИМ-контроллер (DRV8801evm) для управления мотор-редуктором (HQ-172), подключенный к ПК;
- Блок питания для ШИМ-контроллера и мотор-редуктора;

- В210 к каждому каналу которой подключена антенная решетка;
- К ПК В210 подключена по интерфейсу USB 3.0.

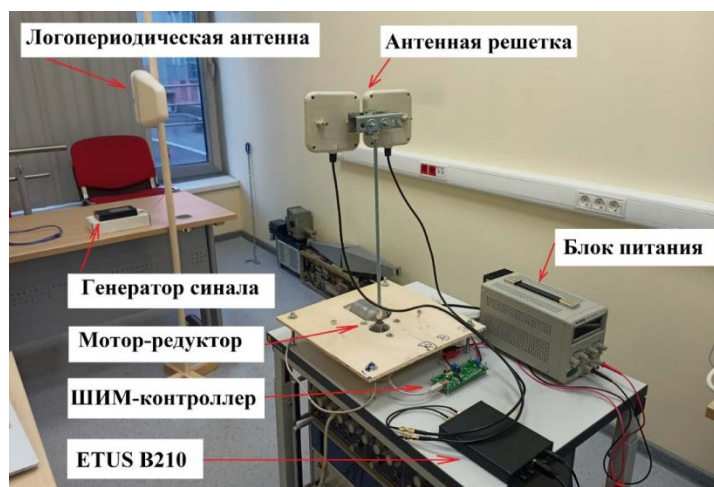


Рис. 4. Фото установки для проведения измерений

Для осуществления пеленгации и слежения были сняты начальные характеристики. Зафиксировав излучающую антенну на одном месте и осуществляя вращение антенной решеткой с постоянной скоростью, получим диаграмму направленности и разность фаз. Эти данные позволят уточнить алгоритм формирования команд для ШИМ-контроллера.

Для приемника В210 использовались следующие параметры:

- Центральная частота: 2.5 ГГц;
- Два канала приемника;
- Усиление: 30 дБ;
- Частота дискретизации: 10 МГц;
- Количество выборок в кадре: 50000;
- Тип выходных данных: single.

Данных параметров достаточно для получения характеристик антенной решетки. Подбор параметров учитывает задержки связанные с инициализацией устройства, задержки связанные со скоростью обработки полученных данных на ПК и задержки передачи данных по интерфейсу USB 3.0. Получение данных может осуществляться как в реальном времени, так и за определенный промежуток.

Результаты, полученные при круговом вращении, представлены на рис. 5. Как видно из графиков, данные зашумлены, в случае с амплитудой имеются резкие просадки до нуля, а в случае с разностью фаз местами невозможно определить значение или знак в конкретный момент.

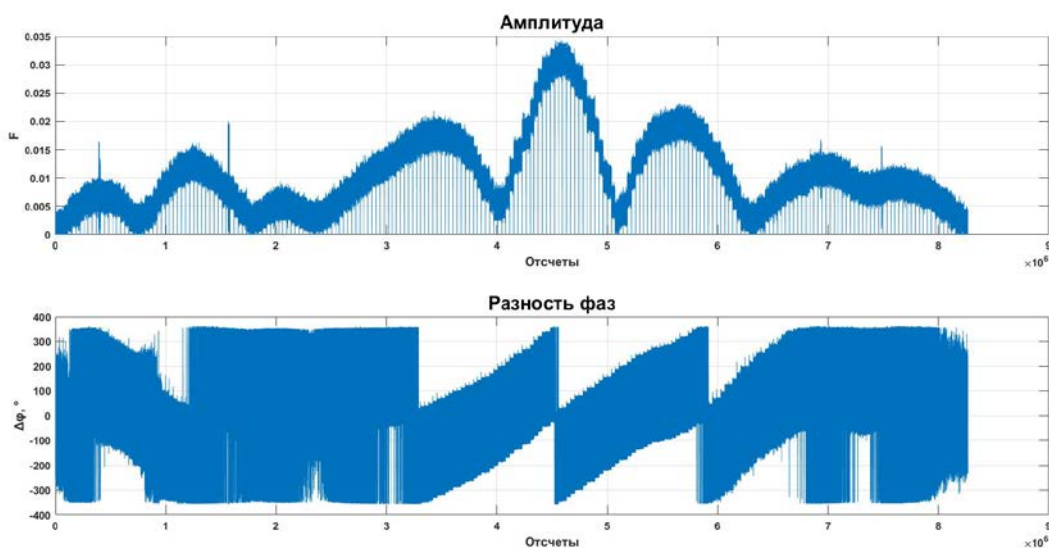


Рис. 5. Графики полученных результатов

Чтобы получить полезную информацию был применен фильтр скользящего среднего, результат фильтрации представлен на рис. 6. После фильтрации данных можно определить изменение разности фаз на всем промежутке. На диаграмме направленности наблюдаются дифракционные максимумы, поскольку антенны разнесены на расстояние порядка длины волны.

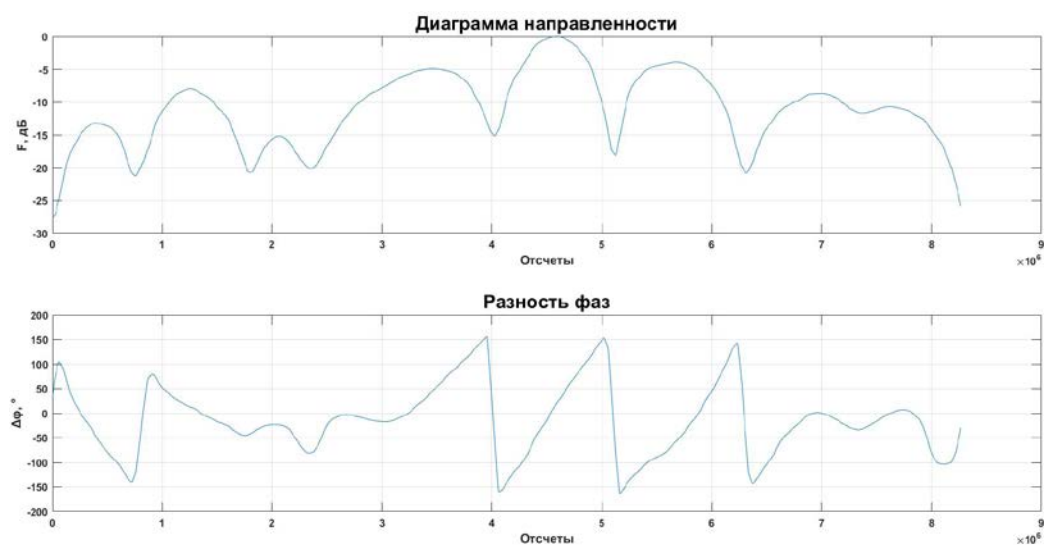


Рис. 6. Графики отфильтрованных результатов

После анализа полученных данных, проводились эксперименты с изменением положения излучающей антенны. Получаемые в реальном времени данные с В210 отслеживаются алгоритмом управления всей системой на ПК, при изменении разницы фаз, алгоритм отправляет команду на ШИМ-контроллер. Изменяя положение излучаемой антенны, осуществляется автоподстройка антенной решетки по азимуту, простой пример радиопеленгации.

В простейшем случае для поворота антенной решетки берется противоположный знак разности фаз, умножается на фиксированную

скорость и управляется командой на ШИМ-контроллер. Возможно, применять и другие способы с изменяемой скоростью, это уменьшит время на поиск источника излучения.

Использование SDR позволяет изучать современные технологии антенных измерений и пространственно-временной обработки сигналов. Полученный опыт будет использован для изучения методов сверхразрешения и технологии MIMO. SDR позволяет сравнительно легко создавать сложные системы, не углубляясь в тонкости программирования аппаратной части.

#### **Список используемых источников**

1. Фокин Г. А. Принципы и технологии цифровой связи на основе программно-конфигурируемого радио: обзор современных тенденций в области создания комплекса подготовки специалистов // Труды учебных заведений связи: межвуз. сб. науч. тр. /Под ред. К. В. Дукельский. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУТ, 2019. Т. 5. № 1. С. 78–95.
2. Flexible, next-generation, open source software-defined radio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limesdr> (Дата обращения 15.11.21).
3. USRP B210 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ettus.com/all-products/ub210-kit/> (Дата обращения 15.11.21).
4. Сотников А., Русов И. Интегрированный конфигурируемый приемопередатчик диапазона 70 МГц – 6 ГГц // Компоненты и технологии. 2014. № 2. С. 89–93.
5. Портативный анализатор спектра с трекинг-генератором Arinst SSA-TG R2 [Электронный ресурс]. URL: <http://arinst.ru/arinst-ssa-tg-r2.php> (Дата обращения 15.11.21).
6. TL-ANT2409A 2.4 ГГц направленная 9 дБи антенна [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tp-link.com/ru/home-networking/antenna/tl-ant2409a/> (Дата обращения 15.11.21).
7. Communications Toolbox Support Package for USRP Radio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/supportpkg/usrpradio/> (Дата обращения 15.11.21).

*Статья представлена научным руководителем, кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры КППЭС СПбГУТ Кузьминым С. В.*

## DEVELOPING A SECONDARY POWER SUPPLY UNIT BASED ON RUSSIAN-MADE COMPONENTS FOR TELECOMS EQUIPMENT

**R.M. Esenbekov, N.V. Marsheva**

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

*The paper analyzes the most popular models of modern industrial power supplies and emphasizes the importance of developing a secondary power supply unit for telecommunications equipment based on the components designed and manufactured in Russia to improve the security of the most important elements of the country's critical information infrastructure.*

*power supply unit, telecommunications equipment, import substitution*

In today's competitive world the demand for the rapid exchange of information is as crucial as ever. Data transmission networks are in the basic of business functioning at any enterprise. Telecommunications equipment ensures uninterrupted operation of data transmission networks. Various types of professional equipment such as telecommunication equipment, IT equipment, data processing centres, industrial computers, industrial automation equipment, warning systems equipment, professional video equipment and equipment for video surveillance systems, professional control equipment for lighting, require uninterruptible power supply. A secondary power supply (SPS) is a device converting electricity from the external network into electricity with the necessary components for powering the entire device. The security of the most important elements of the critical information system of the Russian Federation should be ensured through the development and implementation of a component base and electronic articles manufactured in Russia with subsequent import substitution. Telecommunications equipment, computers, automated and intelligent control systems are vital for import substitution [1].

The purpose of the work is to analyse the market of SPS and define the issue to develop SPS taking into account the factors of competitiveness and the dual purpose of the device [2].

While various power supplies presently are on the market, almost any SPS can be matched with a device with similar technical characteristics. In a tough competitive environment even the smallest advantage matters. The set task of modernizing the power supply system responds the country needs. The experience of the world telecommunication components manufacturers should be taken into account, features of modernized SPS having to keep up with imported counterparts. Besides improving the consumer qualities of the SPS, an important issue is to reduce the cost price of the product as well as its size and weight, while maintaining the technical aesthetics.

To study the possibilities to revamp the power supply unit a comparative analysis was carried out of eleven of the most popular models of modern industrial power supplies (Table 1).

TABLE 1. Power supply unit analysis

Title	Size in Units	Output characteristics	Weight (kg)	Operational temperature, (°C)	Cooling type	Price, rubbles
SKAT-UPS 1000	3U	200-240 V; 1000 W	19,0	From 0 to 40 above zero	Air forced	37780
PS2420G 19"	3U	24 V	7,0	From 5 to 40 above zero	Air cooling	31460
SC&T PR801	2U	24 V; 192 W	4,0	From 10 below zero to 45 above zero	Air cooling	10792
UZPS 24-40m	2U	3-32 V; 1500 W	5,6	From 10 below zero to 50 above zero	Air cooling	418633
SALICRU SPS 1000 ADV R	1U	230 V; 600 W	13,0	From 0 to 40 above zero	Air cooling	31599
RIELLO VSR 1100	1U	200-240 V; 1100 W	13,0	From 0 to 40 above zero	Air cooling	29416
AUNILEC ARES 1.5	3U	1000 W	11,3	From 0 to 40 above zero	Air forced	—
Riello Vision Dual VSD 1500	1U	1500 W	18,0	From 0 to 40 above zero	Air forced	46132
Socomec NETYS PR 1500 VA Rack	1U	230 V, 1500 W	23,0	From 0 to 40 above zero	Air forced	37570
APC Smart-UPS 1500VA	2U	230 V, 1500 W	28,6	From 0 to 40 above zero	Air forced	60760
CyberPower OR1500LCD RT2U	2U	120 V; 1500 W	22,0	From 0 to 35 above zero	Air forced	28649
Device under designing	2U	27 V; 1500 W	—	From 50 below zero to 70 above zero	Air cooling	—

The power supplies were compared in terms of device size in units, output characteristics, weight, operating temperature range, price, etc. As a result, common features and differences are identified:

- Only 5 out of 11 considered devices are 3U;
- Most of the products have built-in batteries;
- The operating temperature range is in the range from 10 ° C below 0° C to 50 ° C above 0° C;
- 5 devices out of 11 have modern design;

- Absolutely all products are made of metal and painted with powder paint;
- The buyer does not have the opportunity to choose the colour of the device;
- Average cost of SPS is 73,279.36 rubbles.

Thus, despite the wide variety of existing SPSs, the same technological operations are used for the production of body parts of these devices: stamping, laser cutting, bending in semi-automatic mode, metal pickling, powder coating, and application of marking.

The SPS to be developed on Russian-made components shall meet specified requirements. What is more, dual-use items shall remain capable of operation in more extreme operating conditions.

Technical design specifications for the body frame are defined:

- The device should be able to be installed in a 19 "rack [3];
- The product (SPS) must remain operational under the influence of the factors listed in Table 2.

TABLE 2. Values of influencing factors

Influencing factor	Influencing factors value
Sinusoidal vibration	Amplitude acceleration 19,6 m/s <sup>2</sup> (2g); frequency band 1-60 Hz
Single action mechanical shock	Acceleration 196 m/s <sup>2</sup> (20g); period 0,5-2 ms
Oscillation	Arc of oscillation ± 45°, period of oscillation 7-16 c
Gradient	Long-lasting (maximum angle 15°), short-time (maximum angle 30°)
Increased ambient temperature	Operation temperature 40°C; Upper temperature limit 70°C above 0 ° C
Decreased ambient temperature	Operation temperature 0°C; Lower temperature limit 50°C below 0 ° C
Operational temperature	From 50°C below 0° C to 70°C above 0 ° C
Elevated air humidity	98%
Salt (maritime) fog	No requirements are imposed
Static dust	
Dynamic dust	
Mold fungi	
Increased air or gas pressure	
Waterproof	
Water splash	
Aggressive media	
Hydrostatical pressure	

SPS is to have 14 output channels, output parameters for each channel are shown in the Table 3 when powering the network products ( $220 \pm 22$ ) V (input Voltage) with a maximum load current of 6.0 A (Maximum input Amperage).

TABLE 3. Output parameters of SPS

Output parameters	Amperage, A	Amperage max., A	Voltage min., V	Voltage, V	Voltage max., V
Value	6,3	6,7	25,6	27	28,4

Requirements for the power supply unit to be developed are as follows:

1. The product must be protected against short circuits in load circuits with subsequent automatic return to stabilization mode after the short circuit is removed. The protection operation must be at the value of the output current in the range  $(1.1 \div 1.5) * \text{Amperage}$ .

2. The product must function steadily when the power supply voltage parameters change  $(220 \pm 22)$  V.

3. The current consumed by the product from the power supply must not exceed 6.0 A (maximum Amperage). The measurement error is not more than  $\pm 3\%$ .

4. The product must be grounded. There must be a grounding sign, indelible during operation, near the earthing element.

5. Paintwork and anti-corrosion coatings of the product must comply with the requirements of design documentation and GOST 9.303, GOST 9.032.

6. Inscriptions and markings on the body of the product at each of the controls (buttons, indicators, etc.) must be clear, legible, indelible.

Thus, based on the analysis carried out the developed SPS based on modern Russian-made electronic components will be in demand for application in civil radio electronics as well as the military-industrial complex. The phase-out of imported analogues supports the economy of the Russian Federation and can boost the national economy and the radio-electronic industry, in particular.

**References:**

1. Order of the Government of the Russian Federation of January 17, 2020 No. 20-r "On Approval of the Strategy for the Development of the Electronic Industry of the Russian Federation for the Period until 2030" [Electronic resource]. - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_343384/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343384/) (date of access: 04/27/2021).

2. Dual-use goods // MINPROMTEST URL: <https://minprom.ru/uslugi/eksportnyj-kontrol-i-tovary-dvojnogo-naznacheniya/tovary-dvojnogo-naznacheniya/> (date of access: 12.05.2021).

3. Michael Munroe, Mechanical considerations for compact PCI and H.110 computer telephony applications, 1999, ERNI Components Incorporated.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКГ-ПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЕРКИ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

**Д.Ю. Изотов С.В. Протасеня**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящий момент остро стоит проблема регистрации и анализа биосигналов. Решение этой проблемы важно для распознавания состояний, связанных с динамикой генерирующих их систем. Это могут быть задачи исследования электрической активности мозга в различных стадиях сна, в процессе анестезии, обнаружение ЭЭГ патологий, классификации нарушений ритма сердца по ЭКГ и ритмограмме. Следствием этого является необходимость создания технических устройств, генерирующих сигналы подобные биологическим с целью поверки медицинских приборов для регистрации таких сигналов, например электрокардиографов.*

### ***биосигналы, ЭЭГ, преобразование измерений, моделирование сигналов***

Биосигналы представляют собой физические проявления физиологических процессов живого организма, которые могут быть измерены и представлены в виде, удобном для последующей обработки. Примером биосигнала может являться электрокардиосигнал, пример которого представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Электрокардиосигнал

Медицинские приборы – специальные устройства, с помощью которых производят измерения для получения необходимой информации о состоянии организма.

Термин биосигнал часто используется в отношении различных биоэлектрических сигналов, но справедливо применять данный термин и к различным электрическим и неэлектрическим сигналам.

Одним из самых распространенных методов исследования живого организма является метод фиксации тех или иных электрических параметров живого организма, связанных с его жизнедеятельностью. Именно поэтому создание различного вида приборов, служащих для фиксации такого рода параметров является актуальной задачей.

По механизму образования биосигналов в живом организме можно выделить две основные группы биосигналов. К первой группе можно отнести биосигналы связанные с образованием в организме физических полей биологического происхождения, ко второй группе – биосигналы, связанные с изменениями физических характеристик участка биологической ткани происходящими под влиянием протекания физиологических процессов.

Другой задачей, непосредственно связанной с созданием приборов, является задача контроля работоспособности этих приборов и особенно контроля соответствия характеристик средств измерений, определяющих возможность практического получения результатов измерений (их величины и погрешности). Другими словами требуется контроль метрологических характеристик такого вида приборов.

Имитаторы тестовых сигналов это некие технические устройства, предназначенные для проведения проверки общей работоспособности и специальных функциональных возможностей различного измерительного и диагностического оборудования в лабораторных условиях, а также для тестирования оборудования в условиях эксплуатации. Выходная информация имитаторов - функциональный набор электрических сигналов эквивалентных реальным сигналам, получаемым с живого организма и соответствующим различным его состояниям. Пример имитатора сигналов представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Устройство имитации

Устройство, решающее данного вида задачу, а именно имитатор биологических сигналов был разработан ранее [5].

Испытательный комплекс обычно состоит из двух элементов – имитатора сигналов и управляющего компьютера, в котором находится программа испытаний. Компьютер, в зависимости от того, какая функция и какого прибора тестируется, соответствующим образом конфигурирует имитатор. Сформированные сигналы с имитатора поступают в измерительный прибор, который их регистрирует. Соответствующая диагностическая подпрограмма прибора анализирует полученную информацию, и, по запросу, передает в компьютер. Программа компьютера

сравнивает результат, полученный в приборе, со значением, которое должно получиться. Если все совпадает, программа приступает к тестированию следующей функции прибора.

Особенности технической реализации программируемых имитаторов рассмотрим на примере имитаторов электрокардиосигналов, которые согласно современным требованиям должны реализовывать следующие функции:

1. Многоканальную генерацию гармонических сигналов с частотным диапазоном от 0,5 до 500 Гц ( $\pm 1\%$ ), размахом от 0,03 до 5 мВ;

2. Одноканальную генерацию гармонического сигнала 50, 60 Гц ( $\pm 1\%$ ), размахом 20 В ( $\pm 1\%$ ) (имитация сетевой помехи для проверки коэффициента ослабления синфазного сигнала);

3. Выдачу постоянного напряжения  $\pm 300$  мВ  $\pm 1\%$  на каждый электрокардиографический канал независимо от основного тестового и испытательного сигналов (проверка реакции на напряжение поляризации электродов);

4. Многоканальную генерацию сигналов прямоугольной формы с частотным диапазоном от 0,5 до 500 Гц ( $\pm 1\%$ ) размахом от 0,03 до 5 мВ ( $\pm 1\%$ );

5. Генерацию одиночного импульса прямоугольной формы с регулируемой длительностью от 1 до 10 с с размахом от 0,03 до 5 мВ ( $\pm 1\%$ );

6. Генерацию сигнала прямоугольной формы с частотным диапазоном от 0,03 до 5 мВ ( $\pm 1\%$ ) с регулируемой длительностью от 20 до 200 мс;

7. Генерацию смеси сигналов гармоничной и прямоугольной форм (для проверки нелинейности амплитудно-частотных характеристик и эффективной ширины записи электрокардиограмм);

8. Воспроизведение испытательных сигналов.

Кроме того, международная электротехническая комиссия (МЭК) рекомендует использовать наборы стандартных ЭКГ-сигналов из атласа общих стандартов электрокардиографии с базой около 1220 коротких записей, полученных от 12-и и 15- канальных ЭКС, оцифрованных с частотами 0,5 и 1 кГц с разрешением 1 мкВ. В эту базу входят калибровочные ЭКС, ЭКС здоровых людей, ЭКС с сетевой помехой и артефактами, ЭКС с различными типами аритмий, ЭКС с заднестеночными и переднестеночными инфарктами и т.д.

Из обзора данных требований становится понятным, что теоретически имеется множество способов создания сигнала, эквивалентного в той или иной степени ЭКГ-сигналу, регистрируемому с живого организма.

Способы имитации определенного вида биосигналов должны быть согласованы с множеством параметров, характеризующих испытываемый прибор. Также должны учитываться и технические возможности самого испытательного комплекса.

**Список используемых источников:**

1. Калакутский, Л. И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие / Л. И. Калакутский, Э. С. Манелис. – Самара: СГАУ, 1999
2. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. Под ред. А. П. Немирко – М.: Физматлит, 2007
3. Webster, J.G. Medical instrumentation. Application and design / Edited by J.G. Webster – John Wiley & Sons, 2009
4. Бриндли, К. Измерительные преобразователи / К. Бриндли – М.: Энергоатомиздат, 1991
5. Изотов Д. Ю. ВКР на тему «Устройство имитации биосигналов».

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ЖЦИ

**Д.И. Кирик, С.В. Семенов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье описан процесс модернизации системы жизненного цикла изделия с учетом процента потерь на этапах транспортировки. Произведен анализ данных на различных этапах цикла для последующих коррекций. Описаны возможности оптимизации процессов производства путем увеличения срока эксплуатации изделий и снижения уровня издержек.*

### ***жизненный цикл изделия, конструирование, процент потерь***

В настоящее время современные предприятия по производству радиоэлектронных средств постоянно сталкиваются с проблемами повышенных издержек, связанных с выпускаемой продукцией. Такие проблемы происходят на различных этапах жизненного цикла изделия: от идеи до утилизации. Для компании срок выпуска продукта на рынок – одна из важных и приоритетных задач, поэтому проблема повышенных издержек может негативно повлиять на прибыль предприятия.

В условиях автоматизированного, автоматического и гибкого интегрированного производств вспомогательные и обслуживающие процессы в той или иной степени объединяются с основными и становятся неотъемлемой частью процессов производства продукции. Вспомогательными называют процессы, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных этапов жизненного цикла (изготовление и ремонт инструментов и оснастки; ремонт оборудования; обеспечение энергией). Обслуживающие – это процессы, связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов, но в результате которых продукция не создается (хранение, транспортировка, технический контроль и т.д.) [1].

На рисунке 1 представлена упрощенная схема жизненного цикла изделия. Здесь видно, что этапы связаны между собой напрямую. Схема может быть модернизирована путем внесения дополнительных связей с конструктором. Такая операция позволяет производителю получать и анализировать всю информацию о потерях [2].

При подробном рассмотрении каждого этапа жизненного цикла изделия присутствует прямая связь – транспортировка, которую также необходимо учитывать для повышения качества продукта и уменьшения потерь. Такая задача достигается путем контроля и анализа процентов потерь на различных этапах.

На рисунке 2 представлена модернизированная схема жизненного цикла, которая учитывает дополнительную связь с конструктором и этапы транспортировки.

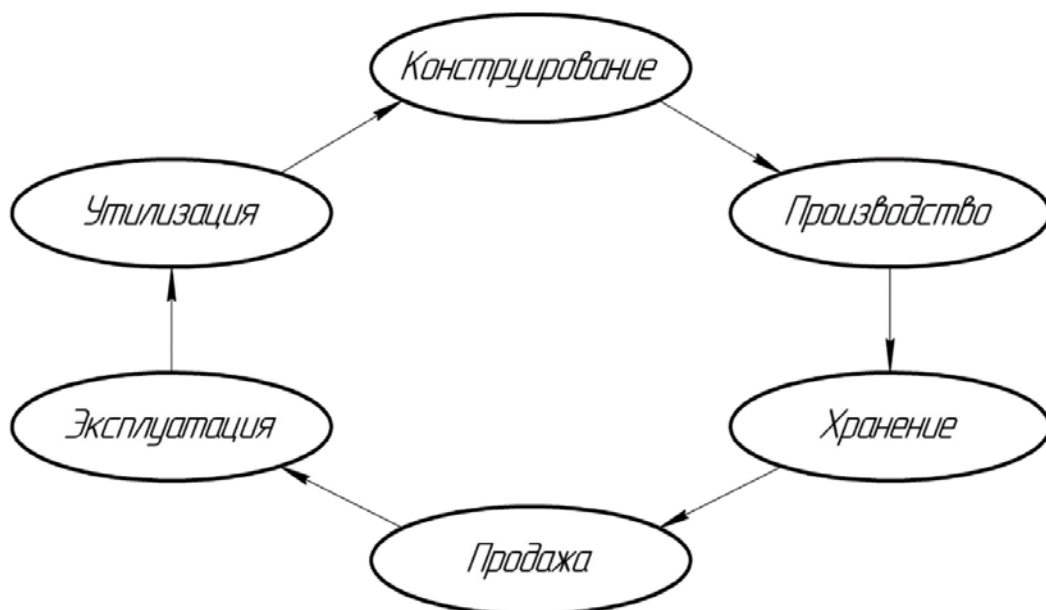


Рис. 1 Упрощенная схема жизненного цикла изделия.

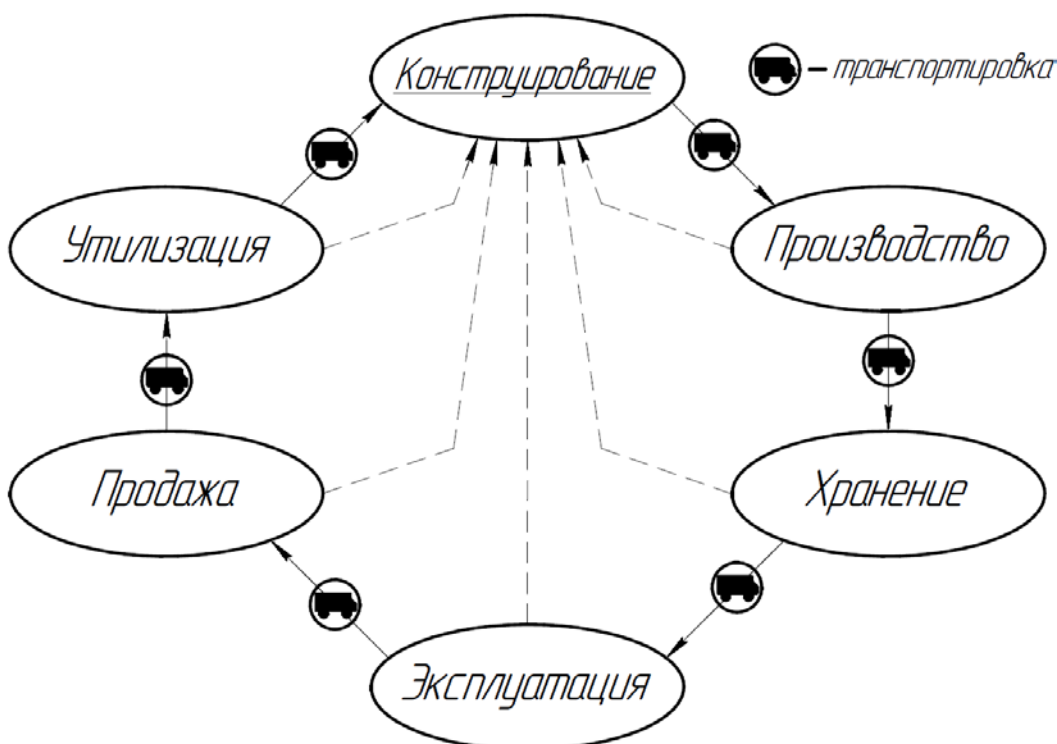


Рис. 2. Модернизированная схема жизненного цикла изделия.

Обратная связь с конструктором в данном случае необходима для подсчета процента потерь. Она выглядит следующим образом: на каком-либо этапе инициатор запускает процесс приёма-передачи продукта на следующий этап, и указывает все найденные замечания. Данные замечания классифицируются на две группы: недоработка при производстве и недоработка при транспортировке. Такая классификация поможет

определить, какие именно условия не были соблюдены при производстве: температурный режим, повышенная влажность и т.д. [3].

Оптимальным вариантом для обратной связи является система опроса, которая будет самостоятельно анализировать и сортировать информацию, а также выводить конечный результат напрямую к конструктору (рис. 3).

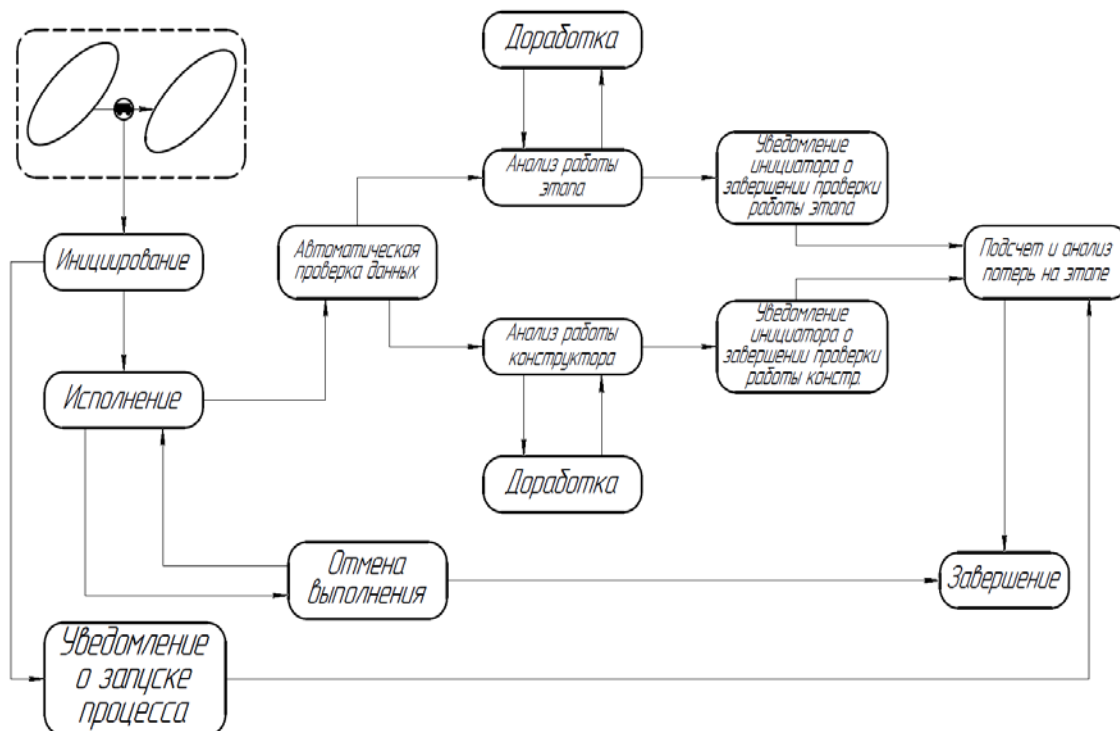


Рис. 3. Диаграмма процесса подсчета анализа потерь на этапах транспортировки в жизненном цикле изделия.

Необходимо отметить, что данный процесс позволяет регистрировать повреждения при транспортировке и осуществлять их классификацию на две категории: механические и климатические. Важно отметить, что модернизированная система управления жизненным циклом позволяет учесть надежность упаковки и фиксацию изделия при транспортировке. Такая система поможет усовершенствовать требования к перевозке изделия путем формирования задач, способствующих снижению уровня потерь.

Полученные в ходе сбора и обработки данные распределяются согласно диаграмме Ганта (рис. 4), что позволяет визуально оценить последовательность задач, а также их относительную длительность и протяжённость. Таким образом будет разработана система сбора и анализа данных на этапах жизненного цикла изделия для последующих коррекций.

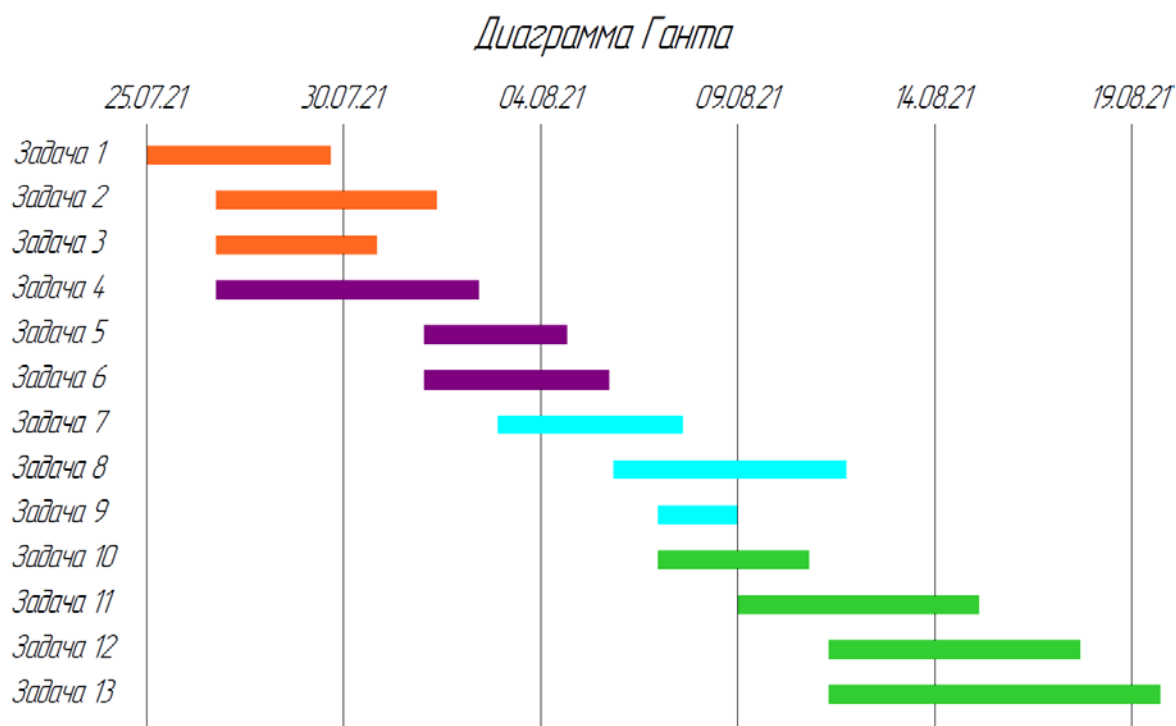


Рис. 4. Диаграмма Ганта для жизненного цикла изделия.

В конечном итоге, усовершенствованная схема позволит увеличить сроки эксплуатации изделия и снизить издержки между этапами. Подсчет процента потерь с помощью системы опроса упростит поиск недочетов на производстве, а визуальное представление задач в виде диаграммы Ганта позволит правильно распределять ресурсы и планировать работу с учетом сроков производства и эксплуатации изделия.

#### **Список используемых источников**

1. Доросинский Л.Г., Зверева О.М. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия, Ульяновск, 2016. –С. 25.
2. ГОСТ Р 56862-2016 Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Термины и определения.
3. Лабковская Р.Я. Методы и устройства испытаний ЭВС, часть 1, университет ИТМО, СПб, 2015. –С. 11, 154.
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования.



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ КАТОДОВ

А.Г. Колосько, К.В. Обертий

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире все чаще требуется оптимизация прошлых моделей электрических приборов или устройств. В связи с этим устаревшие термокатоды заменяют холодные полевые катоды. Для решения подобных задач существует оптимизация полевых катодов.*

### *полевой катод, полевая эмиссия, стабильность эмиссионных параметров*

Полевой катод – это источник свободных электронов, то есть электронов, попавших в вакуум. Он использует квантовый эффект полевой эмиссии, который заключается в выходе электронов из материала катода в вакуумное пространство под действием сильного электрического поля.

Полевой эмиттер – это элемент полевого катода, который испускает электроны. Он имеет форму иглы с тончайшим острием. На пластине их может располагаться как множество, так и одна (рис. 1).

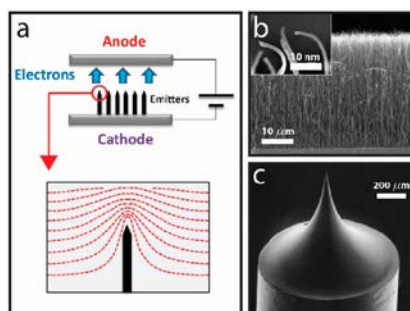


Рис. 1. Устройство полевого катода: а) схема подключения питания полевого катода, фокусировка электричество поля, б) многоострый полевой катод из углеродных нанотрубок, в) одноострый полевой катод

Форма иглы полевого катода позволяет фокусировать силовые линии, которые способствуют созданию сильного электрического поля на поверхности материала. Поле высокой напряжённости приводит к высвобождению электронов с поверхности острия – так называемый туннельный ток.

Полевые эмиттеры, активно изучаются для использования в многочисленных типах устройств, таких как: энергетически эффективные осветительные лампы, светодиоды, фотодетекторы, рентгеновские аппараты, вакуумметры, датчики газа, космические двигатели, микроскопы, мониторы высокой контрастности [1].

Особый интерес представляет собой применение полевых катодов в элементах наноэлектроники, устойчивых к радиоактивному излучению и

тепловым воздействиям (микроволновые транзисторы, транзисторы с изолированным вакуумным управляющим электродом, матричные вакуумные триоды и т.д.).

Основным преимуществом полевых катодов перед классическими термоэмиссионными (выход электронов в вакуум под действием тепловой энергии) является: высокая скорость отклика, энергетическая эффективность (их не нужно разогревать в отличие от термокатодов). В перспективе полевые катоды также могут давать большие токи и обладать более высокой временной стабильностью характеристик.

Недостатками полевых эмиттеров являются:

- 1) термический взрыв микроскопических острий при прохождении через них высокого туннельного тока,
- 2) разрушающее воздействие тянущих сил электрического поля, которое отрывает микроскопические эмиттеры от поверхности катода,
- 3) высокая пороговая напряжённость поля, при которой возникает полевая эмиссия (требуется поле  $\sim 10^7$  V/cm),
- 4) низкие максимальные токи.

Способы устранения этих недостатков и повышения качества работы полевого катода заключаются в применении методов технологической оптимизации. Перечислим самые эффективные методы.

#### 1) Фокусировка полей

Для этого используют катоды вытянутой формы, электрическое поле будет фокусироваться на вершине выступа, чем острее и выше выступ, тем сильнее фокусируется на нём поле. Фокусировка приводит к увеличению напряжённости поля и, соответственно, к понижению порогового напряжения (рис. 2).

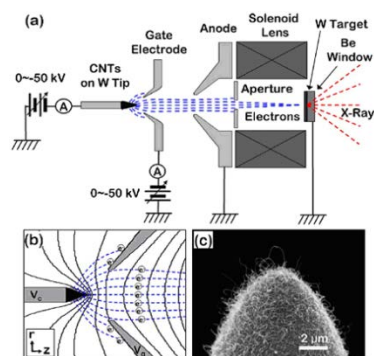


Рис. 2. а) Схема устройства источника рентгеновского излучения, которая демонстрирует явление фокусировки электрических полей на вершине катода. б) Вычисленная траектория электронов. в) Микроизображение катода, поверхность которого покрыта нанотрубками

Углеродные нанотрубки – это полая цилиндрическая структура, состоящая из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей. Они обладают устойчивостью к высоким температурам, хорошо проводят ток, а так же имеют форм-фактор (коэффициент усиления поля) 1000 и выше [2].

Ограничивающим эффектом для утоньшения вершины эмиттера является термический взрыв.

## 2) Распределение токовой нагрузки

Повышение уровня максимального эмиссионного тока путем распределения тока по поверхности полевого катода между множеством отдельных эмиссионных центров. Классическим примером является применение матричных катодов, изготовленных методом литографии, [3] или массивы вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (рис. 3).

Такие излучатели называются полевые эмиттеры большой площади LAFE

Эффект экранировки ограничивает применение метода. Он заключается в уменьшении поля в области острия за счёт присутствия соседних острий, фокусирующих на себе силовые линии поля, что приведёт к падению общей силы тока.

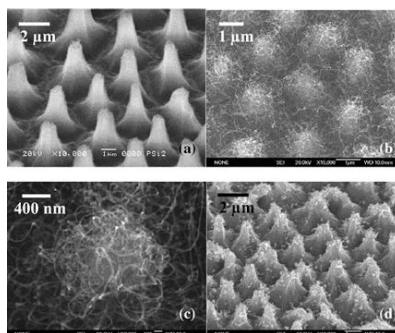


Рис.3 Поверхностная морфология полевых катодов, полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа: а) матрица столбиков Si, снятая под углом 45°, б) матрица УНТ, снятая под углом 30°, в) вид сверху на индивидуальный столбик, покрытый УНТ, д) изображение поверхности образца после 2 минут синтеза

## 3) Улучшение условий эмиссии

Метод заключается в улучшении вакуума между электродами, что уменьшает количество летучих частиц в межэлектродном пространстве. На эмиссионных центрах могут адсорбироваться частицы, что приводит к «резонансному туннелированию» электронов через эти «окна» (рис.4) или к прекращению туннелирования из-за роста работы выхода [3].

Так же влияние оказывает и ионная бомбардировка – туннельные электроны, которые перемещаются от катода к аноду, могут сталкиваться с частицами остаточной атмосферы, выбивая из них электрон и делая их ионами. Такая частица под действием электрического поля стремится к катоду, бомбардируя его поверхность, что ведет или к очищению или разрушению поверхности. Улучшение вакуумных условий требует усложнения технологии создания соответствующих устройств.

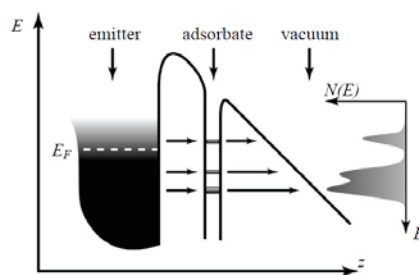


Рис.4. Схема резонансного туннелирования электронов из металла в вакуум через адсорбат с волновой функцией туннельного состояния

#### 4) Улучшение адгезии эмиттеров с поверхностью катода

Катод изготавливается из наночастиц, смешанных с полимером.

Суспензия наносится на плоскую металлическую подложку и высушивается.

В результате этого на поверхности хаотично располагаются наночастицы, готовые эмитировать электроны в вакуум (рис. 5) [4]. Преимущества этих нанокompозитных катодов с полимером в составе – повышенная адгезия нанотрубок к подложке. Однако для лучшей работы катод нужно прогревать, а с нанокompозитными катодами, такое сложно осуществлять, потому что полимер начинает выделять вредоносные летучие продукты.

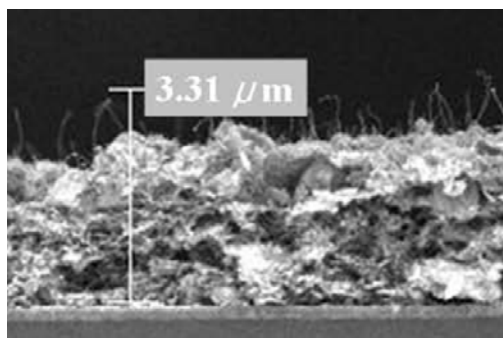


Рис. 5. Улучшение стабильности эмиссионного тока после помещения нанотрубок в биндер

#### 5) Обработка поверхности катода

Существует множество вариантов изменения структуры поверхности катодов, приводящих к росту стабильности эмиссионного тока, росту максимально достижимого тока, уменьшения порогового напряжения и т.д.

Уменьшения работы выхода электронов достигается покрытия матрицы острий другим материалом (рис.6). Увеличение стабильности достигается повышением равномерности наноострий по высоте и расположению на подложке, а так же удалением вредоносных частиц с поверхности (например, термическая обработка материала эмиттера: при 900 К поверхность катода из углеродных нанотрубок очищается полностью и достигает максимума токоотдачи [5]) и т.д.

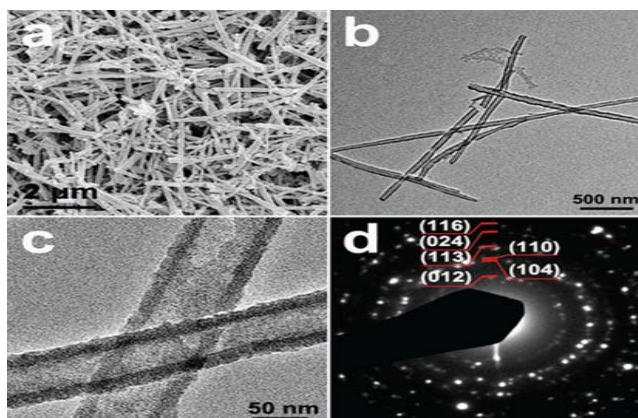


Рис. 6. SEM и TEM нанотрубок покрытых оксидом железа

Перечисленные методы оптимизации полевых катодов приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Процессы и технологии оптимизации полевых катодов

Метод оптимизации	Процесс	Преимущества	Сложности
Фокусировка полей	Применением эмиттеров вытянутой формы	Понижение порогового напряжения	Термический взрыв слишком тонкого острия
Распределение токовой нагрузки	Увеличение количества эмиссионных центров	Повышение уровня максимального эмиссионного тока	Эффект взаимной экранировки эмиттеров
Улучшение условий эмиссии	Улучшение вакуума между электродами	Уменьшение работы выхода электронов, снижение ионной бомбардировки	Усложнение технологии создания устройств
Улучшение адгезии эмиттеров	Применение органического биндера	Повышение уровня максимального напряжения	Невозможность прогревать эмиттеры
Обработки поверхности катода	Термическая обработка материала, уменьшение работы выхода, увеличение однородности поверхности	Улучшение работы эмиттеров, увеличение токоотдачи	Перегрев острий, адсорбция

Несмотря на то, что существуют некоторые трудности и проблемы технологической оптимизации полевых катодов, прогресс в их развитии не стоит на месте. Появляются новые материалы, такие как нанотрубки и графен, новые технологии обработки поверхности, такие как субмикронная рентгеновская литография, которая позволяет создавать более регулярные матрицы микроскопических эмиттеров из проводящих и полупроводниковых

материалов, а также новые методы изучения свойств полевых эмиттеров, которые могут подсказать дальнейшие пути оптимизации.

**Список используемых источников:**

1. Принц В.Я., Мутилин С.В., Голод С.В. Способ формирования графеновых полевых эмиттеров. – 2010. – С. 15-17.

2. Соминский Г.Г., Тумарева Т.А. Перспективные полевые эмиттеры из углеродных нанотрубок, графена и полупроводников: Последние разработки //Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2015. – Т. 23. – №. 2.

3. Кирчанов, В.С. Наноматериалы и нанотехнологии. Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та. – 2016. – С. 86-87.

4. Юнусов Р.Ф., Кормильцев Н.В. Электронный курс по наноматериалам и нанотехнологиям //Современные научные исследования и разработки. – 2016. – №. 3. – С. 135-141.

5. Елецкий, А.В. (2010). Холодные полевые эмиттеры на основе углеродных нанотрубок. Успехи физических наук, – 2010. – С. 180.

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**А.А. Морозов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Применение аддитивных технологий позволяет создавать уникальные и достаточно сложные машины и механизмы без применения дорогостоящего оборудования и материалов. Но, при этом, требуется учитывать особенности технологии 3D печати и использовать соответствующие технологические приёмы.*

*аддитивные технологии, 3D печать, антенные измерения, опорно-поворотное устройство*

Покажем особенности применения аддитивных технологий на примере создания опорно-поворотного устройства для антенных измерений в дальней зоне.

Основные требования к подобному ОПУ:

- низкая скорость вращения ~ 1-3 оборота в минуту,
- малая масса антенн, не более 3 кг,
- возможность вращения от двигателя с постоянной скоростью,
- возможность ручного вращения для настройки и юстировки антенн.

Было проведено проектирование и конструирование необходимого ОПУ, 3D-модель которого представлена на рисунке 1.

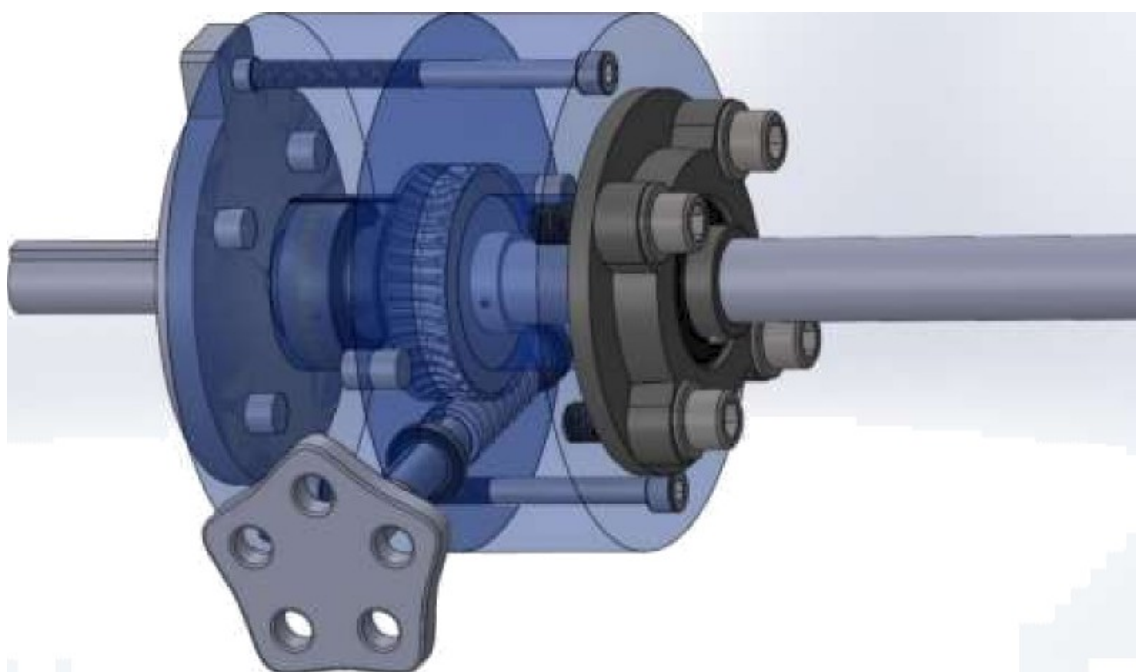


Рис. 1. 3D-модель ОПУ



При проектировании ОПУ были изучены конструкторские решения изделий, предлагаемых на рынке [1,2]. На рис. 2 изображён в разобранном виде финальный вариант решения, основная часть которого напечатана на 3D принтере. Поскольку вес трубы и антенны, которая крепится на нее, достаточно мал, предпочтение было отдано пластику. В данной ситуации он функциональнее металла, так как имеет меньшую массу элементов, а также изделия из него становятся более ремонтпригодными [3,4].

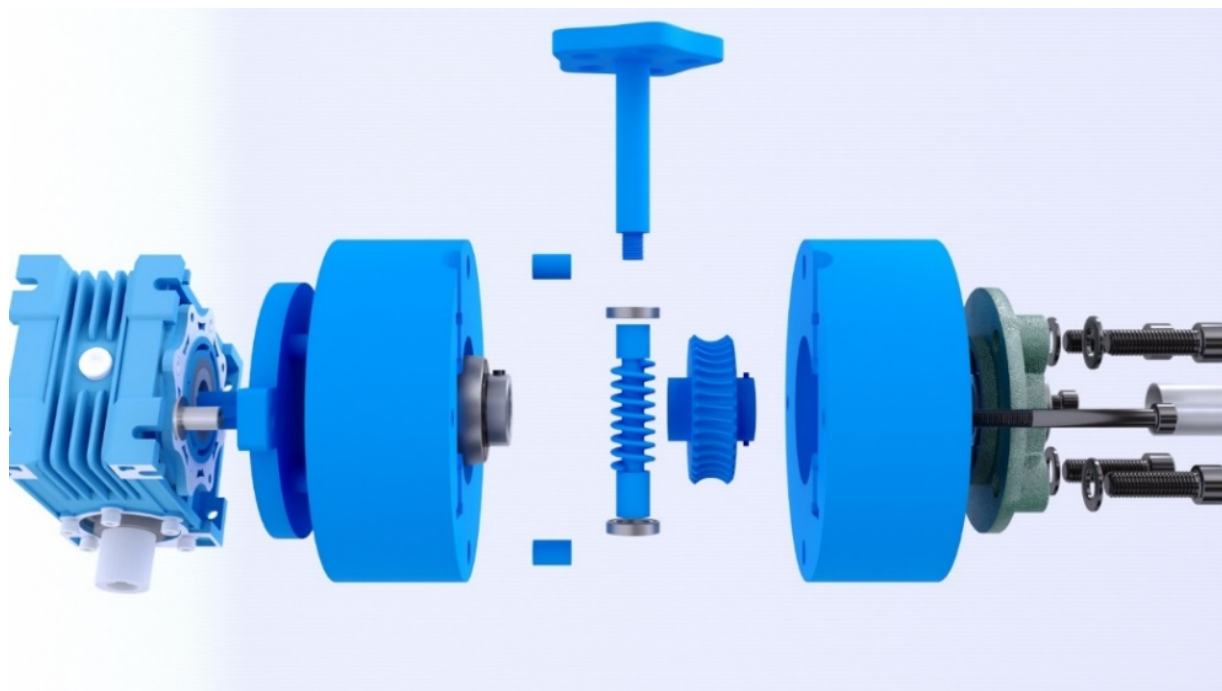


Рис. 2. Конструкция в разобранном виде

Одними из главных задач были минимизация скорости вращения опорно-поворотного устройства и возможность обратного хода. Для решения этих задач был выбран мотор-редуктор модели NMRV 40, способный вращаться в обоих направлениях. Управление установкой производится с помощью преобразователя частот Prostar PR6100, позволяющего изменять скорость вращения путем изменения частоты.

Чтобы произвести более точную юстировку антенн было принято решение дать конструкции свободный ход отдельно от редуктора, с помощью системы подшипников и колеса с червячной передачей. А чтобы конструкция стала устойчивее, по всей длине детали были стянуты винтами.

Так как принтер имеет свои ограничения при печати детали на нём резьба малых размеров получается с дефектами. Тем более в отверстиях с такой резьбой крепежные изделия будут держаться не устойчиво, а также такая резьба быстро сточится об металл. Для решения этой проблемы были приобретены специальные гайки для 3D-принтера, которые показаны на рис. 3а. Для того чтобы поместить их в деталь нужно сначала нагреть их, например, паяльником, а после вставить в заранее подготовленное отверстие в детали (рис. 3б).



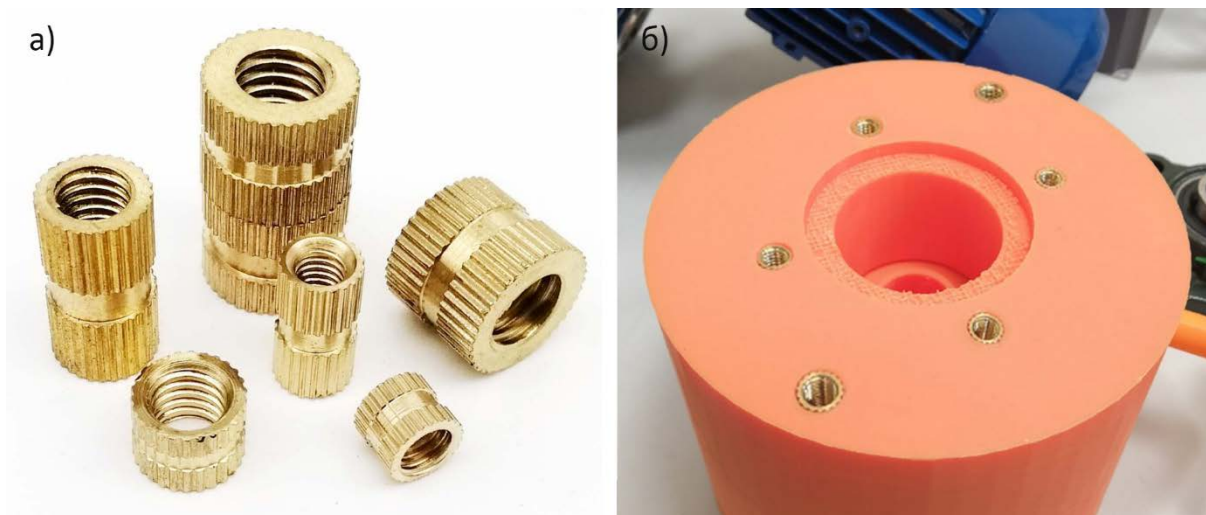


Рис. 3. а) Гайки для 3д-принтера; б) деталь с помещенными в неё гайками

Такие гайки устойчиво держатся в пластике, следовательно, появляется возможность надежно скреплять различные детали между собой. Также с помощью этих гаек червячное колесо было плотно закреплено на трубе (рис. 4).



Рис. 4. Червячное колесо на трубе

Корпус, показанный на рис. 5, сделан на основе металлической коробки, в которой были вырезаны отверстия для вентиляции и кабелей. Крышка плотно крепится с помощью гаек Эриксона. Вдоль всех граней коробки закреплены профильные рейки, соединенные между собой уголками и винтами, создавая тем самым некий каркас коробки на котором будет закреплен мотор-редуктор. За счет большой ширины отверстий в рейке, мы можем более точно закрепить электродвигатель, используя уровень, что увеличит точность измерений.

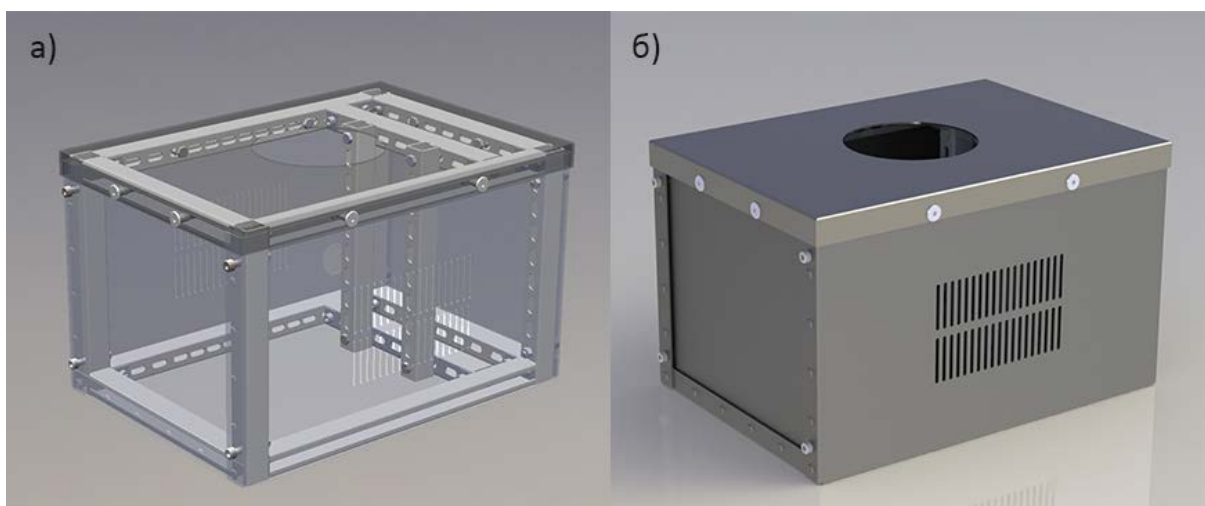


Рис. 5. а) Рендер корпуса с прозрачными стенками;  
б) Финальный вид корпуса

В результате получена конструкция ОПУ, основными достоинствами которой являются:

- Возможность свободного хода ОПУ;
- Изменение скорости вращения ОПУ с помощью контроллера;
- Низкая стоимость за счёт совместного применения аддитивных технологий и серийных изделий (двигателя с редуктором и контроллера).

**Список используемых источников:**

1. Васендин С. В., Кирпанев А. В. Исследование антенн и характеристик рассеяния радиолокационных объектов по планарным измерениям в ближней зоне // Успехи современной радиоэлектроники. 2013. N 2. С. 63–68
2. Будай А. Г., Гринчук А. П., Громыко А. В. Разработка концепции построения аппаратно-программного комплекса модульной конструкции для определения характеристик антенных систем по измерениям в ближней зоне // Приборы и методы измерений. 2017. N 2. С. 151–159.
3. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. 656 с.
4. Курочкин А. П. Теория и техника антенных измерений // Антенны. 2009. N 7. С. 39–45

*Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КПрЭС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Кузьминым С. В.*

## СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАЗВЕРТЫВАЕМОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ СЕКТОРНОГО ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**И.М. Нестеров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Развертываемые зеркальные антенны облают набором конструктивных и функциональных преимуществ относительно стационарных зеркальных антенн. С развитием аддитивных технологий появилась возможность изготавливать изделия сложной конфигурации с меньшими ресурсными затратами. Одним из главных преимуществ развертываемых секторных антенн является взаимозаменяемость деталей. Если одна из деталей ломается, можно в короткие сроки изготовить необходимую часть.*

***развертываемая зеркальная антенна, аддитивные технологии, рефлектор, САД-система***

С обширным освоением диапазонов как дециметровых, так и сантиметровых волн, формированием ретрансляционных станций, а также радиолокационных станций на подвижной транспортной основе возникла потребность конструирования зеркальных антенн, изменяющих собственные габаритные размеры и форму при переводе с транспортируемого положения в рабочее.

Для каждого конкретного использования развертываемой антенны имеется огромное количество отдельных требований, реализация которых обеспечивает надлежащее функционирование ее системы. Специфика наземного и космического базирования накладывает особые требования на развертываемые антенны [1]. Антенны космических аппаратов должны быть саморазвёртывающимися и устойчивыми к факторам космического пространства: аэродинамическому сопротивлению на низких орбитах, перепаду температур, солнечному давлению, глубокому вакууму, метеоритам и т.д. Наземные антенны допускают ручное развертывание или сборку и должны быть устойчивыми к действию ветра и осадков, а также к перегрузкам, возникающим при транспортировке, обеспечивать неизменность радиотехнических параметров при многократном развертывании-свертывании [4].

Если развёртываемая антенна используется в L и C диапазонах, то снижаются требования к качеству поверхностей, что увеличивает количество использования возможных 3D принтеров. Аддитивные технологии нашли обширное использование в таких отраслях промышленности, как автомобиле- и самолетостроении, электронике, медицине, где создаются сложные машины и оборудование, изготавливается множество

экспериментальных моделей и макетов деталей, требующих много времени для конструирования и изготовления.

В настоящее время на рынке имеются разнообразные аддитивные системы, производящие модели по различным технологиям с использованием разных материалов. Но, все без исключений работают по аналогичному, послойному принципу построения физической модели, который состоит в следующем:

- считывание трёхмерной геометрии из 3D CAD-систем (рис. 1,а);
- разбиение трёхмерной модели на горизонтальные сечения (слои) с помощью специальных программ, предоставляемых с оборудованием или используемой как приложение (рис. 1,б);
- построение сечений детали слой за слоем снизу-вверх, до тех пор, пока не будет получен физический прототип модели. Слои располагаются снизу-вверх, один над другим, физически связываются между собой. (рис. 1,в) [2].

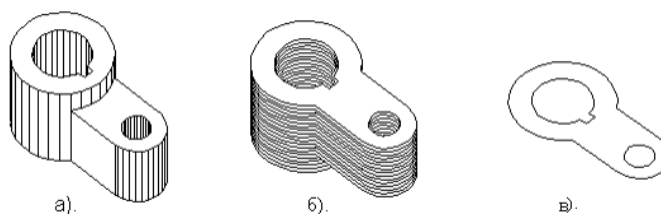


Рис. 1. Принцип построения физической модели

На настоящий период предлагается обширный спектр используемых материалов, различающихся по степени прочности и качеству образуемой структуры.

По принципу разворачивания, характеризующему назначением, антенны подразделяют на саморазвертываемые и разворачивание с помощью человека [5]. На рис. 2 приведена классификация развертываемых антенн, по способу укладки в транспортируемое положение.



Рис. 2. Классификация антенн по способу укладки зеркала

В соответствии с классификацией возможно отметить ряд конструктивных приемов перевода зеркальных антенн в рабочее положение. Ферменные антенны обладают пространственным складным каркасом, состоящим из шарнирно соединенных стержней [6]. У кольцевых или

вантовых антенн основные элементы, формирующие зеркало, - кольцо и оттяжки(ванты). Сборные антенны собирают из отдельных панелей и ферм [7,8]. Надувные антенны могут быть цельными, или однополостными, т. е. иметь один заполняемый материалом – наполнителем объем, и трубчатыми, формируемыми из отдельных надувных частей, выполняемых, как правило, в виде трубок, к которым крепится отражающая поверхность [9]. Зонтичные антенны с жесткими ребрами из-за относительно большой жесткости каркаса рефлектора более устойчивы к ветровым воздействиям. Поэтому наряду с применением в космосе используются и в качестве складных антенн мобильных и переносных радиотехнических станций [10]. Создание конструкций зонтичных рефлекторов со складными ребрами связана с желанием сократить продольный размер упаковки складной антенны.

Особый интерес стоит уделить секторному построению. Данные антенны состоят из панелей (сегментов параболоида), соединенных, как правило, с помощью петель. Примером секторной антенны является антенна, рефлектор которой показан на рис. 3. На втулке 4 с прорезями с одной ее стороны в два пакета 3 собраны металлические или пластмассовые секторные листы определенной формы. При развертывании антенны верхние секторные листы из левого пакета направляются по своим кольцевым канавкам налево, а из правого пакета – направо [3].

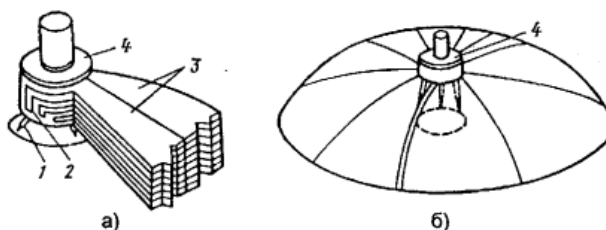


Рис. 3. Секторная антенна зонтичного типа

В качестве примера рассмотрим конструкцию зеркала для L и С диапазона. Диаметр 1.0 м, фокусное расстояние 380 мм. Для упрощения изготовления макета, рефлектор антенны было поделен на 6 равных сегментов параболоида рис. 4. У основания каждого сегмента имеются направляющие элементы с каждой стороны для сочленения между собой в ходе развертывания лепестков и фиксации в транспортируемом положении рис. 7.

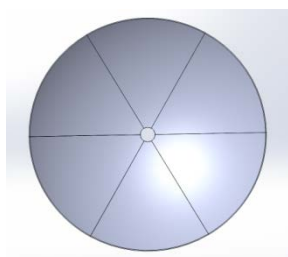


Рис. 4. Разбиение зеркала

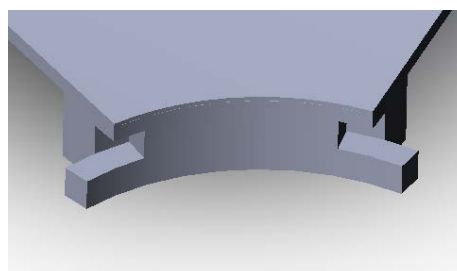


Рис. 5. Направляющие в основании сектора

Основой удержания и впоследствии разворачивании сегментов выступает цилиндр с вырезами под направляющие рис. 6. В центре данной детали имеется вырез для установки крепления излучателя и вывода кабельных сборок. На рис. 7 представлено положение антенны в свернутом или транспортируемом положении.



Рис. 6. Цилиндр

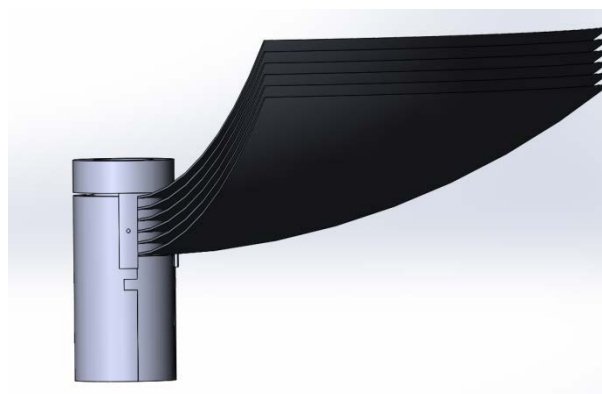


Рис. 7. Свернутый вариант антенны.

В ходе разворачивания антенн, каждый сегмент поочередно подымается в основной вырез и сочленяется с предыдущим по средству направляющих и пазов. В место, где располагались свернутые сегменты, устанавливается заглушка, которая служит стопорным механизмом. На последнем этапе в верхний вырез втулки устанавливается держатель вместе с излучателем рис.8.

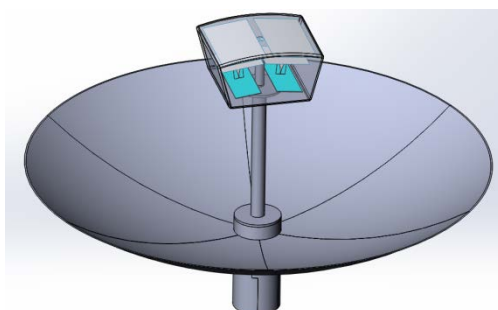


Рис. 8. Секторная зеркальная антенна в развернутом положении

В ходе исследования была выбрана конструкция пригодная для 3D печати. В качестве примера разработана разборная конструкция, в которой рефлектор поделен на 6 равнозначных частей, что обеспечивает компактное свертывание антенны для транспортировки. После печати, лепестки антенны необходимо металлизировать. Секторный способ компоновки параболоида позволяет компактно сворачивать конструкцию, что актуально не только для носимой техники, но и для транспортировки антенн с большой апертурой на возимой транспортной базе. Так как требования к чистоте поверхности в рассматриваемом диапазоне L и C ниже, чем к более высокочастотным диапазонам Ku и Ka, то можно утверждать, что разработанная конструкция показала возможность изготовления разворачиваемых зеркальных антенн с применением аддитивных технологий. А развитие технологии печати

металлом позволит упростить технология изготовления и увеличит качество нанесения покрытия.

**Список используемых источников:**

1. Конструирование механизмов антенн, Диняева. стр.5
2. В.А. Валетов АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ) стр. 9-10 URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1832.pdf> (дата обращения 14.11.2021)
3. Сканирующие антенные системы СВЧ: Пер. с англ. / Р. К. Хансен, Десайз и Рэмси и др.; Под ред. Р. К. Хансена. Пер. под ред. Г. Т. Маркова и А. Ф. Чаплина.- М.: Сов. Радио, 1966, Т. 1.
4. Соколов А. Г., Гвамичава А. С. Решения инженерных конструкций космических радиотелескопов.-В кн.: Антенны/Под ред. А. А. Пистолькорса,- М.; Радио и связь. 1981, вып. 29, с. 2-10.
5. Космическая складная антенна / А. Ф. Богомолов, Н. В. Букреев, Г. Н. Важенцев и др.-В кн.: Антенны / Под ред. А. А. Пистолькорса.-М.: Радио и связь, 1981, вып. 29, с. 10 - 20.
6. Великшин Е. П. Развертываемые антенны для космических летательных аппаратов.-Радиоэлектроника за рубежом, 1970, № 11, с. 3-35.
7. Carr D. R., Braccini A. A. Portable antenna construction.- Пат. 3377594 (США).
8. Carr D. R., Braccini A. A. Demountable and portable antenna constructions.- Пат.3377595 (США).
9. John R. C. Improvements in or relating to radar aerials.-Пат. 1158882 (Англия). МКИ Н01q.
10. Коротковолновые антенны. /Г. З. Айзенберг, С. П. Белоусов, Э.М.Журбенко и др. / Под ред. Г. З. Айзенберга. - М.: Радио и связь, 1985, 535 с.

*Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КИРЭС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук Кузьминым С. В.*

**Секция 1.4.**  
**Радиотехнические системы и антенны**



## ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Н.А. Афанасьев, Е.И. Глушанков

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассмотрена линейная модель решения задач местоопределения в терминах переменных состояния, на основе которой синтезирован фильтр Калмана для определения координат.*

*определение местоположения, фильтр Калмана, космический аппарат*

### 1. Введение

В настоящее время в методах геолокации широко используются временные или частотные характеристики локационных сигналов и разное количество космических аппаратов (КА) для определения местоположения (ОМП). На точность определения координат влияют многие факторы, к одним из которых является неточность определения местоположения КА относительно земли. Для улучшения точностей ОМП возможно использование несколько методов, одним из которых является фильтр Калмана (ФК), на основе ФК возможно улучшить определение положения КА.

### 2. Общая постановка задачи

Суть ОМП КА заключается в использовании ТЛЕ файлов (файлы содержащие в себе информацию про векторы и состояния исследуемого КА или группировки) или использование 3-х реперных станций для точного определения местоположения спутника. Но так как второй вариант не всегда возможен, предлагается рассмотреть возможность корректировки МП КА при помощи фильтра Калмана.

Рассмотрим систему, состоящую из поста и КА, аналогичную, представленной в [1]:

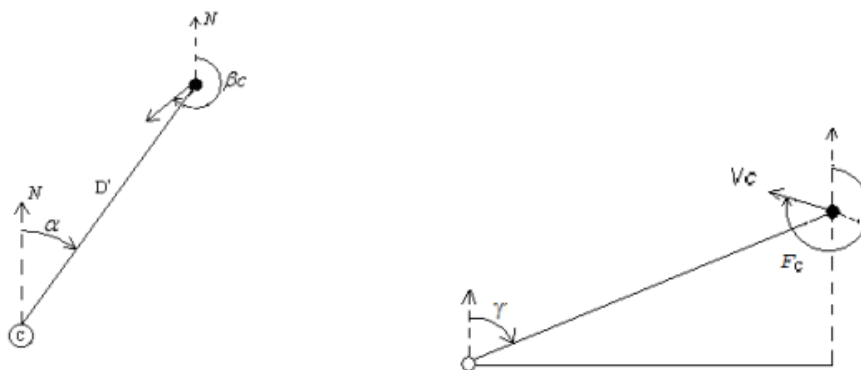


Рис. 1. Модель динамической системы в горизонтальной а) и вертикальной б) плоскости

Где:

- С – пост наблюдения
- D' – наклонную дальность от РЛС до цели
- $\alpha'$  – азимут цели, который отсчитывается от направления на север (N) и показывает, под каким углом находится цель по отношению к посту
- $\gamma'$  – угол места цели, отсчитывается от направления в зенит

Для полярной системы координат, из геометрических соображений, динамика взаимного перемещения объектов может быть описана системой дифференциальных уравнений первого порядка в следующем виде:

$$\begin{aligned} D &= V_c \cdot \cos(a' - B_c) \cdot \cos(\gamma' - F_c) \\ a &= \frac{V_c \cdot \sin(a' - B_c)}{D'} \cdot \cos(\gamma' - F_c) \\ \gamma &= \frac{-V_c \cdot \sin(\gamma' - F_c)}{D'} \cdot \cos(a' - B_c) \end{aligned} \quad (1)$$

Где:

D,  $\alpha$ ,  $\gamma$  – дальности до цели, азимут и угол места цели относительно станций;

C (поста);

$F_c$  – тангаж цели, отсчитывается от вертикали;

$V_c$  – скорость цели;

$B_c$  – курс цели, отсчитывается от направления на север.

Введём вектор состояний, включающий неизвестные и подлежащие оцениванию переменные системы (1):

$$X(k) = \begin{Bmatrix} D \\ a \\ \gamma \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Перейдем от дифференциальной к разностной форме системы уравнений (1) с учётом (2) в следующем виде:

$$\begin{cases} X_1(k+1) = X_1(k) + T \cdot V_c \cdot \cos(X_2(k) - B_c) \cdot \cos(X_3(k) - F_c) \\ X_2(k+1) = X_2(k) - \frac{V_c}{X_1(k)} \cdot T \cdot \sin(X_2(k) - B_c) \cdot \cos(X_3(k) - F_c) \\ X_3(k+1) = X_3(k) - \frac{V_c}{X_1(k)} \cdot T \cdot \sin(X_3(k) - F_c) \cdot \cos(X_2(k) - B_c) \end{cases} \quad (3)$$

Здесь и далее k – номер текущего отсчёта (дискретное время).

Зададим функциональные связи между выбранным вектором состояния и измерительными каналами, т.е. запишем уравнения наблюдений:

$$\begin{cases} Z_1(k) = X_1(k) + N_1 \\ Z_2(k) = X_2(k) + N_2 \\ Z_3(k) = X_3(k) + N_3 \end{cases} \quad (4)$$

Где:

$X_1(k) \dots X_2(k)$  – текущие координаты цели;

$N_1 \dots N_3$  – эквивалентные шумы наблюдений.

Таким образом, выражения (2), (3) и (4) являются уравнениями модели в терминах переменных состояния, которая является исходной для синтеза алгоритма определения текущих координат и параметров движения цели на основе фильтра Калмана [2].

### 3. Синтез структуры фильтра Калмана

Для учёта нелинейности, возникшей при записи системы уравнений (1), будем использовать методику расширенного линейризованного фильтра Калмана [2]. При этом в качестве уравнений состояния используем вектор-функцию (3). Соответственно, функция перехода для системы уравнений (3) в векторной форме будет представлена следующим выражением:

$$\Phi(X, k) = \begin{pmatrix} \Phi_1(X, k) \\ \Phi_2(X, k) \\ \Phi_3(X, k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 + T \cdot V_c \cdot \cos(X_2 - B_c) \cdot \cos(X_3 - F_c) \\ X_2 - \frac{V_c}{X_1} \cdot T \cdot \sin(X_2 - B_c) \cdot \cos(X_3 - F_c) \\ X_3 - \frac{V_c}{X_1} \cdot T \cdot \sin(X_3 - F_c) \cdot \cos(X_2 - B_c) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Для синтеза алгоритма используем уравнение оптимального оценивания:

$$\hat{X}(k+1) = \hat{X}(k+1|k) + G(k+1) \cdot (Z(k+1) - H(k+1) \cdot \hat{X}(k+1|k)) \quad (6)$$

где  $\hat{X}(k+1)$  – оценка вектора состояния на момент времени (k+1);

$\hat{X}(k+1|k)$  – вектор предсказанных оценок на момент времени (k+1) по данным на шаге k;

$G(k+1)$  – матрица весовых коэффициентов;

$\hat{X}(k+1|k) = \Phi(\hat{X}, k)$  – матричное уравнение для расчёта вектора предсказания.

Матрица весовых коэффициентов:

$$G(k+1) = P(k+1|k) \cdot H^T \cdot [H \cdot P(k+1|k) \cdot H^T + R_e(k+1)]^{-1} \quad (7)$$

где

$P(k+1|k) = F \cdot P(k|k) \cdot F^T + R_w(k)$  – апостериорная матрица ковариаций ошибок предсказания;

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ – матрица наблюдений;}$$

при этом  $F(\hat{X}, k) = \frac{\partial \Phi(\hat{X}, k)}{\partial \hat{X}}$  является матрицей Якоби от  $\Phi(\hat{X}, k)$ ;

$P(k+1|k+1) = [I - C(k+1) \cdot H] \cdot P(k+1|k)$  – априорная матрица ковариации ошибок оценивания;

$I$  – диагональная единичная матрица;

$R_E(k+1), R_w(k)$  – диагональные ковариационные матрицы шумов наблюдения и состояния.

Для инициации работы алгоритма необходимо задать начальные значения матрицы ковариации ошибок оценивания  $P(0|0)$ , начальный вектор оценок  $\hat{X}(0)$  и диагональные элементы корреляционных матриц ошибок наблюдения  $R_E(k+1)$  и состояния  $R_w(k)$ .

Начальные значения вектора  $\hat{X}(0)$  могут быть заданы как средние величины исходя из предполагаемых значений максимальной и минимальной дистанций, а также максимальной и минимальной скорости. Априорная корреляционная матрица ошибок оценивания является диагональной. Значения диагональных элементов соответствуют дисперсиям ошибок оценивания в начальный момент времени.

Таким образом, алгоритм ФК позволяет оценивать местоположение КА.

#### **Список используемых источников:**

1. К.В. Машаров. «Применение фильтра Калмана для оценки координат цели в РЛС» Вестник СибГУТИ. 2011, № 3, 59 с.
2. Сейдж Э. Теория оценивания и её применение в связи и управлении/ Э.П. Сейдж, Дж.Л. Мелс. – М.: Связь, 1976. – 496 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОИНТЕРФЕЙСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОГНИТИВНОГО РАДИО, МИМО, OFDMA И ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ.

**М.А. Никитин, К.О. Коровин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Развитие новых стандартов систем беспроводной связи определяет повышение скоростей передачи информации и увеличение количества обслуживаемых абонентов. Увеличить скорость передачи информации в системах беспроводной связи можно путём увеличения либо ширины полосы частот канала, либо отношения сигнал/шум. Так как частотные ресурсы по большей части уже распределены и при этом ограничены, то прибегнуть к варианту увеличения ширины полосы частот канала без создания помех другим системам связи, использующие смежные частотные каналы, становится невозможным.*

***МИМО, когнитивное радио, OFDMA, диаграммообразование .радиоинтерфейсы***

### **1. Введение**

Цифровое формирование луча или цифровое диаграммообразование (англ. Digital Beam Forming, DBF) может быть реализовано на уровне излучающих элементов или их небольших групп (уровень подрешетки). Архитектура цифрового диаграммообразования состоит из совокупности цифровых приемников, по одному на каждый излучающий элемент антенны [1].

Когнитивное радио (cognitive radio) – радиосистема, которая получает знания о своем эксплуатационном или географическом окружающем пространстве, установленном текущем регулировании и своем внутреннем состоянии; которая динамично и автономно подстраивает свои эксплуатационные параметры и протоколы в соответствии с полученными знаниями для достижения предустановленных целей; и которая учится на результатах своих действий [2].

Данный вид интерфейса представляет собой модель искусственного интеллекта которое обучается исходя из собственных действий.

На рисунке 1 представлена схема работы когнитивного радио.

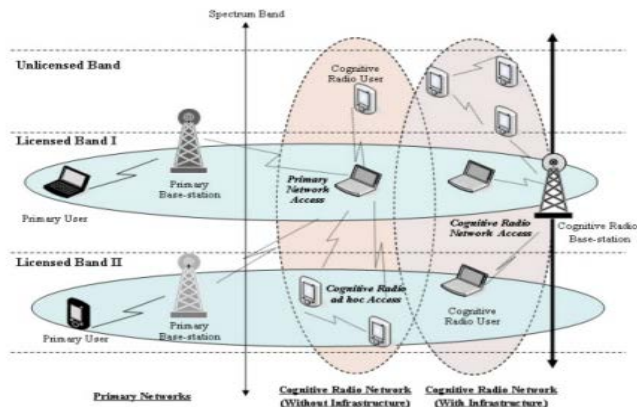


Рис. 1. Схема работы когнитивного радио

MIMO (Multiple Input Multiple Output – множественный вход множественный выход) – это технология, используемая в беспроводных системах связи (WIFI, WI-MAX, сотовые сети связи), позволяющая значительно улучшить спектральную эффективность системы, максимальную скорость передачи данных и емкость сети.

На рисунке 2 описана система связи при использовании MIMO 4x4.

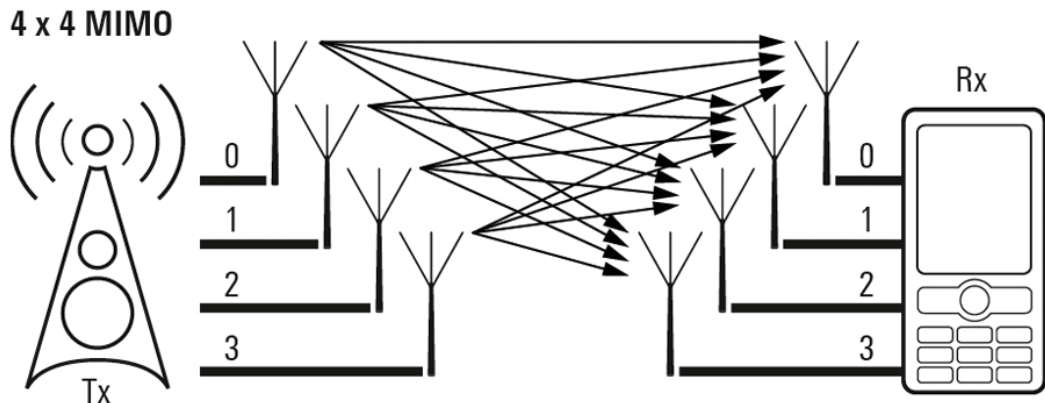


Рис. 2. Система работы MIMO 4x4

OFDMA (множественный доступ с ортогональным частотным разделением каналов) является расширением архитектуры OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов). OFDM использует радиочастотный канал, такой как канал 20 МГц, часто используемый в Wi-Fi, и вместо использования одной несущей частоты, модулированной AM, FM или другими средствами, устанавливает ряд поднесущих.

На рисунке 3 представлена структурная схема идеального OFDMA-модулятора.

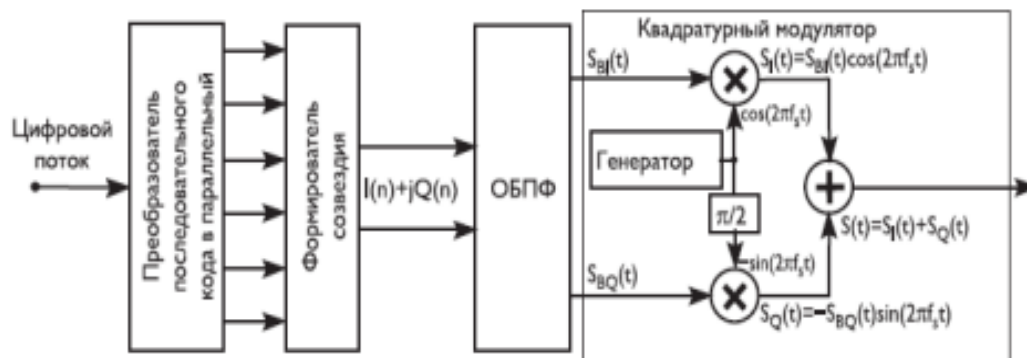


Рис. 3. Структурная схема идеального OFDM-модулятора.

## 2. Совмещение MIMO, OFDMA, когнитивного радио и диаграммообразования.

MIMO-OFDMA – это особенно мощная комбинация, потому что MIMO не пытается уменьшить многолучевое распространение, а OFDMA устраняет необходимость в выравнивании сигнала. MIMO-OFDMA может обеспечить очень высокую спектральную эффективность, даже если передатчик не обладает информацией о состоянии канала (CSI). Когда передатчик действительно обладает CSI (который может быть получен с помощью обучающих последовательностей), можно приблизиться к теоретической пропускной способности канала. CSI может использоваться, например, для выделения совокупностей сигналов разного размера отдельным поднесущим, что позволяет оптимально использовать канал связи в любой данный момент времени. Более поздние разработки MIMO-OFDMA включают многопользовательский MIMO (MU-MIMO), реализации MIMO более высокого порядка (большее количество пространственных потоков), а также исследования, касающиеся массового MIMO и кооперативного MIMO (CO-MIMO).

При добавлении к MIMO-OFDMA комбинацию из когнитивного радио и диаграммообразования, возможно получить итоговую систему, имеющую максимальную самостоятельность и высокий показатель обучаемости за счет когнитивного радио, а также максимально эффективное использование энергетического ресурса нашей системы, за счет диаграммообразования.

### Список используемых источников:

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: Учебное пособие / А.М. Голиков. - СПб.: Издательство «Лань», 2018.
2. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи / В. Т. Ермолаев, А. Г. Флакман. – Нижний Новгород, 2006

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ МАЛОЭЛЕМЕНТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК

К.О. Коровин, С.А. Сафаргалеев

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены аспекты применения оптимизации с использованием двух вариантов стохастических алгоритмов, оптимизаторов роя частиц и генетического алгоритма для построения диаграммы направленности антенны с  $N=8,10,12,16$  элементов.*

### *генетический алгоритм, рой частиц, диаграмма направленности*

Одним из достоинств фазированных решеток является способность создавать произвольные характеристики диаграммы направленности в дальней зоне из-за настройки амплитудных и фазовых характеристик апертуры. Однако не всегда очевидно, как достичь желаемого результата или узнать, достижима ли данная цель. Аналитические методы предоставляют решения с оптимальностью, но часто требуют значительных математических выводов. Это может оказаться непрактичным, если желаемые характеристики нелинейные.

С другой стороны, стохастические методы не гарантируют сходимость к наилучшему возможному решению, просты в применении и могут быстро дать ответ относительно достижимости желаемой характеристики.

Оптимизация стохастической модели показана на рис. 1. Стохастические оптимизаторы работают с функцией стоимости для окончательного решения. Для пробного решения функция стоимости возвращает числовое значение, которое характеризует эффективность пробного решения. Оценивая функцию стоимости с помощью различных пробных решений, оптимизатор корректирует решения и пытается найти лучшее, дающее наименьшие затраты. Затем разработчик просматривает результат и может затем скорректировать функцию стоимости или запустить оптимизатор для дополнительных итераций для дальнейшего уточнения решения [1].

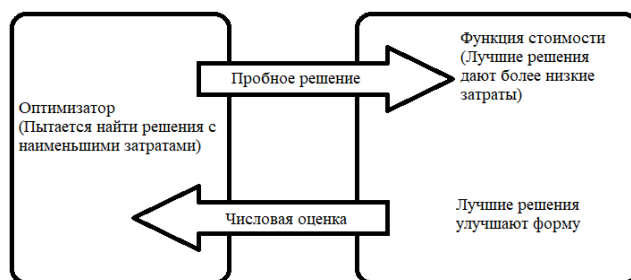


Рис. 1. Оптимизатор постоянно взаимодействует с функцией стоимости для оптимизации решения



Оптимизация роя частиц удобен для реализации, не требуя больших вычислительных затрат. Для оптимизации  $N$  переменных определяется набор, где каждой частице назначается случайное положение в  $N$ -мерном пространстве, так что положение каждой частицы соответствует возможному решению. Каждое из этих положений оценивается для получения скалярной стоимости в зависимости, насколько хорошо оно решает проблему. Затем частицы перемещаются через  $N$ -мерное пространство, подчиняясь как детерминированным и стохастическим правилам обновления, к новым позициям, которые впоследствии оцениваются. Когда частицы пересекают проблемное гиперпространство, каждая частица вспоминает, что это лучшая позиция, которую она имела. Каждой частице известна лучшая позиция, найденная любой частицей в рое. При последующих итерациях частицы перемещаются к этим априорным лучшим решениям с помощью линейных сил притяжения. Превышение и недолет со стохастической корректировкой исследуют области по всему проблемному гиперпространству, в конечном итоге находя хорошее решение [2].

Генетические алгоритмы используют процессы, аналогичные генетической рекомбинации и мутации. Алгоритм начинается с генерации совокупности случайных возможных решений. Затем в популяции присуждается оценка, основанная на его результатах. С лучшими оценками выбирают родителей, которых делят и соединяют для получить детей. Чтобы добавить разнообразия в популяцию, применяются некоторые случайные мутации. Дети оцениваются, лучшими исполнителями, вероятно, станут родители в следующем поколении. В какой-то момент процесс завершается, и в качестве окончательного ответа принимается человек, набравший наибольшее количество баллов [3].

На рис. 2. показано, как числовой вектор, сгенерированный оптимизатором роя частиц или генетическим алгоритмом, преобразуется в веса апертуры и сравнивается с желаемой картиной дальнего поля. Оба оптимизатора генерируют пробные решения в виде набора чисел от 0 до 1, которые затем линейно отображаются на амплитуду и плотность каждого элемента.

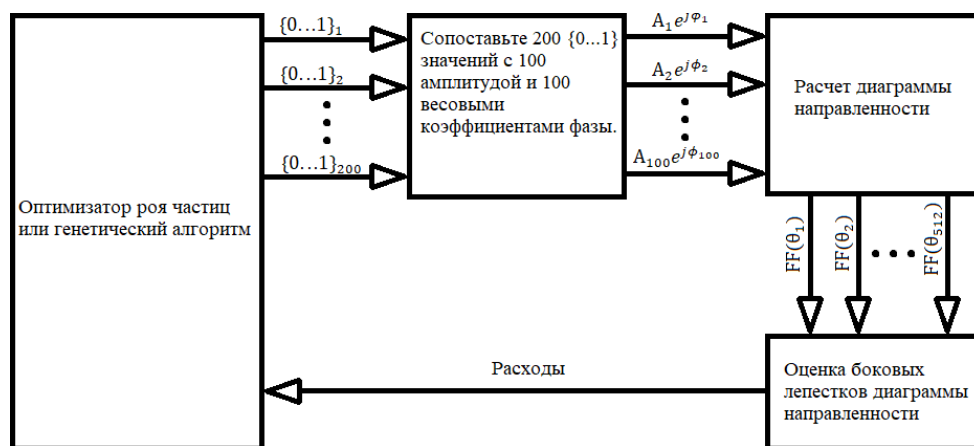


Рис. 2. Числовой вектор, сгенерированный оптимизатором, преобразуется в апертуру веса и оценки по желаемой диаграмме дальнего поля.

Произведен синтез оптимизации роя частиц и генетического алгоритма, чтобы выяснить лучшую сходимость и время работы при разном количестве элементов антенной решетки. Параметры определяют фазированную решетку из  $N$  элементов, который изменяется как  $\cos(q)^{1,2}$ . Указан диапазон (минимум и максимум) допустимых значений для каждого значения амплитуды и фазы.

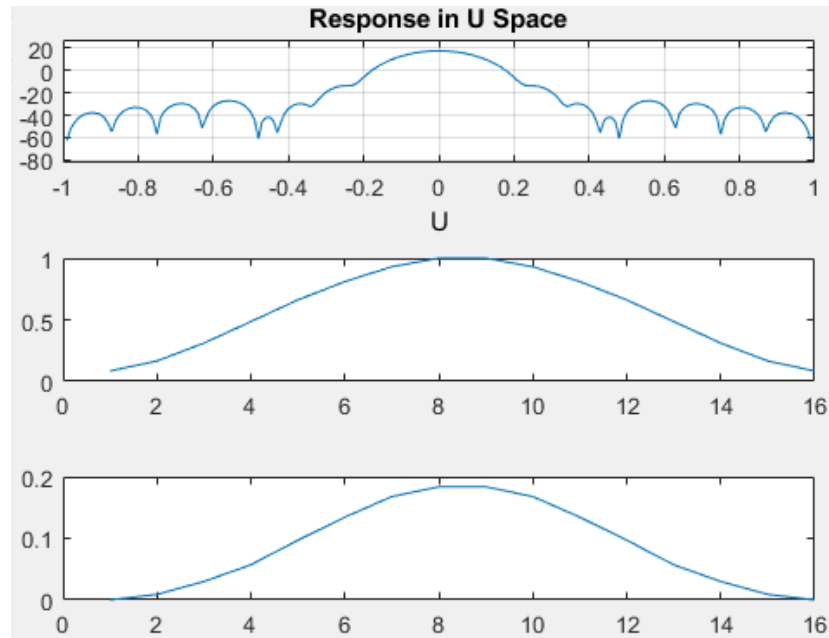


Рис.4. Синтез при шестнадцати элементах с помощью оптимизации роя частиц

Аналогично оптимизации роя частиц были произведены операции, с помощью генетического алгоритма. Результаты, показанные на рис.5.

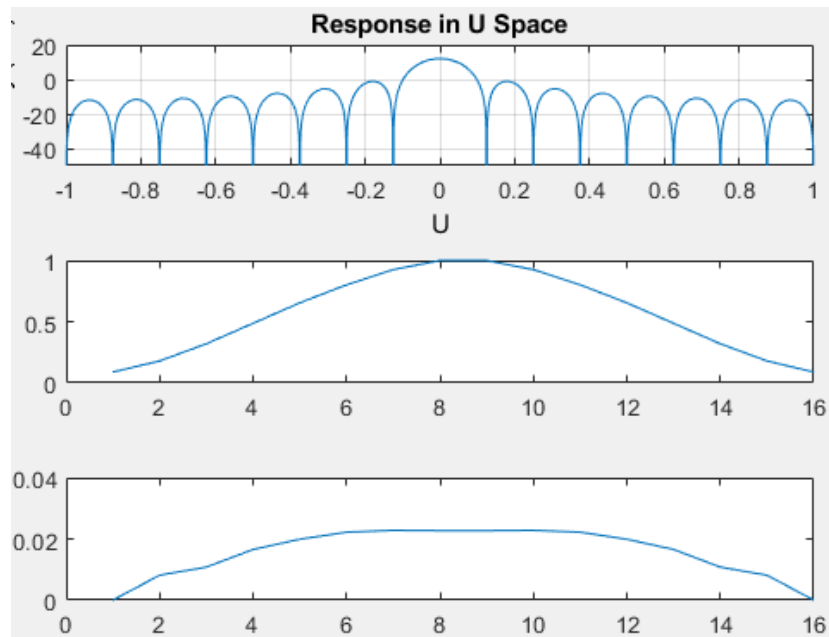


Рис.5. Синтез при шестнадцати элементах с помощью генетического алгоритма

В результате сравнительного анализа при рассмотрении алгоритмов оптимизации роя частиц и генетического алгоритма было выявлено следующее: время, затрачиваемое на построение диаграммы направленности при  $N=16,12,10,8$  элементов в среднем значении у обоих алгоритмов приблизительно одинаковое. С использованием 16 и 12 элементов у оптимизации роя частиц затрачиваемое время меньше, чем у генетического алгоритма следовательно скорость выше. При 10 и 8 элементах наоборот скорость выше, а время меньше оптимизации генетического алгоритма.

**Список используемых источников:**

1. Daniel B. Electronically Scanned Arrays MATLAB® Modeling and Simulation Edited by Arik D. Brown // 2012 by Taylor & Francis Group, LLC. – С. 109-116.
2. J. Kennedy and R. C. Eberhart, Swarm Intelligence. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2001. – С.287-324.
3. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы. Ю. Ю. Тарасевича. 2007 – С. 20-37

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ НАНОСПУТНИКАХ СТАНДАРТА CUBESAT

**А.Н. Ликонцев, В.А. Размыслова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Благодаря развитию новых технологий и сокращению расходов на те или иные аспекты, научные учреждения строят собственные спутники для проведения испытаний новых космических технологий. CubeSat («кубсат») - наноспутники, предназначенные для проведения школьных и студенческих экспериментов в околоземном космическом пространстве, позволяют проводить недорогие космические исследования. Одна из основных задач, требующих решения для корректного функционирования спутников - правильная ориентация в пространстве.*

### ***CubeSat, кубсат, образовательные спутники, наноспутники***

Термином «*CubeSat*» обозначаются наноспутники (*Nano-satellite*) фиксированного стандарта, изменяемого кратно 1U (*unit*). То есть Кубсат формата 1U есть куб размерами 10x10x10 см. Стандарт допускает объединение 2 или 3 стандартных кубов в составе одного спутника (обозначаются 2U и 3U и имеют размер 10x10x20 или 10x10x30 см).

Электроника кубсата состоит из системы питания, системы ориентации, управляющего контроллера, системы командной связи, системы диагностики.

Задачи, выполняемые космическими аппаратами, требуют определенного положения осей. За их успешное определение отвечает система ориентации.

Система ориентации спутника формата Кубсат зависит от корректной работы двух подсистем: ориентации по Солнцу и определению ориентации по магнитному полю Земли.

В целях написания данной статьи было проведено тестирование двух подсистем: подсистемы ориентации спутников по Солнцу и подсистемы определения ориентации по магнитному полю Земли, а также предложена компонентная база для реализации принципов их работы на тестовом стенде.

Для реализации подсистемы определения ориентации по Солнцу предложено использовать: набор солнечных датчиков на базе четырёхсегментных диодов с отдельным АЦП на каждый датчик; управляющий контроллер, который получает данные АЦП и определяет наличие солнца в зоне видимости датчика, а также проверяет корректность работы датчика и выдаёт углы направления на солнце на основе формул и данных калибровки.

АЦП датчиков подключены к управляющему контроллеру, питаются от линий GPIO (потребление около 1мА на датчик).

Точность определения угла  $\pm 5^\circ$ . Угол обзора  $110^\circ$  (1 датчик на 1 грань куба).

В моделировании работы подсистемы используется Симулятор сигналов солнечных панелей. Задача системы - формировать выходной сигнал, аналогичный сигналу с панелей и солнечных датчиков для тестирования МРРТ и системы ориентации.

Для реализации на схеме выбрана плата *TA PanelSim*. Платы *PanelSim* объединяются 10-контактным шлейфом в группу до 6 штук (по числу панелей). Каждая плата выдаёт сигнал 0-6V 0-700мА с программно-заданной вольтамперной характеристикой для тестирования МРРТ. Также есть возможность передавать данные по I2C, эмулируя работу датчиков ориентации и датчиков температуры. Одна из плат *PanelSim* подключается по USB для загрузки характеристик. Питание со шлейфа, 12V 0.5A на каждую плату *PanelSim*.

Подсистема определения ориентации по магнитному полю Земли позволяет строить ориентацию по всем трем осям и позволяет добиться определенного положения аппарата относительно магнитных линий Земли.

Задача подсистемы - компенсировать локальное магнитное поле Земли и создавать поле, соответствующее полю в заданном положении спутника на орбите.

Для тестирования работы подсистемы было воссоздано локальное магнитное поле Земли на тестовом стенде (рис.1).

Подсистема определения ориентации по магнитному полю Земли составляет магнитометр, состоящий из набора катушек, ориентированных по трем осям взаимно перпендикулярным друг другу, с сопутствующей элементной базой.

На борт кубсата был установлен набор из четырех катушек ориентации (на трех боковых и одной торцевой панелях), которые работают за счёт магнитного поля Земли. Тип катушек – *TVD* (встроенный в солнечные панели). Прямое управление током в катушке осуществляется при помощи ШИМ управляющего контроллера.

Для реализации использовались следующие исходные данные: магнитное поле в районе СПб -  $52 \mu\text{T}$ ; условие, что поле на орбите может достигать величины  $65 \mu\text{T}$ , значит максимальное создаваемое поле должно быть не меньше  $52+65 \approx 120 \mu\text{T}$ .

При проведении эксперимента с вращением спутника, момент инерции поворотного механизма добавляется к моменту инерции спутника.

Чтобы создать ситуацию, приближенную к реальной, нужно кратно увеличить внешнее поле (поворачивающий момент). В случае, если момент инерции больше исходного в 2 раза, требуется создавать поле до  $65 * 2 = 130 \mu\text{T}$ , а с учётом компенсации поля в месте установки стенда – до  $130 + 52 \approx 180 \mu\text{T}$ .

В реализации принципа работы подсистемы определения ориентации по магнитному полю Земли для формирования поля используются катушки Гельмгольца – по 2 катушки на каждую ось (рис.1).

Размер катушек от 1.5 до 2.0м, количество витков в каждой катушке - 25. Выбран кабель типа *Olflex CLASSIC 110 25G1* - 25 жил по 1мм<sup>2</sup>, разъёмы *DB25 09672254704* на 6.5А. Катушки в одной паре соединены последовательно. Для данного кабеля сопротивление одной пары  $\approx 7$  Ом, при питании 48V возможен ток до 6.5А. Максимальное поле от одной пары катушек - около 190uT при токе 8А и размере 2м x 2м.

В качестве платы управления выбрана *TA\_CoilController* (рис.2), она же основная плата, которая формирует ток в катушках.

Плата получает информацию от датчиков магнитного поля (3 цепочки по 3 датчика) через USB уставки поля и формирует ток в катушках. Питание 12-52В.



Рис.1. Модель системы формирования магнитного поля Земли



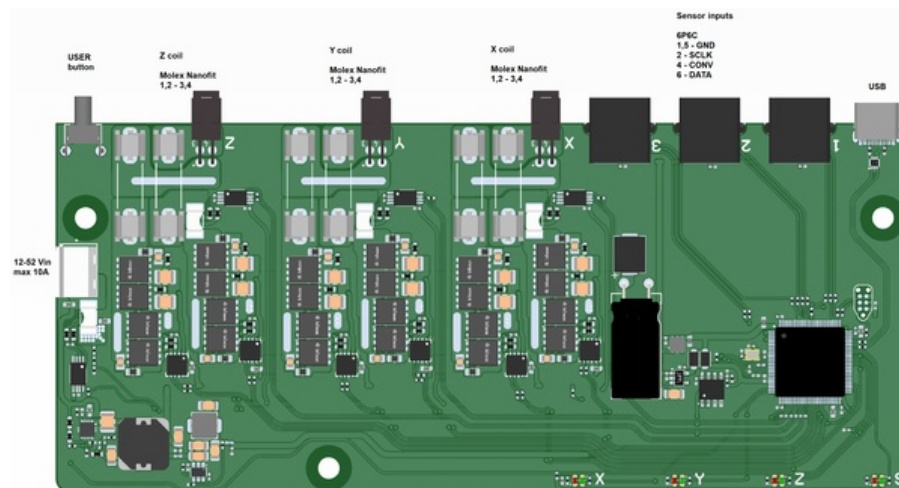


Рис.2 Схема платы - *TA\_CoilController*.

Датчики поля сделаны на базе *DRV 425 Fluxgate Magnetic Field Sensor* (рис.3) и АЦП *ADS8867*. Платы датчиков можно соединять последовательно до 3 штук в цепочке. Каждая плата измеряет поле вдоль одной оси, для удобства платы можно разместить на гранях кубика-держателя.

Два набора по 3 датчика ставятся симметрично относительно точки, в которой формируется поле. Считается среднее значение, которое используется для обратной связи. Ещё один набор из 3-х датчиков можно использовать для бесконтактного измерения тока в катушках ориентации, встроенных в спутник.

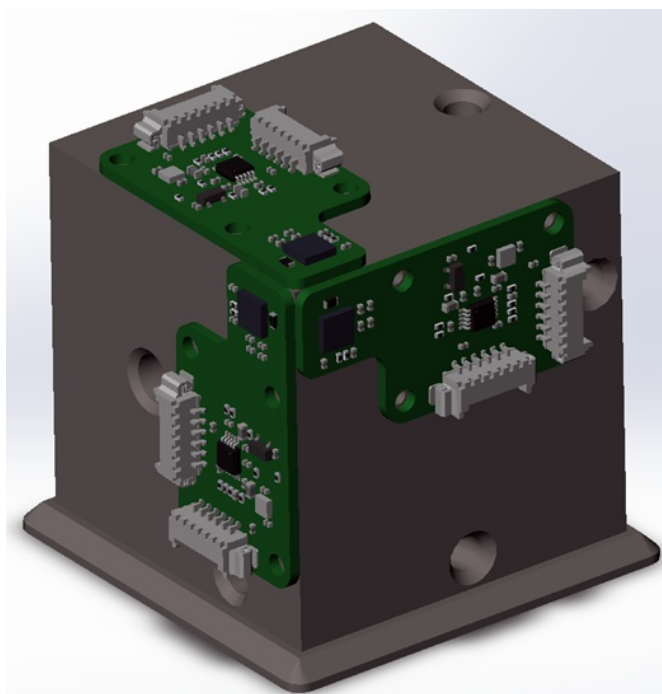


Рис.3. Схема платы - *TA\_FluxgateSensor*

Практическая реализация принципов работы подсистем ориентации спутника – важная часть в проведении испытаний новых космических технологий.

Для проверки корректной работы бортовых систем было проведено тестирование подсистем ориентации, в рамках которого были проделаны следующие шаги:

1. выбрана компонентная база для реализации экспериментального стенда;
2. с помощью Симулятора сигналов солнечных батарей проведено тестирование МРРТ и подсистемы ориентации по Солнцу;
3. создана установка для имитации магнитного поля Земли;
4. воссозданы реальные условия при проведении эксперимента с вращением спутника.

С помощью стендовых установок удалось получить приближенные к реальным условиям результаты.

Приведенные выше реализации успешно прошли испытания на тестовом стенде, что дает право рассчитывать на успешное внедрение системы в целях реализации в реальных испытаниях весной 2022 года.

**Список используемых источников:**

1. Кубсаты ГК «Геоскан» [Электронный ресурс] // <https://geoscan.space/ru> (дата обращения 22.11.2021).
2. Концепция CubeSat и предоставление услуг развертывания [Электронный ресурс] // <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cubesat-concept> (дата обращения 22.11.2021).
3. Cubesat [Электронный ресурс] // <https://redmine.corp.geoscan.aero/projects/cubesat/wiki/Wiki> (дата обращения 22.11.2021).



**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В СПУТНИКОВЫХ СЕТЯХ С МНОГОНАПРАВЛЕННЫМИ АБОНЕНТСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ ПРИ КООПЕРАТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТОТНО-ОРБИТАЛЬНОГО РЕСУРСА**

**В.А. Осипова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В докладе представлен обзор основных технологий построения систем спутниковой связи, а также возможностей их применения в системах многостанционного доступа в условиях ограниченности частотного и орбитального ресурса. Рассматриваются особенности использования каждой технологии, её достоинства и недостатки.*

*спутниковые системы связи, технологии многостанционного доступа, фазированная антенная решетка*

Спутниковые сети связи представляют собой линии, узлы связи, терминальные устройства, объединенные в систему, функционирование которой происходит под единым управлением с использованием орбитальных спутников [1]. Поскольку спектр радиочастот является ограниченным природным ресурсом, его необходимо распределять между различными видами услуг и даже различными типами спутниковых группировок [2]. За распределение радиочастот отвечает Регламент радиосвязи, в соответствии с которым для систем спутниковой связи выделено несколько диапазонов частот, получивших условное обозначение буквой латинского алфавита [3].

Загруженность ближней и дальней орбит и перегруженный частотный спектр приводят к необходимости кооперативного использования спутниковой сети. Под кооперативным использованием здесь понимается совместное использование в сети спутниковой связи как нескольких спутников сразу, так и совместное использование спутниковой и наземной сети. При этом осуществляется широкополосная передача данных, телефония, телевизионное вещание, глобальное геопозиционирование и навигация.

Существует несколько основных технологий построения сетей спутниковой связи, различающихся способом использования ресурса спутникового ретранслятора. Их можно классифицировать следующим образом:

- по способу использованию несущей:
  - SCPC (Single Channel Per Carrier) - один канал на несущую;
  - MCPC (Multiple Channel Per Carrier) - множество каналов на несущую [5].

- по режиму предоставлению ресурса:
  - РАМА (Pre-assigned Multiple Access) - многостанционный доступ с предоставлением ресурса на постоянной основе;
  - ДАМА (Demand Assigned Multiple Access) - многостанционный доступ с предоставлением ресурса по требованию.
- по технологии многостанционного доступа к ресурсу:
  - FDMA (Frequency Division Multiple Access) - многостанционный доступ с частотным разделением;
  - TDMA (Time Division Multiple Access) - многостанционный доступ с временным разделением;
  - CDMA (Code Division Multiple Access) - многостанционный доступ с кодовым разделением;
  - FТDМА (Frequency/Time Division Multiple Access) - многостанционный доступ с частотным и временным разделением.

Все существующие технологии построения сетей спутниковой связи имеют свои преимущества и недостатки, но ни одна из них не является универсальной. Для повышения эффективности работы сочетаются несколько технологий одновременно [4].

От традиционных услуг спутниковой связи с геостационарной орбиты отрасль стремительно движется к предоставлению различных сервисов и с иных орбит (низких, средних и высокоэллиптических) [5].

Многонаправленные абонентские терминалы должны при этом иметь возможность регулирования направления приема и передачи радиосигнала. Такую возможность могут обеспечить зеркальные многолучевые антенны [6] и активные фазированные антенные решетки (АФАР). Как наиболее перспективные рассмотрим АФАР подробнее:

- Классическая АФАР - фазированная антенная решётка, в которой направление излучения и (или) форма диаграммы направленности регулируются изменением амплитудно-фазового распределения токов или полей возбуждения на индивидуальных активных излучающих элементах. Более сложные приемопередающие модули могут регулировать амплитуду радиосигнала, осуществлять преобразование радиочастоты, а также генерировать (формировать) радиосигнал, преобразовывать его из аналоговой в цифровую форму и (или) из цифровой в аналоговую [7].

Достоинствами АФАР являются надежность и эффективность, простота в эксплуатации, малые массогабаритные характеристики, а также возможность работать на нескольких частотах сразу. На данный момент недостатком АФАР можно назвать высокую стоимость разработки и производства, но с развитием технологий она будет только снижаться [8].

- Технология АФАР с использованием микросхемы формирования луча. Основное назначение данных микросхем — это установка относительного усиления и фазы каждого элемента решетки для создания эффекта когерентного сложения сигналов и формирования луча антенны. Развитие полупроводниковых технологий позволило создавать микросхемы,

которые способны выполнять цифровую обработку сигналов решетки и при этом проводить настройку параметров РЧ-сигнала для достижения желаемой фазы и амплитуды. Многоканальные микросхемы выполняют регулировку усиления и фазы в 4-канальной конфигурации, могут иметь до 32 каналов в миллиметровом диапазоне. В микросхему могут быть интегрированы несколько дополнительных компонентов: аналого-цифровые преобразователи, цифро-аналоговые преобразователи и входы/выходы общего назначения для управления усилителем мощности и ВЧ-интерфейсом, также могут включать в себя интегрированную малопотребляющую систему фазовой автоподстройки частоты с дробным коэффициентом деления, которая обеспечивает высококачественный синтез ВЧ-сигнала для трактов передатчика и приемника. Уже доступны в корпусе размером 12 мм × 12 мм [9].

- Технология жидкокристаллических фазированных решеток, в которой управление лучом реализовано с использованием жидкокристаллического слоя внутри ультратонкой антенны с фазированной антенной решеткой. Жидкий кристалл управляется электромагнитным полем, которое изменяет направление принимаемого или передаваемого луча без физического поворота антенны вообще, поэтому в ней нет движущихся частей [10]. Уже разрабатывается экономичная интеллектуальная антенна, которая является тонкой, плоской и легкой, без механически движущихся деталей. Такую антенну легко интегрировать в плоские и изогнутые поверхности, такие как автомобильные крыши. Направление главного луча антенны может быть полностью выровнено электронным способом (без механического перемещения) непрерывно и непосредственно на спутник. Таким образом, стабильное и мощное соединение может быть гарантировано, даже если относительное положение антенны по отношению к спутнику постоянно меняется [11].

- Использование метаматериала в антеннах позволило создавать меньшие по размеру и в тоже время более эффективные антенны, потому что ее новая структура накапливает и повторно излучает энергию [12]. Покрытие антенны метаматериалом заметно повышает эффективность излучения до 10 раз [13].

Очевидно, спутниковые системы связи все еще являются перспективным направлением в области развития телекоммуникаций. Совершенствование технологий позволяет сделать спутниковую связь доступной для большего числа пользователей.

#### **Список используемых источников:**

1. Сети спутниковой связи: оборудование, технологии, топологии [Электронный ресурс]. URL: <https://forumtech.ru/novosti-v-sfere-telekommunikaczij/set-svyazi> (дата обращения: 14.11.2021).
2. Долгая история, светлое будущее: инновации в области геостационарных спутников на подъеме [Электронный ресурс]. URL:

- <https://www.itu.int/en/myitu/News/2020/11/16/16/41/Geostationary-satellite-innovation> (дата обращения: 14.11.2021).
3. Спутниковые телекоммуникации [Электронный ресурс]. URL: [http://alice.pnzgu.ru:8080/~zsa/sql/titan\\_zsa/seti\\_lec\\_zsa\\_new/prilog\\_2/topic\\_3.htm](http://alice.pnzgu.ru:8080/~zsa/sql/titan_zsa/seti_lec_zsa_new/prilog_2/topic_3.htm) (дата обращения: 14.11.2021).
  4. Корпоративные сети передачи данных с использованием спутниковой связи [Электронный ресурс]. URL: <http://spacegrad.ru/VSAT/b2b> (дата обращения: 14.11.2021).
  5. Коник Л. Перемены космического масштаба [Электронный ресурс]. URL: <https://www.comnews.ru/content/214171/2021-04-19/2021-w16/peremeny-kosmicheskogo-masshtaba> (дата обращения 23.11.2021).
  6. Шишлов А. В., Левитан Б. А., Топчиев С. А., Анпилогов В. Р., Денисенко В. В. Многолучевые антенны для систем радиолокации и связи [Электронный ресурс] // Журнал радиоэлектроники, ISSN 1684-1719, N7, 2018. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/jul18/6/text.pdf> (дата обращения 23.11.2021).
  7. Активная фазированная антенная решётка – АФАР [Электронный ресурс]. URL: <https://vpk.name/library/f/afar.html> (дата обращения 23.11.2021).
  8. Как это работает. АФАР [Электронный ресурс]. URL: <https://news.rambler.ru/scitech/47507195-kak-eto-rabotaet-afar/> (дата обращения 23.11.2021).
  9. Лейн Д. Высокая степень интеграции микросхем управления позволила проектировать плоскочелюстные антенны на основе фазированных решеток [Электронный ресурс]. URL: [https://www.eltech.spb.ru/analog\\_adar1000](https://www.eltech.spb.ru/analog_adar1000) (дата обращения 23.11.2021).
  10. Liquid Crystal Phased Array Technology [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alcansystems.com/technology/> (дата обращения 23.11.2021).
  11. Enabling simple satellite connectivity [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alcansystems.com/satellite/> (дата обращения 23.11.2021).
  12. Антенна из метаматериала [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.abcdef.wiki/wiki/Metamaterial\\_antenna](https://ru.abcdef.wiki/wiki/Metamaterial_antenna) (дата обращения 23.11.2021).
  13. Селезнев А. Д., Пачурин Г. В., Галка А. Г. Разработка электрически малых антенн с применением метаматериала [Электронный ресурс]. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11822> (дата обращения 23.11.2021).

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА РАЗЛИЧНЫХ ПОТЕРЬ В КАНАЛЕ «БПЛА – НАЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ»

**В.В. Пуршель**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Предлагается разработка приложения для расчёта различных потерь в канале «беспилотный летательный аппарат – земля». Представлен простой метод прогнозирования потерь, бюджета канала и дальности прямой видимости между беспилотный летательный аппарат и наземной станцией при распространении радиоволн в канале связи «воздух – земля», который можно рекомендовать для использования в процессе моделирование систем связи с беспилотный летательный аппарат в пределах прямой видимости и при отсутствии прямой видимости.*

*беспилотный летательный аппарат, канал «воздух – земля», MATLAB*

БПЛА широко используется во многих областях и привлекает внимание инженеров и разработчиков со всего мира. Недавно было предложено использование миллиметрового диапазона частот для обеспечения каналов связи с БПЛА. Поскольку диапазон миллиметровых волн может обеспечить более обширные частотные ресурсы, чем микроволновый диапазон, то можно гарантировать гораздо более высокую достижимую скорость для поддержки БПЛА таких услуг, как видеонаблюдение, покрытие точек доступа, экстренная связь и т. д. [1]. Поэтому грамотное моделирование канала «БПЛА – наземная станция» с учётом различных потерь является актуальной задачей.

При моделировании канала связи «воздух – земля» следует учитывать ряд явлений, связанных с распространением миллиметровых радиоволн, включая следующие:

- затухание в атмосферных газах;
- затухания, обусловленные закрытием или частичным закрытием трассы;
- затухание, обусловленное колебанием БПЛА;
- затухание, обусловленное осадками.

Для расчёта бюджета канала и учёта затуханий следует использовать рекомендации Международного союза электросвязи (сектор радиосвязи). Но данные рекомендации содержат информацию для расчётов общих систем связи, не учитывая конкретные разновидности каналов.

Поэтому предложена разработка приложения для расчёта различных потерь в канале «БПЛА – наземная станция». Цель данного приложения заключается в том, чтобы представить простой метод прогнозирования потерь, бюджета канала и дальности прямой видимости между БПЛА и наземной станцией канала при распространении радиоволн в канале связи

«воздух – земля», который можно рекомендовать для использования в процессе моделирование систем связи с БПЛА в пределах прямой видимости и при отсутствии прямой видимости.

Разработка приложения для расчёта различных потерь в канале «БПЛА – наземная станция» осуществлялась в интерактивной среде App Designer. App Designer позволяет создавать профессиональные приложения, не будучи профессиональным разработчиком программного обеспечения [2]. Конструктор приложений объединяет две основные задачи создания приложений – создание визуальных компонентов GUI и программирование поведения приложения. Конструктор приложений автоматически генерирует объектно-ориентированный код, определяющий макет и дизайн приложения.

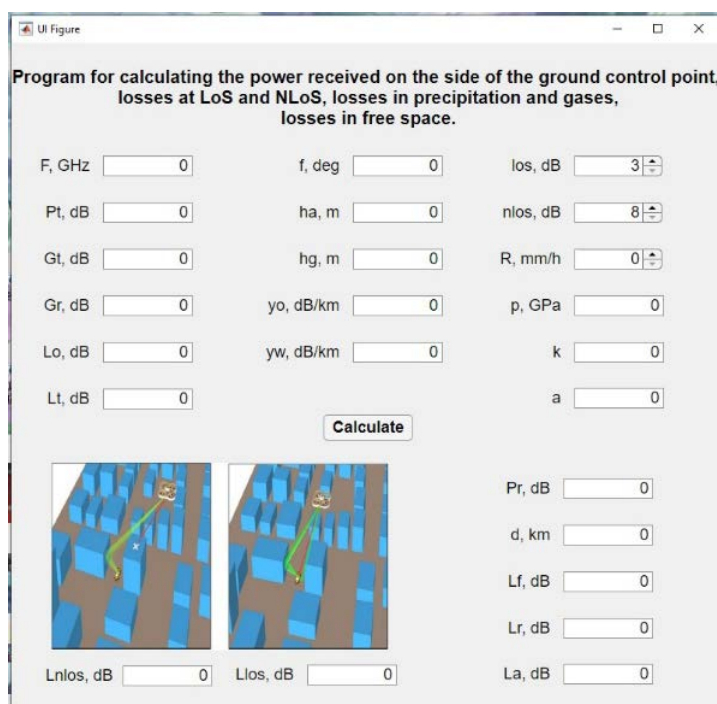


Рис.1. Интерфейс программы

В таблице 1 представлен перечень входных параметров.

ТАБЛИЦА 1. Перечень входных параметров

Параметр	Буквенное значение	Единицы измерения
Частота	F	GHz
Мощность сигнала, передаваемого со стороны БПЛА	Pt	dB
Усиление бортовой антенны БПЛА	Gt	dB
Усиление антенны НС	Gr	dB
Потери на замирания	Lo	dB
Общие потери	Lt	dB
Угол места	f	deg
Высота полёта БПЛА	ha	m
Высота подвеса антенны на	hg	m

НС		
Погонное затухание в газах	$y_o$	dB/km
Погонное затухание в парах воды	$y_w$	dB/km
Случайные компоненты колебания БПЛА	$l_{os}$	dB
	$n_{los}$	dB
Интенсивность осадков	$R$	mm/h
Атмосферное давление	$p$	GPa
Коэффициенты	$k$	-
	$a$	-

В таблице 2 представлен перечень входных параметров.

ТАБЛИЦА 2. Перечень выходных параметров

Параметр	Буквенное значение	Единицы измерения
Мощность, полученная на стороне НС	$P_r$	dB
Расстояние прямой видимости между БПЛА и НС	$d$	km
Потери в свободном пространстве	$L_f$	dB
Потери в осадках	$L_r$	dB
Потери в атмосфере	$L_a$	dB
Потери при отсутствии прямой видимости	$L_{nlos}$	dB
Потери при прямой видимости	$L_{los}$	dB

Для проведения расчётов была выбрана частота 28 ГГц. При проведении расчётов полагаем, что:

- Сигнал от БПЛА к наземной станции распространяется в нормальных атмосферных условиях (атмосферное давление 1013 ГПа);
- Используется горизонтальная поляризация;
- Мощность сигнала, передаваемого со стороны БПЛА равно 50 Вт (17 дБ);
- Усиление бортовой антенны БПЛА – 17 дБ, усиление антенны НС – 7дБ;
- Потери на замирания – 2 дБ;
- Общие потери – 2 дБ;
- Высота полёта БПЛА – 40 м, высота подвеса антенны на НС – 1 м.

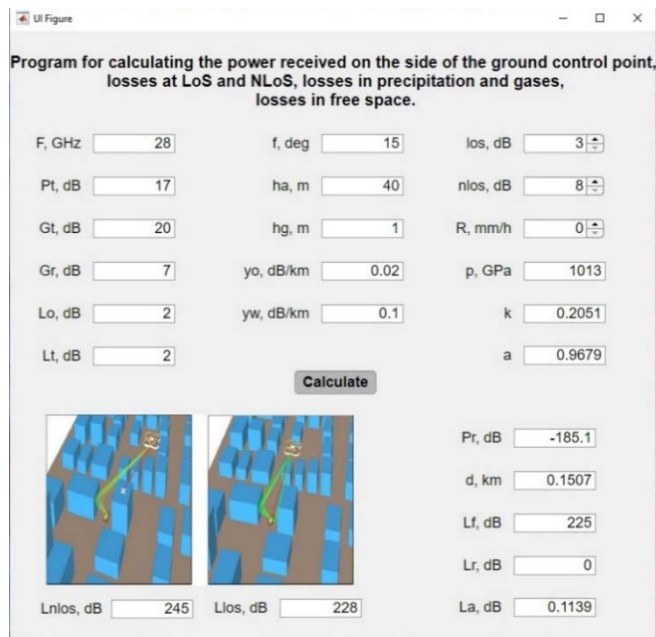


Рис.2. Пример расчёта для частоты 28 ГГц

Приложение для расчёта различных потерь в канале «БПЛА – наземная станция» демонстрирует исчерпывающий расчёт различных таких потерь в канале, как:

- Потери в свободном пространстве;
- Потери в осадках;
- Потери в атмосфере;
- Потери при отсутствии прямой видимости;
- Потери при прямой видимости.

#### Список используемых источников:

1. Yan C., Fu L., Zhang J., Wang JA Comprehensive Survey on UAV Communication Channel Modeling // IEEE Access, 7. 2019.
2. App Designer [Электронный ресурс] // <https://www.mathworks.com/products/matlab/app-designer.html> (Дата обращения 20.11.21)



**Секция 1.5.**  
**Цифровая обработка сигналов**

## ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВЕЙВЛЕТ-ОБРАЗОВАНИЯ

**Х.М.М Айд, Е.М. Еникеева, А.В. Запайщиков, А.Б. Степанов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Данная работа посвящена оптимизации алгоритма вычисления непрерывного вейвлет-преобразования на микроконтроллере с низким потреблением энергии. Приводится архитектура микроконтроллера с низким энергопотреблением STM32F401 фирмы Texas Instruments. Описывается основной принцип, позволяющий увеличить длину фрагмента обрабатываемого сигнала.*

*алгоритм, непрерывное вейвлет-преобразование, микроконтроллер, оптимизация, STM32F401*

Непрерывное вейвлет-преобразование получило широкое распространение при реализации цифровой обработки сигналов [1-2].

Вейвлеты – это обобщённое название особых функций с нулевым интегральным значением, локализованных по оси времени, способных к сдвигу и масштабированию [3,4].

Формула непрерывного вейвлет-преобразования (НВП) имеет вид:

$$W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} dt,$$

где  $\psi(t)$  – вейвлет,  $a$  – значение масштаба,  $b$  – сдвиг во времени, горизонтальная черта над вейвлет-функцией означает комплексное сопряжение. На рис.1 представлен вейвлет-спектограмма сигнала.

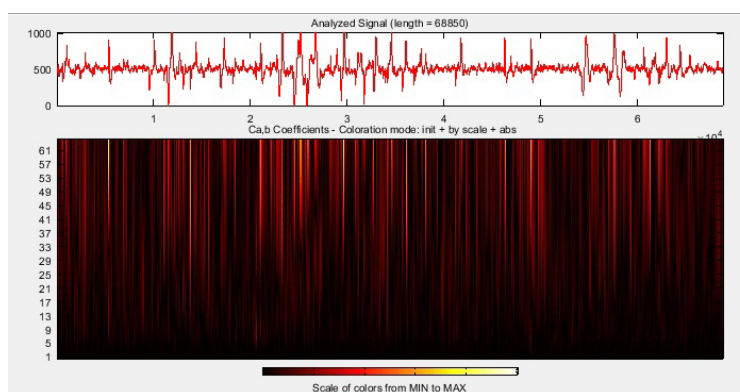


Рис.1. – Вейвлет-спектограмма

Непрерывное вейвлет-преобразование может быть реализовано на различной элементной базе:

- цифровые сигнальные процессоры;
- программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС);

- универсальные процессоры общего назначения;
- графические процессоры;
- системы на кристалле;
- микроконтроллеры.

В данной работе рассматривается возможность реализации алгоритма вычисления непрерывного вейвлет-преобразования на элементной базе с низким энергопотреблением – STM32F401. На рис. 2 представлена архитектура микроконтроллера STM32F4.

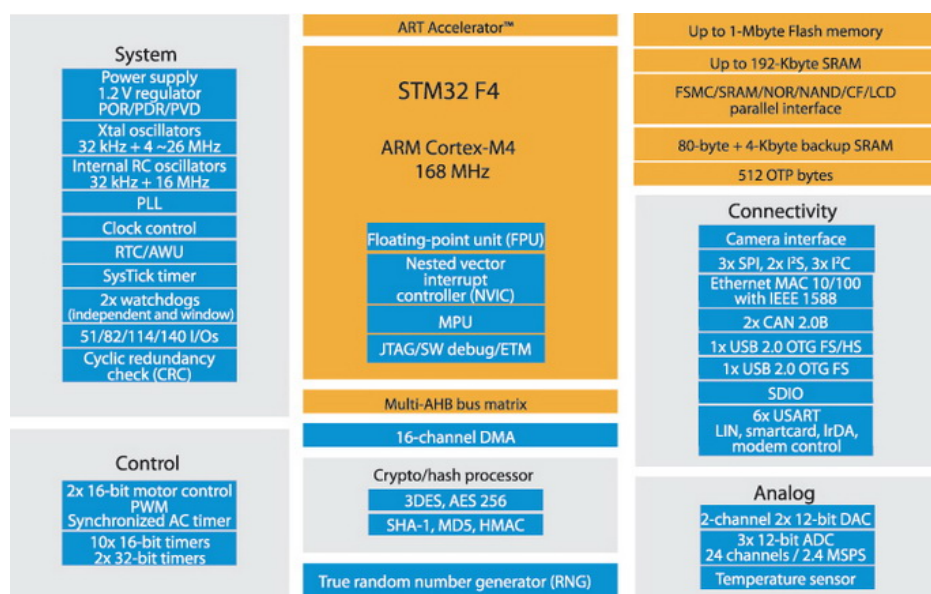


Рис.2. – Архитектура микроконтроллера STM32F4

Данный микроконтроллер установлен на отладочной плате STM32 Nucleo F401RE (рис.3.).

Достоинством данной отладочной платы и микроконтроллера также является их низкая стоимость, что позволяет применять данное оборудование в портативных устройствах, способных длительное время работать автономно от аккумуляторной батареи.

На основе графика вейвлет-спектограммы могут быть выявлены информационные признаки в сигнале.

Реализация алгоритма вейвлет-преобразования на элементной базе с низким энергопотреблением предполагает разработку методов, ориентированных на малую производительность.

В этом случае может быть выполнена оптимизация алгоритма вычисления непрерывного вейвлет-преобразования с целью увеличения длины фрагмента обрабатываемого сигнала. Данный вопрос является ключевым при вейвлет-анализе сигналов, так как необходимо обработать сигнал значительной длительности, чтобы получить наиболее полную информацию о его деталях.

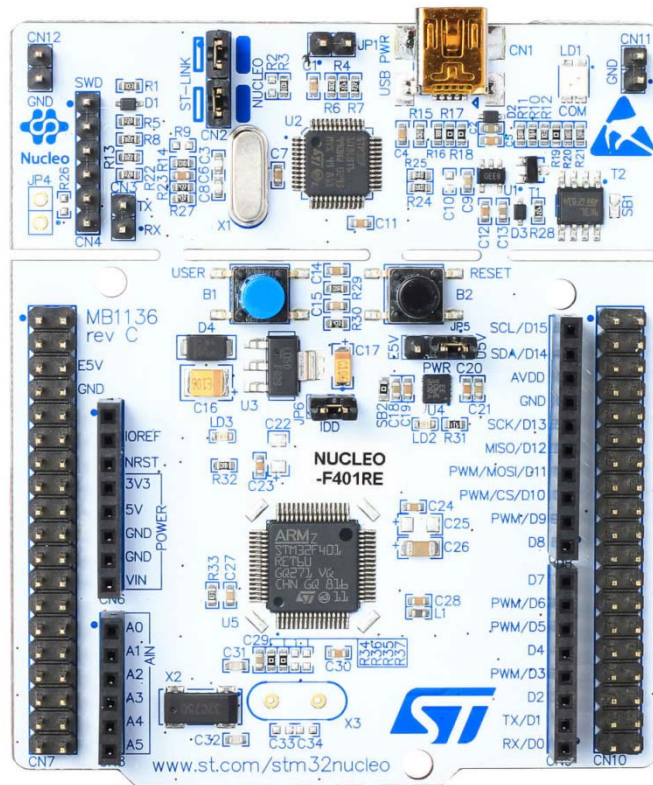


Рис.3. – Отладочная плата STM32 Nucleo F401RE

Обычно, при вычислении непрерывного вейвлет-преобразования заранее выполняется вычисление значения вейвлета для разных значений масштаба. Полученная матрица значений вейвлета записывается в ПЗУ микроконтроллера и используется во время алгоритма вычисления НВП, например методом на основе взаимно-корреляционной функции (ВКФ) анализируемого сигнала и вейвлета [5].

С целью увеличения длины анализируемого фрагмента при вычислении непрерывного вейвлет-преобразования может быть использован следующий подход: значения вейвлета вычисляются непосредственно на микроконтроллере перед вычислением НВП, при этом задействуется ОЗУ.

Проведённые исследования показали, что такой подход позволяет увеличить длину анализируемого сигнала, однако это приводит к значительному увеличению длительности выполнения алгоритма.

#### Список используемых источников:

1. Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001.
2. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. М.: ДМК Пресс, 2005. –304 с.
3. Арбузов С.М., Степанов А. Б. Применение методов вейвлет-анализа в электроэнцефалографии. СПб.: Линк, 2009. 104 с.
4. Stark H.-G. Wavelets and Signal Processing. Berlin: Springer, 2005. 158 p.
5. Zhuravov D.V. Application of Simulink in the Implementation of Calculation Algorithms for Continuous Wavelet Transform on a Digital Signal Processor / D. V. Zhuravov, A. B. Stepanov // Journal of Radio Electronics. – 2019. – No 5. – P. 12. – DOI 10.30898/1684-1719.2019.5.10.

## РАЗНОВИДНОСТИ ЦАП

**А.Э. Гиниятуллин, Ю.А. Никитин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются разные классификации ЦАП, а так же их некоторые достоинства и недостатки. ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) обеспечивает преобразование цифрового (в подавляющем большинстве двоичного кода) сигнала (кода) в аналоговый. ЦАП является интерфейсом между дискретными значениями сигналов и аналоговыми.*

### ***ЦАП, аналоговый сигнал, цифровой сигнал***

ЦАП (Цифро-аналоговый преобразователь) обеспечивает преобразование цифрового (в подавляющем большинстве двоичного кода) сигнала (кода) в аналоговый. ЦАП является интерфейсом между дискретными значениями сигналов и аналоговыми.

Последовательные ЦАП: циклический ЦАП; конвейерный ЦАП, параллельные ЦАП.

Архитектуры:

- Бинарная архитектура

Соотношение двух соседних взвешивающих элементов равно 2. То есть выходной сигнал формируется так же, как это происходит в двоичной системе счисления. Соответственно, веса элементов, формирующих выходной сигнал, в нормированном виде, будут равны 1, 2, 4, 8, 16 и т. д. Управление взвешивающими элементами осуществляется бинарным кодом.

- Унарная архитектура

Соотношение двух соседних взвешивающих элементов равно 1. То есть выходной сигнал формируется так же, как это происходит в унарной системе счисления. Соответственно, веса всех элементов, в нормированном виде, равны 1. Управление осуществляется унарным или унитарным кодом.

- Архитектура Фибоначчи

Веса элементов представляют собой последовательность чисел Фибоначчи. Выходной сигнал формируется так же, как это происходит в Фибоначчиевой системе счисления.

- Сегментная структура

Кроме того, существует понятие сегментной архитектуры, которая предполагает разделение входного кода на несколько групп. Как правило, две. Каждая группа обрабатывается независимо своим сегментом. Выходные сигналы всех сегментов комбинируются, образуя выходной сигнал ЦАП. Наиболее часто встречается следующая конфигурация сегментной архитектуры: младшие разряды обрабатываются сегментом, построенном по

бинарной архитектуре, старшие разряды - сегментом, построенном по унарной архитектуре.

**Типы взвешивающих элементов:**

- Конденсаторы ( $C-2C$ )

Данный тип взвешивающих элементов в случае применения в бинарной архитектуре может либо иметь номиналы, отличающиеся у соседних элементов в 2 раза, либо иметь номиналы 1 и 2 и формировать лестничную цепь  $C-2C$ .

- Преимущества: дешевизна по сравнению с резистивными, хорошо контролируемые параметры, стабильность

- Недостатки: большие габариты, наличие токов утечки у конденсаторов.

- Резисторы ( $R-2R$ )

Данный тип взвешивающих элементов имеет те же принципы построения, что конденсаторы. Кроме того, существуют реализации подобных структур на основе не резисторов, а транзисторов, выступающих в роли резисторов. Такие цепи называются  $M-2M$ .

- Преимущества: простота изготовления, малые значения шума, дифференциальной и интегральная нелинейность.

- Недостатки: невысокое время установления

- Источники тока. Это, как правило, транзистор в режиме насыщения.

Использование данных типов взвешивающих элементов позволяет обойтись без буферов, которые необходимы для других типов взвешивающих элементов.

- Преимущества: высокая точность,

- Недостатки: наличие высокостабильных ключей.

- Источники напряжения

- Преимущества: высокая точность

- Недостатки: большое падение напряжения на ключах, изменяющаяся нагрузка источника опорного напряжения и значительное выходное сопротивление

Способ формирования веса

- Масштабирование номиналов.

Применимо к любому типу взвешивающих элементов. С точки зрения полупроводниковой технологии это всегда эквивалентно масштабированию размеров элементов;

- Использование лестничной структуры.

Применимо только к ёмкостным и резистивным взвешивающим элементам. В зависимости от типа взвешивающего элемента такие структуры получают названия  $R-2R$ ,  $C-2C$  или  $M-2M$  (вместо резисторов используются транзисторы);

- Использование лестничной структуры.

Применимо только к ёмкостным и резистивным взвешивающим элементам. В зависимости от типа взвешивающего элемента такие структуры получают названия  $R-2R$ ,  $C-2C$  или  $M-2M$  (вместо резисторов используются транзисторы);

Структуры параллельных ЦАП

- ЦАП взвешивающего типа, в котором каждому биту преобразуемого двоичного кода соответствует резистор или источник тока, подключённый на общую точку суммирования. Сила тока источника (проводимость резистора) пропорциональна весу бита, которому он соответствует. Таким образом, все ненулевые биты кода суммируются с весом.

- Преимущества: быстрота действия
- Недостатки: низкая точность, большое количество элементов.

- ЦАП лестничного типа (цепная  $R-2R$ -схема).

В  $R-2R$ -ЦАП значения создаются в специальной схеме, состоящей из резисторов с сопротивлениями  $R$  и  $2R$ , называемой матрицей постоянного импеданса, которая имеет два вида включения: прямое — матрица токов и инверсное — матрица напряжений. Применение одинаковых резисторов позволяет существенно улучшить точность по сравнению с обычным взвешивающим ЦАП, так как сравнительно просто изготовить набор прецизионных элементов с одинаковыми параметрами. ЦАП типа  $R-2R$  позволяют отодвинуть ограничения по разрядности. С лазерной подгонкой плёночных резисторов, расположенных на одной подложке гибридной микросхемы, достигается точность 20—22 бита. Основное время на преобразование тратится в операционном усилителе, поэтому он должен иметь максимальное быстродействие. Быстродействие ЦАП единицы микросекунд и ниже (то есть наносекунды). В троичных ЦАП матрица постоянного импеданса состоит из резисторов  $3R-4R$  с терминатором  $2R$ .

- Преимущества: суммарное сопротивление матриц растёт по линейному закону от числа разрядов.

- Недостатки: взаимовлияние между разрядами (сложность настройки).

- ЦАП с передискретизацией (дельта-сигма ЦАП)

ЦАП передискретизации, такие, как дельта-сигма-ЦАП, основаны на изменяемой плотности импульсов. Передискретизация позволяет использовать ЦАП с меньшей разрядностью для достижения большей разрядности итогового преобразования; часто дельта-сигма ЦАП строится на основе простейшего однобитного ЦАП, который является практически линейным. На ЦАП малой разрядности поступает импульсный сигнал с модулированной плотностью импульсов (с постоянной длительностью импульса, но с изменяемой скважностью), создаваемый с использованием отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь выступает в роли фильтра верхних частот для шума квантования. Большинство ЦАП большой разрядности (более 16 бит) построены на этом принципе вследствие его высокой линейности и низкой стоимости. Быстродействие дельта-сигма

ЦАП достигает сотни тысяч отсчётов в секунду, разрядность – до 24 бит. Для генерации сигнала с модулированной плотностью импульсов может быть использован простой дельта-сигма модулятор первого порядка или более высокого порядка как MASH). С увеличением частоты передискретизации смягчаются требования, предъявляемые к выходному фильтру низких частот, и улучшается подавление шума квантования;

– Преимущества: при высокой частоте дискретизации увеличивается подавление шумов квантования, высокое быстродействие.

**Список используемых источников:**

1. Топильский В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей // Мир электроники- 2014.- 39-55 с.



## МЕТОДЫ СИНТЕЗА ЧАСТОТ

**А.В. Могилатов, Ю.А. Никитин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются основополагающие принципы и идеи, заложенные в работу синтезаторов частот различных типов. Также рассмотрены их преимущества, недостатки и основные сферы их использования.*

*синтез частот, методы, активный синтез, пассивный синтез, цифровой синтез, аналоговый синтез*

Синтезом частот называют получение одного или нескольких колебаний с требуемым номинальным значением частоты из конечного числа исходных колебаний с помощью их преобразования, где под преобразованием понимается их алгебраическое сложение, умножение и деление. Синтезатор частот – это система синтеза частот, выполненная в виде конструктивно самостоятельного устройства [1].

Все синтезаторы частоты делят на две основные группы: системы активного (косвенного) синтеза и системы пассивного (прямого) синтеза. Каждая из которых так же делится на аналоговые и цифровые подгруппы.

Можно выделить следующие методы синтеза частот:

1. Пассивный (прямой) аналоговый синтез частот

В основе этого метода лежит идея когерентного преобразования исходного набора частот с помощью устройств, выполненных на виде структуры смеситель/фильтр/делитель частоты, выполняющих определенные математические операции, такие как сложение умножение и деление.

2. Пассивный цифровой синтез частот (ПЦС).

Это метод синтеза частот, при котором выходное колебание синтезируется методами цифровой схемотехники.

3. Активный(косвенный) аналоговый синтез.

Это метод, в основе которого лежат принципы непрерывных систем автоматического регулирования (САР), в которых выходная частота формируется с помощью управляемого генератора (генераторов) с использованием цепи отрицательной обратной, либо идея колец компенсации (возвратного гетеродина);

4. Активный цифровой синтез на основе импульсных САР в виде умножающих колец импульсно-фазовой автоподстройки частоты.

5. Гибридный.

Метод, который представляет собой комбинацию методов, упомянутых ранее.

Безусловно, каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, вследствие чего для каждого конкретного случая необходимо выбирать

метод, комбинация параметров которого удовлетворяет требованиям наилучшим образом. К основным параметрам, характеризующим качество синтезатора частоты, относятся:

- чистота спектра выходного колебания (относительный уровень побочных дискретных компонентов и относительный уровень шума);
- диапазон перестройки (полоса частот выходного колебания);
- скорость (время) перестройки;
- частотное разрешение (шаг сетки частот);
- количество генерируемых частот;
- гибкость (возможность осуществления различных видов модуляции и удобство управления);
- неразрывность фазы выходного колебания при перестройке [2].

### **Активный синтез**

Методы активного синтеза реализуют различными способами, такими как: ССЧ на основе колец импульсной-фазовой подстройки частоты, на основе колец компенсации или возвратного гетеродина. Достоинства систем активного синтеза:

Достоинства систем активного синтеза:

1. Высокая спектральная чистота синтезируемого колебания;
2. Достаточно высокие номинальные значения выходных частот;
3. Меньшее энергопотребление по сравнению с системами ПЦС.

Недостатки систем активного синтеза:

1. Невысокое быстродействие, определяемое инерционностью применяемых петель ФАП вследствие наличия обратной связи;
2. Трудности получения малого шага сетки выходных частот [3].

### **Пассивный синтез**

Достоинства систем пассивного синтеза:

1. Возможность получения малого шага сетки частот, определяемого величиной в сотые доли Гц и менее.
2. Высокое быстродействие;

Недостатки систем пассивного синтеза:

1. Значительные массогабаритные показатели;
2. Трудность получения колебания с высокой чистотой спектра;
3. Разрывы фазы при смене частот;
4. Трудоемкость изготовления.

При формировании выходной частоты путем ее преобразования, возникают дискретные побочные спектральные составляющие, а также увеличиваются шумы, поэтому для увеличения чистоты спектра используют фильтры, что, затрудняет микроминиатюризацию.

### **Пассивный аналоговый синтез**

Технология реализации пассивных аналоговых синтезаторов основывается на аналоговых методах формирования набора частот с помощью смесителей и фильтров. Хотя сейчас их дополняют различными цифровыми элементами, тем не менее, они несут лишь вспомогательный

характер. В нынешнее время методы ПАС используют, например, при приведении частот атомных эталонов и в системах радиоэлектронной борьбы.

### Пассивный цифровой синтез

Основные преимущества пассивных цифровых синтезаторов заключаются в возможности быстрой и точной регулировке выходной частоты, фазы и амплитуды с высокой разрешающей способностью.

Так, при появлении технологии ПЦС, стоимость ее была немалой, в связи с тем, что осуществление высококачественного дискретного высокоскоростного цифро-аналогового преобразования было трудным. Потому, неудивительно, что использовалась она в основном лишь в военной сфере, например, для высокоточных радаров или систем связи.

С удешевлением технологий на фоне появления микросхем большой степени интеграции и улучшением способов их изготовления, ПЦС стал уже применяться как в промышленных, так и коммерческих системах связи и контрольно-измерительной аппаратуре. Использование ПЦС позволяет достигать сравнительно низких масса-габаритных характеристик, при этом повышая надежность и технологичность, обеспечивает преемственность фазы при смене частот. Отмеченные достоинства систем ПАС так же присущи и ПЦС

### Гибридный метод

Гибридным методом синтеза частот называют такой метод синтеза частот, в котором сетку выходных частот формируют, комбинируя различными методами синтеза, пытаясь снизить влияние недостатков одних методов преимуществами других [4].

На рисунке 1 рассмотрены распространённые способы реализации гибридных синтезаторов частот, а на рисунке 2 приведена таблица их характеристик.



Рис. 1. Способы реализации гибридного синтеза частот

Например, комбинируя ПЦС с системой ФАП, мы обеспечиваем высокое разрешение по частоте и высокой скорости перестройки с низким показателем уровня фазовых шумов и дискретных составляющих выходного сигнала, но при этом усложняя конструкцию и увеличивая её стоимость.

	<i>ГСЧ на основе прямого аналогового и прямого цифрового методов синтеза</i>	<i>ГСЧ на основе прямого цифрового и косвенного методов синтеза</i>		
		<i>ГСЧ с ЦВС в качестве опорного генератора ФАПЧ</i>	<i>ГСЧ с ЦВС в цепи обратной связи ФАПЧ</i>	<i>ГСЧ с ЦВС в качестве генератора подставки ФАПЧ</i>
<b>Частотный диапазон, ГГц</b>	0,1 ... 40	0,1 ... 20	0,1 ... 20	0,1 ... 20
<b>Шаг сетки частот, Гц</b>	0,001 ... 1	0,001 ... 1	0,001 ... 1	0,001 ... 1
<b>Время перестройки, мкс</b>	<0,001	10 ... 1000	10 ... 1000	10 ... 1000
<b>Потребляемая мощность, Вт</b>	10 ... 20	<10	<10	<10
<b>Уровень фазовых шумов, дБн/Гц (приведенный к <math>f_{\text{вых}} = 1</math> ГГц, на 10 кГц отстройки)</b>	-130 ... -140	-120 ... -130	-120 ... -130	-130 ... -140
<b>Уровень дискретных ПСС, дБн</b>	-50 ... -70	-70 ... -90	-70 ... -90	-70 ... -90

Рис 2. Сравнительная таблица характеристик ГСЧ

**Список используемых источников:**

1. Никитин Ю. А. Цифроаналоговый синтез частот. Санкт-Петербург : Редакционно-издательский отдела СПбГУТ, 2018. 367с.
2. Теплов В. Ю., Садыков А. А., Латыпов Р.Р., Кирилов Р.С., Шерстюков О.Н. Методы синтеза частоты : учебно-методическое пособие. Казань : Казанский университет, 2015. 45 с.
3. Синтезаторы частот РЧ блоков [Электронный ресурс]. URL: <http://radist.su/components/fs/fs.htm> (дата обращения 8.11.2021)
4. Якименко К. А. Гибридные синтезаторы частот с низким уровнем фазовых шумов : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.04 / Якименко Кирилл Александрович. Муром, 2018. 158 с.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА FPGA (ПЛИС) НА ЯЗЫКЕ JAVA

**С. А. Смирнов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) широко применяются во многих сферах деятельности человека. При разработке архитектуры цифровой системы для объединения разработанных модулей требуется использовать графические инструменты. В настоящее время данный подход имеет ряд недостатков. Разработка единой универсальной системы по объединению блоков призвана разрешить данную проблему.*

*В статье указан подход и направление разработки системы по проектированию интегральной системы с применением языка Java.*

### ***ПЛИС, FPGA, интегральная система, Java, разработка***

Программируемая логическая интегральная схема (далее по тексту ПЛИС) – интегральная схема, принцип работы которой основан на программирование логических блоков и связей между ними [1]. В настоящее время ПЛИС широко применяется во многих сферах деятельности человека: радиолокация, телевидение, телекоммуникация и т.д.

Популярность ПЛИС обусловлена рядом преимуществ:

1. гибкость использования – путем конфигурирования логических блоков есть возможность разработать устройство практически под любую задачу – цифровые фильтры, приемные устройства и т.д.;
2. параллельная обработка входных данных;
3. высокая быстродействие по сравнению с микроконтроллерами;
4. малая теплоотдача

Наряду с преимуществами использование ПЛИС имеет свои недостатки: сложность внедрения готовой схемы, высокая цена для коммерческого производства.

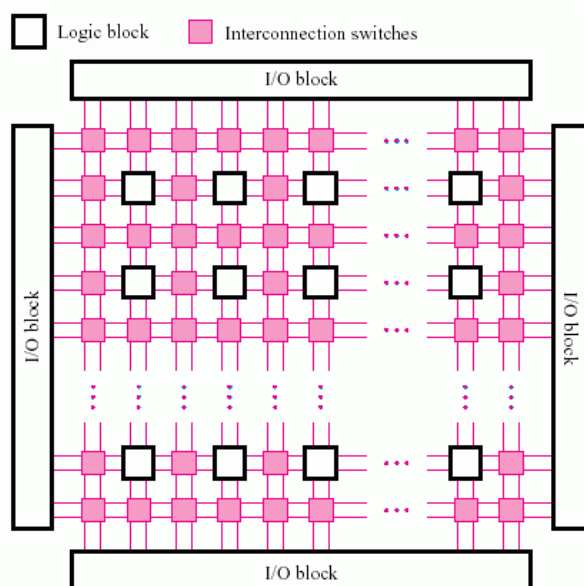


Рис.1. Внутренняя схема устройства FPGA

FPGA – программируемая пользователем вентильная матрица, которая состоит из трех основных частей – программируемые логические блоки, блоки портов ввода\вывода, внутренние связи блоков. Распространенные примеры производителей: Xilinx, Altera, Lattice. Программирование ПЛИС осуществляется при помощи аппаратных языков описания, например: Verilog, VHDL. Для автоматизации процесса разработки внутри предоставляемого программного обеспечения для программирования ПЛИС используются специальные графические инструменты для объединения разработанных блоков (например, platform designer от Altera и platform studio Xilinx). Такой подход имеет ряд недостатков:

1) некоторые производители подразумевают платные или ограниченные по функциональности версии графических инструментов (Xilinx);

2) каждый производитель имеет собственный формат файлов для разработанных модулей, в связи с чем нет возможности применять их в других программах. Разработчику приходится самостоятельно изменять конфигурацию исходных файлов производителей или переписывать разработанные модули под необходимого производителя;

Таким образом, при разработке программы стояла цель для создание универсальной системы по построению цифровой архитектуры для использования в любой операционной системе, которая позволит использовать разработанные библиотеки от разных производителей.

В качестве языка программирования был выбран Java. Java – строго-типизированный объектно-ориентированный язык программирования общего назначения.

Язык Java был выбран по следующим причинам:

1) кроссплатформенность – способность работать с несколькими аппаратным платформами или операционными системами;

2) строгая типизация – файлы модулей имеют фиксированные типы данных, в связи с чем, применение динамической типизации может привести к ошибкам в системе.

Разработанная программная система включает в себя следующие шаги проектирования системы:

1) синтаксический анализ и разбор исходных настроек входных файлов разработанных модулей (файлы с расширением tcl и т.д.) в единый формат файлов (формат JSON);

2) добавление модуля в систему (производится пользователем программы);

3) отображение модулей в системе и доступные возможные внутренние соединения;

4) соединение разработанных модулей (выполняет пользователем программы);

5) формирование единого файла архитектуры с конфигурацией;

6) программирование ПЛИС (выполняется пользователем программы средствами ПО для представленного ПЛИС).

В перспективе автоматизировать процесс по соединению модулей между друг другом, задача состоит, в том, чтобы внутренние соединения удовлетворяли правилам цифровой схемотехники, например, имели нужный тип данных, адреса, автоматизировать добавление дополнительных компонент.

#### **Список используемых источников:**

1. Харрис Д.М, Харрис С.Л., Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: Morgan Kaufman, 2013. 1619 с.

## ПОСТРОЕНИЕ МОДУЛЕЙ СИСТЕМ СВЯЗИ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

А.А. Шмидт, А.А. Шмидт

16 Центральный научно-исследовательский испытательный ордена Красной Звезды институт Министерства обороны Российской Федерации имени маршала войск связи А.И. Белова

*Системы специальной связи постоянно совершенствуются и модернизируются. Модернизация происходит повсеместно и неодновременно. В статье описан принцип работы недорогих и функциональных устройств, которые делают доступным сопряжение устаревших систем связи с системами связи на более современных технологических решениях.*

*системы с частотным разделением каналов, системы с временным разделением каналов, ПЛИС, АЦП, ЦАП, трансмультиплексирование, трансдемультиплексирование*

В настоящее время в системах специальной связи наряду с современными цифровыми многоканальными системами связи используется аппаратура уплотнения с частотным разделением каналов (ЧРК). Это обуславливается неравномерной модернизацией системы связи.

Для сопряжения такой аппаратуры с более современными системами, применяются модули, состоящие из двух плат, соединенных между собой шлейфом через разъемы аналогично конструкции SHDSL [1]. На плате №1 находится цифровая часть оборудования. Схема платы представлена на рисунке 1.

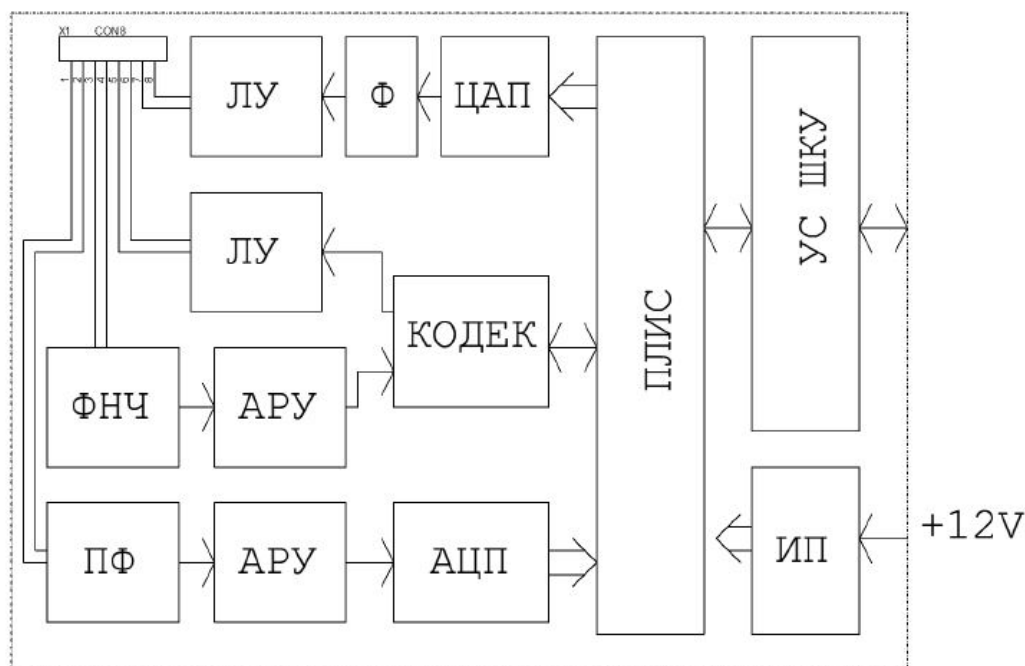


Рисунок 1. Функциональная схема платы №1.



Источник питания (ИП) цифровой платы преобразует исходное напряжение питания 12 Вольт в необходимые для работы напряжения: 1; 1.8; 3.3; 5; 15 Вольт.

На плате №2 находится линейная часть оборудования. Схема платы №2 представлена на рисунке 2.

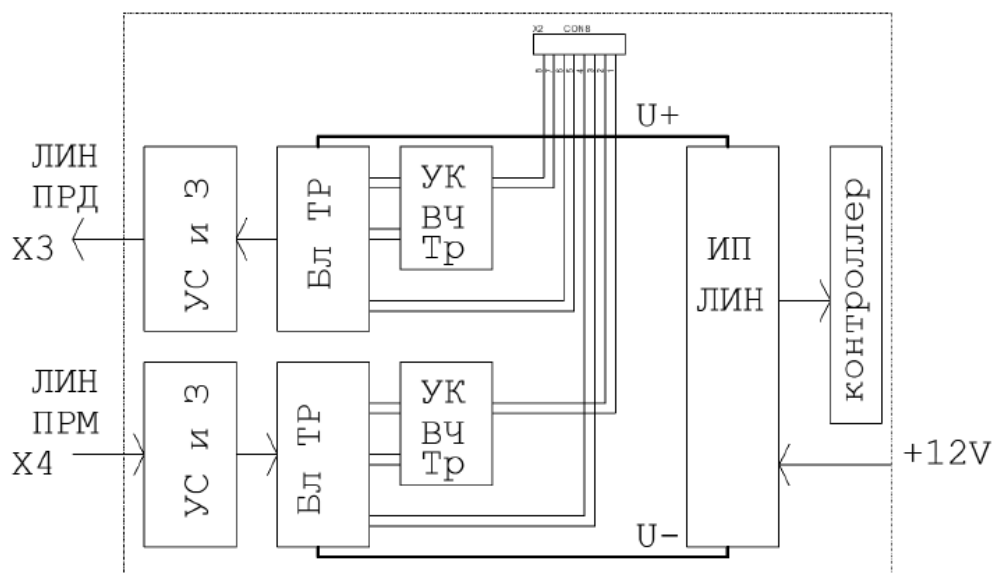


Рисунок 2. Функциональная схема платы №2.

Основой построения цифровой платы является программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), которая является элементом унификации цифровой обработки сигналов (ЦОС). В ней происходит цифровая обработка и формирование основного линейного сигнала со структурой трансмультиплексора, обратная расфильтровка абонентских цифровых сигналов и компенсация амплитудно-частотных искажений. Встроенный процессор обеспечивает управление работой модуля и взаимодействует с рабочим местом оператора.

Два цифровых потока Е1, формируемые модулем взаимодействуют с модулями абонентских окончаний через устройство сопряжения с внутренней шиной коммутации и управления (ШКУ) мультиплексора.

Со стороны абонентских каналов тональной частоты (КТЧ) используются стандартные КТЧ. Для стыковки с ними применяются микросхемы цифровых кодеков, обеспечивающих указанную полосу сигнала. В результате обеспечивается поток выборок с частотой 8 кГц, который оцифровывается последовательным увеличением тактовой частоты в 2 раза [2]. Повышение тактовой частоты происходит до тех пор, пока данная выборка не достигнет частоты, более, чем вдвое превышающей ширину спектра частот системы с ЧРК. Такое увеличение частоты обусловлено теоремой Котельникова, описанной формулой (1):

$$f_d \geq 2 \cdot f_b, \text{ где} \quad (1)$$

$f_d$  – частота дискретизации аналогового сигнала;

$f_B$  – максимальная частота, ограниченная спектром сигнала.

Современные системы с (ЧРК) с цифровой обработкой сигнала используют принципы работы трансмультиплексора с многоуровневой структурой, что позволяет наиболее экономно использовать ресурсы для реализации цифровых фильтров.

Трансмультимплексоры представляют собой цифровые устройства обработки сигналов и предназначены для сопряжения систем передачи и коммутации сигналов с временным разделением каналов (ВРК) и систем передачи с ЧРК.

Все каналы переносятся на свои подчастоты в составе группового сигнала, суммируются в цифровом виде. К групповому сигналу суммируется канал служебной связи, созданный по тем же принципам, что и сигналы контрольных частот и сигнализации [3].

Полученный групповой сигнал подается на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) группового сигнала.

Обратная процедура – оцифровка сигналов происходит следующим образом. Принятый линейный сигнал проходит высокочастотные трансформаторы полосовой фильтр, отсекающий нужный спектр частот. Далее система АРУ стабилизирует уровень сигнала для АЦП, компенсируя «плоское» затухание кабеля. Оцифрованные АЦП отсчеты сигнала поступают в ПЛИС для их расфилтровки (в трансдемультиплексоре), коррекции канальных уровней и наклона амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Таким образом, организация сопряжения систем передачи и коммутации сигналов с временным разделением каналов и систем передачи с частотным разделением каналов является весьма актуальной и экономически обоснованной, нивелирует технологический разрыв систем связи в разных регионах и обходится в разы дешевле замены устаревшего оборудования, не уступая в качестве предоставления услуг и обеспечивая стабильность работы систем специальной связи.

#### **Список используемых источников:**

1. Смычек М. А. Технологические сети и системы связи. Учебное пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. 400 с.
2. Матюхин А.Ю., Курицын С.А. Многоканальные системы передачи. – СПб.: СПбГУТ, 2013. 400 с.
3. Аджемов А.С. Общая теория связи: учебник для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2018, 623 с.

**Секция 1.6.**  
**Цифровое телерадиовещание**

## ВЕЩАНИЕ В ФОРМАТЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧЁТКОСТИ

**Д.С. Анахов, С.Л. Федоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире стремительно повышаются требования как к качеству создаваемого медиаконтента, так и к техническим характеристикам воспроизводящих его устройств. В связи с этим всё более востребованными становятся форматы вещания 4К и 8К. Но для полноценного перехода на работу с этими форматами необходимо провести исследование методов кодирования видеоконтента в формате сверхвысокой чёткости и его взаимодействие с устройствами воспроизведения, представленными на рынке.*

**4К,8К, H.266, методы кодирования, Ultra-High-Definition Television, видеоконтент**

С момента появления цифрового телевидения появилась и потребность в неких стандартах и форматах вещания. Несмотря на то, что первый стандарт телевидения высокой чёткости был разработан компанией NHK в 1989 году, он был аналоговым и мог передаваться только по спутниковым каналам. Запуск цифрового телевидения помог решить большинство проблем, связанных с качеством и помехами сигнала, и позволил вещать в стандартах 720p и 1080i.

Начиная с момента стремительного развития размеров телевизоров и планшетов в 10-х годах XXI века возникла потребность в разработке соответствующего им по качеству формата видеоизображения. Это связано с полем зрения человека. При расстоянии просмотра в 10 метров человеческий глаз, в среднем, не различает разницу между пикселями размером менее 3 мм [1]. Исходя из этого, для комфортного просмотра, размер устройства воспроизведения должен быть не более 10 метров по диагонали. Следовательно, проблемы могут возникнуть или при более близком просмотре (персональные мониторы), или при просмотре на экране, превышающим данные размеры (кинотеатры). Внедрение формата 4К дало предоставило возможность использовать поле зрения человека в большей степени, чем было до этого. Так, почти во всех имеющихся современных персональных средствах воспроизведения видеоконтента наличие экрана, поддерживающего 4К формат позволит избежать каких-либо проблем с наличием видимых пикселей. В свою очередь, внедрение формата 8К позволит избежать схожих проблем при просмотре в кинотеатрах, а также при взаимодействии с VR-контентом, область воспроизведения которого напрямую зависит от разрешения воспроизводящего устройства [2].

Как появление новой аппаратуры, конкуренция между производящими компаниями и стремление к повышению эффективности вещания способствовали разработке и внедрению новых форматов, так и появление

новых форматов способствовало производству различной аппаратуры, воспроизводящей высококачественный сигнал.

В настоящее время к уже имеющимся форматам 480p, 720p и 1080p добавились современные 4K и 8K. По состоянию на 2021 год в мире имеется не менее трёх глобальных 4K каналов, не менее 50 каналов в Европе (в том числе более 10 в России), а также 7 каналов в Африке, более 12 в Америке и более 50 в Азии, которая является мировым лидером в данном направлении, имея также два 8K канала (NHK в Японии и CCTV в Китае) [3]. На территории России запускались 2 спортивных 4K канала на время чемпионата мира по футболу, («Матч ТВ» и «Первый»), а среди операторов, имеющих Ultra HD каналы, представлены «Триколор», «НТВ Плюс», «Ростелеком» и «МТС Спутник».

Также, вещание в формате 4K преподносится как одно из главных преимуществ каждого из онлайн-сервисов. Среди сервисов, предлагающих свои услуги в России, потребитель может выбирать между иностранным «Apple TV+» и «Netflix» и отечественными «Кинопоиск HD», «ОККО», «IVI» и «MEGOGO».

UHDTV 4K (Ultra-High-Definition Television), или же 4K-формат был утверждён в 2012 году. Активное его использование началось только в 2016 году путём выпуска флагманских моделей консолей и ТВ-приставок компаниями Microsoft и Apple. Общепринятым стандартом Ultra HD 4K считается соотношение сторон 16:9 в количестве 3840x2160 пикселей.

UHDTV 8K на данный момент не имеет широкого распространения. Тем не менее, данный формат тестируется уже долгое время и его повсеместное использование является лишь вопросом времени. Так, Японская компания NHK в 2019 году запустила первое потоковое вещание в формате 8K, приуроченное к Олимпийским играм 2020 года. Общепринятым стандартом Ultra HD 8K считается соотношение сторон 16:9 в количестве 7680 × 4320 пикселей. Данный формат представлен на рынке флагманскими смартфонами от Samsung, а также телевизорами от Samsung, LG и Sony.

Для того, чтобы транслировать не последовательность изображений, а сокращать общий объём передаваемой информации, были изобретены различные методы кодирования. Основной их принцип заключается в игнорировании статичных или аналогичных предыдущим кадрам и анализе только новых. В связи с постепенным переходом к высококачественным форматам вещания параллельно с ними разрабатываются и внедряются новейшие методы, предлагающие более эффективные решения.

К 2021 году имеется множество мультимедийных контейнеров (AVI MPEG / MPEG-4 MKV RM / RMV MOV WMV), объединяющих аудиопотоки, закодированных с помощью одного из форматов кодирования аудио, и видеопотоки, закодированные, соответственно, с помощью одного из стандартов кодирования видео. Одним из самых распространённых стандартов кодирования видео является H.264 / MPEG-4 [4], разработанный ещё в 2003 году.

Новый кодек, позволяющий сократить количество используемых данных при работе с высококачественным видео, был представлен в 2020 году. Он имеет название H.266, или же VVC (Versatile Video Coding). В его разработке участвовали многие мировые IT-корпорации: Apple, Microsoft, Qualcomm, Ericsson, Intel и Huawei.

Кодек H.266 рассчитан на уменьшение количества передаваемых данных в секунду вдвое в сравнении с H.265 [5]. Сам кодек H.265 также уменьшал требуемую для кодирования скорость потока вдвое в сравнении с упомянутым ранее H.264 [6].

Переход на полноценную работу с ним может занять определённое время, так как для этого должны произойти следующие события:

1) Для записи и воспроизведения данного кодека на мобильных устройствах должны быть разработаны и произведены новые микросхемы, темпы поставки которых в последние года не соответствуют необходимым стандартам.

2) Некоторые уже имеющиеся записи придётся перекодировать для использования преимуществ дополнительного сжатия.

3) Воспроизведение контента, сформированного с помощью данного кодека, вероятно, потребует достаточно мощных и быстрых процессоров. Продукция, преобладающая на современном рынке, не была разработана с учётом использования данного кодека.

Говоря о практическом применении, необходимо упомянуть, что для комфортного и надёжного потокового вещания видео в формате 8K требуется подключение к сети со скоростью не менее 85 Мбит/с, что превышает возможности многих пользователей на сегодняшний день [7]. Но, при внедрении H.266 кодека необходимая скорость интернета может упасть до 40-50 Мбит/с, что выглядит вполне приемлемо. Ещё одним преимуществом будет возможность сохранения на носителях, в среднем, в 2 раза больше материала при условии использования кодека.

Стоит заметить, что наличие и внедрение нового стандарта не значит, что он будет принят повсеместно, не принуждает к его использованию, и не регламентирует использование только указанного стандарта. Например, Google ранее предпочитал использовать лично разработанный формат VP9 вместо H.265 для кодирования видео на YouTube. А консорциум, в который входят Amazon, Apple, Facebook, Google и Samsung, уже разработал преемника под названием AV1. Платформа потоковой передачи видеоигр Twitch уже заявила о намерении перейти на формат к 2024 году.

Описанные выше форматы, несмотря на свою актуальность и востребованность, остаются не до конца изученными. Одним из важных вопросов является определение оптимальных скоростей потока для кодирования информации в заданных условиях. В том числе, необходимо изучить эффективность применения указанных методов кодирования видеoinформации, включая взаимодействие каждого из методов с имеющимися на данный момент сервисами, взаимодействующими с

видео контентом. Решение всех упомянутых вопросов позволит выполнять все поставленные задачи, связанные с обработкой видеoinформации, наиболее эффективными методами в контексте скорости обработки и качества получаемого изображения.

**Список используемых источников:**

1. Нужны ли нашим глазам 8K экраны [Электронный ресурс]. URL: <https://hype.tech/@ns3230/nuzhny-li-nashim-glazam-8k-ekrany-9xehhqe4> (дата обращения 04.11.2021)
2. VR headset comparison November 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://benchmarks.ul.com/compare/best-vr-headsets> (дата обращения 19.11.2021)
3. Ultra-high-definition television [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-definition\\_television](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-definition_television) (дата обращения 06.11.2021)
4. Video coding format [Электронный ресурс]. URL: [https://star-wiki.ru/wiki/Video\\_coding\\_format](https://star-wiki.ru/wiki/Video_coding_format) (дата обращения 06.11.2021)
5. What is H.266 and Why Is It Better than H.265? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.maketecheasier.com/h265-vs-h264/> (дата обращения 09.11.2021)
6. H.265 vs H.264 сравнение форматов видео. [Электронный ресурс]. URL: <https://elcomienzo.ru/h265-vs-h264-sravnenie-formatov/> (дата обращения 09.11.2021)
7. Internet Speeds by Country 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/internet-speeds-by-country> (дата обращения 15.11.2021)

## УМНЫЕ КАМЕРЫ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

**А.В. Белов, С.Л. Федоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Система умных камер позволяет в режиме реального времени производить съемку в высоком разрешении из любой точки с последующим сохранением и анализом видеоконтента. Если обычная видеокамера осуществляет исключительно наблюдение за объектами, то умная камера имеет расширенный функционал, способный обеспечить высокий уровень контроля и безопасности на любой территории.*

### *умная камера, система видеонаблюдения, камера*

Система видеонаблюдения – это комплекс охранных устройств, предназначенный для постоянного визуального наблюдения над защищаемой территорией. Как правило, система видеонаблюдения включает в себя набор камер, регистратор с встроенным устройством для записи, блок питания, кабель видеонаблюдения для передачи информации, монитор и дополнительные расходные материалы, необходимые для монтажа системы [1]. Целью установки видеонаблюдения является создание предупредительных мер по защите территории, имущества, обеспечения безопасности граждан посредством ежеминутного наблюдения, как в режиме реального времени, так и в режиме последующего просмотра. Для расширения функциональности систем видеонаблюдения в них «вкладываются» интеллектуальные способности.

Интеллектуальные системы видеонаблюдения – это аппаратно-программный комплекс, использующийся для автоматизированного сбора информации с потокового видео. В своей работе эти системы опираются на различные алгоритмы распознавания изображений, систематизации и обработки полученных данных [2]. Системы видеонаблюдения уже давно и прочно вошли в нашу жизнь благодаря стремлению повысить уровень безопасности и защищенности людей и объектов частной собственности. И в этом вопросе был достигнут значительный успех: даже один вид камеры видеонаблюдения на объекте способен отпугнуть нарушителей. Но даже если правонарушение было совершено, запись с видеокamеры может оказать помощь в расследовании. В то же время, обеспечение безопасности – это не единственная область применения систем видеонаблюдения. Все чаще автоматизированные средства контроля и управления техническими процессами и людьми устанавливаются в различных отраслях промышленности, особенно там, где нет прямого контроля человеком. Наиболее распространены интеллектуальные системы видеонаблюдения в местах массового скопления людей, аэропортах, вокзалах, в транспорте,



крупных бизнес-центрах или на дорогах для борьбы с нарушителями правил дорожного движения. В таких ситуациях важно не только наблюдать происходящее, но и обрабатывать сигнал с видеокамеры и автоматически фиксировать подозрительные или нестандартные ситуации.

Видеокамера – это комбинация телевизионной передающей камеры и устройства для видеозаписи. Современные камеры можно разделить на две группы: цифровые и аналоговые. Современный аналог – это три формата: HD-CVI, HD-TVI, AHD [3].

В аналоговых камерах изображение, попадая в объектив, передается на ПЗС (CCD) матрицу. Эта сложная архитектура преобразует изображение в электрические импульсы, из которых формируется аналоговый сигнал, который обрабатывается процессором, усиливается и поступает на экраны обычных телевизоров или рекордеров. Аналоговый сигнал считывается различными устройствами, потому что он такой же, как обычный телевизионный сигнала PAL или NTSC, который принимает любой телевизор [4].

Принцип работы цифровых устройств отличается от аналоговых тем, что видеосигнал конвертируется в цифровой вид и кодируется в соответствии с одним из существующих стандартов: JPEG, MPEG-4 или H.264. В конструкцию цифровой видеокамеры входит процессор, оперативная и постоянная память, а также Wi-Fi модуль и сетевой интерфейс Ethernet. В отличие от аналоговых устройств, цифровые устройства транслируют не видеосигнал, а поток цифровых данных, который легко передается по интернету. При использовании технологии PoE питание видеокамеры может осуществляться по кабелю (витая пара). Цифровые камеры обладают большой чувствительностью и многократным зумом.

«Интеллект» системы видеонаблюдения может быть заложен не только в алгоритмах, которые реализованы в видеорегистраторах, но и непосредственно в камерах. Поэтому помимо классификации камер на аналоговые и цифровые можно выделить и третью их группу – умные камеры.

Умная камера – это камера, которая не только формирует ряд изображений, но и способна извлекать из них конкретную информацию. Она генерирует описания событий или решения, которые используются в интеллектуальных системах видеонаблюдения. Интеллектуальная камера – это автономная система технического зрения со встроенным датчиком изображения и всеми необходимыми интерфейсами связи. Интеллектуальная камера состоит из следующих компонентов: датчик изображения, схема оцифровки изображения, память для хранения изображения, мощный процессор (например, DSP-процессор), память программ и данных (RAM, энергонезависимая FLASH-память), интерфейс связи (RS232, Ethernet, USB), линии ввода/вывода (оптоизолированные), встроенный объектив или держатель объектива (C, CS или M-mount), встроенное осветительное светодиодное устройство, операционная система реального времени

(например, VCRT) и дополнительный видеовыход (VGA или SVGA). Интеллектуальные камеры расширяют возможности видения USB-камер. USB-камеры могут быть преобразованы в интеллектуальные камеры путем включения встроенного процессора для расширения возможностей видения при сохранении цены, размера и энергопотребления [3].

Функционал умных камер позволяет решать сразу несколько задач:

- Оповещение в случае непредвиденных обстоятельств – камера может отправлять уведомления, автоматически вызывать охрану предприятия или жильцов дома, и даже вызывать спецслужбы после соответствующей настройки;
- Распознавание лиц и автомобильных номеров;
- Функционирует с системой управления доступом – открытие дверей, ворот, шлагбаумов;
- Детекция движения и звуков – обнаружив кого-либо в зоне наблюдения, камера автоматически включает запись и отправляет оповещение на пункт охраны;
- Возможность управлять камерой с помощью смартфона;
- Подключение через проводные и беспроводные сети.

Умная камера должна соответствовать потребностям пользователя. Например, для охраны загородного дома достаточно простой IP-камеры, для крупного производства потребуется профессиональная система видеонаблюдения с большим количеством камер с разными функциями.

Умные камеры в свою очередь могут быть классифицированы следующим образом:

#### 1) Мощная камера.

Эти камеры (рис.1) быстрее обрабатывают данные с лучшим «разрешением». Они также обеспечивают динамическое поле зрения, повышенную частоту кадров, высокую производительность и низкое энергопотребление. Наличие препроцессора позволяет управлять большим количеством данных и не требуется дополнительных устройств для вычислительных операций.



Рис. 1. Умная камера Hikvision DS-2CD2055FWD-I

#### 2) Маленькие смарт-камеры

Смарт-камеры (рис. 2) могут быть подключены только к одному компьютеру для создания целостной системы. Подключаются к компьютеру с помощью Wi-Fi. Эти небольшие камеры имеют модульную конструкцию, обеспечивающую минимальные размеры, и подходят для ручных и автономных устройств.



Рис. 2. Мини камера Cube lite

### 3) Адаптируемая камера

Эти камеры (рис.3) имеют возможность подключения через USB. Они просты в интеграции и их стоимость также невысока. Поскольку технология USB универсально поддерживается практически любым компьютером, эти камеры не требуют дополнительных дорогостоящих интерфейсных платы. Эти камеры имеют различные варианты интерфейсов, а также имеют аккумуляторы для автономной работы.



Рис. 3. Камера ТС-С34XS Спец:ІЗ/Е/У/2.8mm

Умные камеры, благодаря видеоаналитике, позволяют минимизировать затраты на охрану и дополнительные системы контроля за рабочими процессами. Камера обеспечит информацией обо всех событиях, происходящих на территории офиса или предприятия, сообщит о ЧП, поможет повысить эффективность и дисциплину работников, сократит количество краж и происшествий на производстве. Камера всегда работает

по заданным настройкам и можно быть уверенным в получении точных сведений.

**Список используемых источников:**

1. B D Lucas and T Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. In Proceedings of Image Understanding Workshop, 125 p.
2. Prabhu Natarajan, Pradeep K Atrey, and Mohan Kankanhalli. Multi-camera coordination and control in surveillance systems: A survey. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM), 57 p., 2015.
3. H Rai, Maheshkumar H Kolekar, N Keshav, and J K Mukherjee. Trajectory based unusual human movement identification for video surveillance system. In Progress in Systems Engineering, 792 p. Springer, 2015.
4. C Rasmussen and G D Hager. Probabilistic data association methods for tracking complex visual objects. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23 p.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМНИКОВ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВОГО ТВ

**В.В. Дуклау, М.С. Бикарт**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Почти у каждого человека дома стоит телевизор или телевизионная приставка, и большинство людей являются ярыми потребителями телевизионного контента. Однако мало кто разбирается в том, как именно они получают эту картинку. Речь идет про то, как сигнал передается, принимается, демодулируется и дескремблируется. В связи с этим, для помощи в понимании предмета, существуют обзорные статьи, которые в долгосрочной перспективе превращаются в лабораторный практикум.*

***цифровые ресиверы, ресиверы, приемники, цифровые сигналы, спутниковое телевидение, цифровое телевидение, практикум, лабораторный практикум***

В докладе рассмотрены параметры профессиональных ресиверов, предназначенных для приема сигналов спутникового телевизионного вещания в стандартах DVB-S/S2. Цель работы - разработка лабораторного практикума для дисциплины "Принципы построения систем кабельного и спутникового цифрового телевизионного вещания", изучаемой в рамках направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Цифровое телерадиовещание". Лабораторный практикум по данному разделу дисциплины в соответствии с РПД рассчитан на 4 акад. часа.

При подготовке к выполнению лабораторной работы студенты должны изучить общие принципы построения цифровой системы спутникового телерадиовещания (ТРВ) в стандартах DVB-S/S2, структурные схемы обработки транспортного потока, канального кодирования и модуляции цифровых телевизионных сигналов, требования, предъявляемые к приемным системам сигналов спутникового ТРВ.

Для организации лабораторного практикума по изучению оборудования для приема сигналов цифрового ТРВ в стандартах DVB-S/S2, мною выбраны три сравнительно недорогих профессиональных спутниковых ресивера, проведено сравнение их параметров, проанализированы их достоинства и недостатки.

### 1. Спутниковый приемник IRDHD/SDDMM-1510P-10S2.

Это профессиональный цифровой ресивер-демодулятор (Integrated Receiver Demodulator - IRD) – устройство, предназначенное для приема со спутника сигналов цифрового телевидения. Ресивер принимает, демодулирует, дескремблирует и формирует цифровой поток данных, пригодных для передачи через ASI или TS/IP интерфейсы. Принимаемый спутниковой антенной сигнал стандартов DVB-S/S2, при

соответствующей конфигурации приемника может быть конвертирован в сигналы эфирного DVB-T2 или кабельного DVB-C/C2 телевидения при выборе соответствующей модуляции. Данный приемник, как и большинство аналогичных моделей позволяет также принимать сигналы по ASI интерфейсу, а также вести прием multicast или unicast TS/IP потоков для замешивания их в формируемые сервисы. Ресивер позволяет полностью декодировать принимаемый со спутника сигнал и выводить его (для контроля) на телевизор, лабораторный монитор или иное (например, измерительное) устройство по интерфейсу HDMI, CVBS или HD/SD SDI.

В лабораторном практикуме не предусматривается возможность приема кодированных каналов, хотя приемник оснащен двумя слотами CI, позволяющим при необходимости выполнить мульти-дескремблирование с помощью CAM модулей.

В зависимости от выбранной конфигурации приемника декодированное видео может быть выведено с помощью SDI, HDMI или CVBS интерфейсов. Встроенный мультиплексор может принимать транспортные потоки из приемника, ASI входа, входа IP и дескремблированного потока из CI слота.

Таким образом, компактная конструкция и широкие функциональные возможности ресивера DMM-1510P позволяют в дальнейшем рассчитывать на увеличения перечня лабораторных работ, разрабатываемых на базе данного приемника.

Основные характеристики ресивера DMM-1510P [1]: вход: DVB-S/S2; декодирование и совместимость с MPEG-2 (MP @ ML & MP @ HL) и MPEG Part 10 (AVC high profile level 4.1); широкий выбор интерфейсов ввода/вывода, в том числе ASI вход/выход, выход CVBS, выход HDMI, SD-SDI выход, или AES/EBU или 2 аналоговых аудио выхода (опционально); обнаружение Dynamic PMT и автоматическое обновление; 10M/100M/1000M Ethernet TS over IP вход и выход (только для моделей -12X, 32X); удаленный контроль посредством WEB или программного обеспечения HDMS; два слота DVB-CI, поддержка дешифровки нескольких программ; поддержка NTP (Network Time Protocol).

Конфигурирование приемника происходит по частоте, скорости прямого исправления ошибок, спектральной инверсии, подачи питания LNB и диапазону частоты.

Частота должна быть задана в соответствии с требуемой частотой ретранслятора (передатчика). Скорость прямого исправления ошибок может быть задана как вручную, так и автоматически. Подача питания LNB влияет на поляризацию принимающей антенны. Питание, равное 13В, соответствует вертикальной поляризации, а питание, равное 18 В, соответствует горизонтальной поляризации.

Один из пунктов лабораторного практикума включает контроль параметров принимаемого сигнала, (битовые ошибки, отношение сигнал/шум и т.п.)

Для контроля перечисленных в приведенной ниже таблице 1 параметров в лабораторном практикуме рекомендуется использовать приборы ETL, либо EFL.

ТАБЛИЦА 1. Технические характеристики ресивера DMM-1510P [1]

DVB-S2 демодулятор	
Диапазон входных частот, МГц	950 - 2150
Уровень входного сигнала, дБм	-65 ... -25
Входной разъем	F, 75 Ом
Символьная скорость, Msps	2~45
Коэффициент сглаживания	0,35 (QPSK) 0,2 (DSS) 0,35, 0,25, 0,2 (DVB-S2)
Отношения пунктурирования	DVB-S2 QPSK: 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 8/10 DVB-S2 8PSK: 2/3, 3/4, 3/5, 5/6, 8/9, 9/10 DVB-S: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7, 7/8
LNB, кГц	13/18, 0/22
TS IP вход/выход (модели -12X,-32X)	
Тип разъема	2xRJ45 10M/100M/1000M Base-T for TS/IP
Скорость потока, Мбит/с	80 Мб/с для полного дуплекса с ProMPEG FEC 200 Мб/с для полного дуплекса без ProMPEG FEC 500 Мб/с для 32xSPTS IP потоков на выход SparePort является резервным для MainPort
Протоколы	UDP/RTP, Multicast/Unicast, IGMPv3, ARP
CI	
Тип	Double-deck PCMCIA
ASI выход	
Тип разъема	BNC female, 75 Ом
Эффективная скорость потока, Mbps	не более 200
Аудио/видео выход	
Аналоговый видео/аудио выход	1xBNC/1xDB9
Цифровой видео/аудио выход	HDMI
Управление	
Разъем Ethernet	RJ45, 10/100M, для NMS и обновления ПО
Протокол	SNMP, TCP/IP, HTTP

## 2. Спутниковый приемник Twin IRD HD/SD CASI-OUT/MUX/GBE - DMM-2210P-S2 PBI

Модель интегрированного ресивера Twin IRD HD/SD CASI-OUT/MUX/GBE – DMM-2210P-S2 PBI представляет собой двухканальный приемник DVB-S/S2 MPEG-2 / H.264 / H.265 SD/HD-процессор с дескремблерованием и IP-интерфейсом.

Вход: DVB-S/S2, 2xCI/MSD и GbE-IP. Встроенный ремультимплексор.

Выход: 2xASI, GbE IP стример, HDMI, CVBS.

Разработчик: компания PBI,

Профессиональные IRD модули DMM-2210P обеспечивают обработку HD видео формата H.264/H.265. Интегрированный декодер поддерживает

стандарт MPEG-2 (профили MP@ ML for SD, MP@HL for HD) и MPEG 4/H.264, H.265, AVC high profile level 4.1. [2].

Модуль DMM-2200P представляет из себя приемник с двумя независимыми тюнерами. В зависимости от модификации тюнеры могут принимать сигналы DVB стандарта S/S2, а также T2/ [2].

- Корзина с установленным модулями DMM-2210P позволяет обрабатывать вдвое больше TS, что экономит место и электроэнергию

- В структурную схему модулей добавлен отдельный дескремблер BISS (к уже имеющемуся интегрированному в декодер), что позволяет теперь дескремблировать TS, закрытые BISS (до 8 каналов в TS, закрытые одним ключом) без применения CAM-модулей BISS

- Значительно улучшено качество IP-стриминга, что позволяет использовать новые модули как полноценные источники контента Videoover IP. Таким образом, устранены периодические кратковременные срывы IP-потока, которые наблюдаются на модулях предыдущих серий DMM 1400P/1500P

- Добавлен HDMI-интерфейс, сохранен стандартный CVBS выход, что по-прежнему позволяет использовать новые модули в аналоговых ГС

- Имеется USB-порт для обновления прошивки.

Включение данного ресивера в лабораторный практикум позволит контролировать параметры и технические характеристики приемника, приведенные в табл.2

ТАБЛИЦА 2. Технические характеристики приемника DMM 2210P [2]

DVB-S2 демодулятор	
Диапазон входных частот, МГц	950 - 2150
Уровень входного сигнала, дБм	-65 ... -25
Входной разъем	2xF, 75 Ом
Символьная скорость, Msps	2~45
Коэффициент сглаживания	0,35 (QPSK) 0,35, 0,25, 0,2 (DVB-S2)
Отношения пунктурирования	DVB-S2 QPSK: 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 8/10 DVB-S2 8PSK: 2/3, 3/4, 3/5, 5/6, 8/9, 9/10 DVB-S: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7, 7/8
LNB, кГц	13/18 В (макс. 350 мА), 22 кГц
CI	
Тип	Double-deck PCMCIA
ASI выход	
Тип разъема	2 x BNC female, 75 Ом
Эффективная скорость потока, Mbps	не более 160
Формат данных	188/204 Byte
Уровень сигнала на выходе	800mVppx10%



TS IP выход	
Тип разъема	2 x RJ45, 1000M
Эффективная скорость потока, Mbps	80Mbps/s - full duplex сProMPEGFEC, 200Mbps/s - full duplex безProMPEG FEC, 600Mb/s на 32 SPTS только IP-out
Протокол	UDP/RTP, IGMPv2, ARP Unicast/Multicast
Декодер	
Стандарт видео	MPEG-2(MP@ ML for SD, MP@HL for HD) MPEG 4/H.264, H.265, AVC high profile level 4.1
Стандарт аудио	MPEG-1 Layer-I/II, MPEG-2 Layer-II LC-AAC, HE-AAC, AC3, AC3+
HDMI выход	
Стандарт	1×HDMI 1.4
Режимы работы	1080P, 1080i x 30, 1080i x 29.97, 1080i x 25, 720p x 60, 720p x 59.94, 720p x 50, 480p x 60, 576p x 50, 576i x 25, 480i x 29.97
A/V выход	
Аудио коннектор	1×DB9 - XLR адаптер 600 Ом
Стандарт аудио	MPEG-1 Layer-I/II, MPEG-2 Layer-II LC-AAC, HE-AAC
Видео коннектор	BNC, 75 Ом
Управление	
Разъем Ethernet	RJ45, 10/H100M, для NMS и обновления ПО
Протокол	SNMP, TCP/IP, HTTP

### 3. Профессиональный приемник-декодер серии IRD-2900.

Профессиональный интегрированный ресивер, анонсирование которого состоялось в 2005 году. Данный ресивер являлся флагманской моделью компании Scorpus (Израиль).

Основные характеристики и опции обрабатывающей платформы включают в себя следующее [3]: различные опции внешнего интерфейса, включая DVB-S, DVB-S2, DVB-DSNG, G.703MPEG-over-IP и DS3-ATM; профессиональный DVB-S2; ходы MPEG-over-IP (MPEGoIP), поддерживающие до 44Mbps (SPTS иMPTS); конфигурируемая флуктуация времени задержки; дублирование физической связи; дублирование логического источника; прямое исправление ошибок (FEC) ProMPEG CoP3v2; выход MPEGoIP с поддержкой до 60Mbps; выход IP-over-MPEG до 60 Mbps (де-инкапсуляция MPE); одно- или двухполосные L-входы; вход и выход транспортного потока ASI; обслуживание и PID-фильтрация выходов ASI и IP (динамичный истатичный режим); общий интерфейс DVB (2 слота – один синхронно активен); SDI, AES/EBU и аналоговые выходы; до 4 пар аудио выходов.

Включение данного ресивера в лабораторный практикум позволяет в процессе выполнения лабораторных задач контролировать следующие параметры (рис 1.) [3]:

#### Интерфейс транспортного потока

##### Вход MPEGoIP

- Скорость TS: до 44 Мб/с
- SPTS / MPTS
- UDP, RTP
- Multicast/Unicast
- Готовый IGMPv2, IGMPv3
- Настраиваемый размер буфера подавления сетевого джиттера
- Резервирование физической линии (опция)
- Логическое резервирование источника (опция)
- Pro-MPEG FEC (опция)
- Интерфейс: два 10/100 Base-T, RJ-45

##### Выход MPEGoIP

- SPTS / MPTS
- Скорость TS: до 60 Мбит/с
- UDP, RTP (опция)
- Multicast/Unicast
- Pro-MPEG FEC (опция)
- Интерфейс: 10/100 Base-T, RJ-45

##### ITU-T G.703

##### DVB-S2 ETSI EN 302 307

- Применения: Вещательные услуги и DSNG
- Режим: Постоянное кодирование и модуляция (CCM)
- Виды модуляции: QPSK, 8PSK, 16 APSK

##### Выходы декодера

##### Видео

- Кол-во декодеров в корпусе 1RU: до 2 декодеров
- Аналоговые видео интерфейсы:
  - До трех композитных
  - Один S-video
- Цифровые видео интерфейсы:
  - SDI с вложенным VBI и до 4 стереоканалов
  - Дополнительный SDI с вложенным VBI и до 2 стереоканалов
- Форматы видео:
  - PAL-B/G/I/M/N/D, NTSC, SECAM L/B/G/K1
  - Русский SECAM D/K (только для композитного видео)
- Декодирование:
  - 4:2:0 MP@ML (1.5-15 Мбит/с)
  - 4:2:2 PP@ML (1.5-50 Мбит/с)
- Интерполяция разрешения видео: Pan-Scan, Letter Box или «как есть»
- Формат кадра: 4:3/16:9 и 14:9
- Возможности экранной графики: OSD, субтитры DVB, субтитры EBU (телетекст) (опция)
- Вход GenLock и проходной выход

##### Мониторинг с передней панели

- Выход для подключения видеомонитора
- Выход для подключения аудиомонитора

- Кадры FEC: нормальный (64800 бит), короткий (16200 бит)
- Roll-off: 0.35, 0.25, 0.20
- Частотный диапазон: 950 МГц - 2150 МГц
- Символьная скорость: 64 Ксимв/сек - 45 Мсимв/сек
- Скорость входящего транспортного потока: 128 Кб/с - 107 Мбит/с
- Два входа L-Band RF 75 Ом с управлением LNB

##### DVB-S (один или два)

- Вид модуляции: QPSK
- Частотный диапазон: 950-2150 МГц (L-Band)
- Символьная скорость: 1-45 Мсимв/с
- Вход L-Band RF с управлением LNB и проходным выходом

##### DVB-DSNG

- Виды модуляции: QPSK, 8PSK и 16QAM
- Частотный диапазон: 950-2150 МГц
- Символьная скорость: 1-45 Мсимв/с
- Два входа L-and RF 75 Ом с управлением LNB

##### Вход DVB-ASI

- Интерфейс: электрический, BNC
- Скорость транспортного потока: до 107 Мбит/с

##### Выход DVB-ASI

- Два интерфейса: электрический, BNC
- Опции ASI выхода: входной поток с декодированием выбранного канала, входной поток

##### Повторная вставка VBI

- Инвертированный телетекст и телетекст WST
- Вставка в композитный видео в SDI сигнал
- WSS, VPS, VITC, CC, AMOL I, AMOL II (опция), V-CHIP
- Улучшенный встроенный генератор VITS

##### Звук

- До 4 стереопар (симметричный XLR)
- До 4 цифровых аудио интерфейсов AES/EBU-SPDIF
- До 4 стереоканалов, вложенных в SDI
- Режимы аудио: stereo, joint stereo, двухканальный, одноканальный
- Максимальный выходной уровень: +18 dBu аналоговый, 0 dBFS цифровой
- Регулировка усиления: от -64 дБ до 0 дБ /отключено
- Dolby Digital AC-3 (транзит)
- Декодирование Dolby Digital (AC-3) с микшированием в стерео (опция)
- Линейный PCM (SMPTE 302M 2000), транзит Dolby-E (опция)

##### Данные

- Низкоскоростные данные: RS-232 до 115.2 Кб/с
- Высокоскоростные данные: RS-422 до 20 Мб/с (опция)
- IP-выход для данных: до 60 Мб/с, MPE деинкапсуляция (опция)
- Фильтрация на уровне PID, Service, SI table
- PCR пересинхронизация для IP и ASI
- Заполнение нуль-пакетами до CBR

Рис.1. Параметры

В процессе выполнения лабораторных работ, по заданию преподавателя студентам рекомендуется выбрать группу параметров, определить их значения в выбранной конфигурации, описать их влияние на качество приема цифровых ТВ сигналов, заполнить отчет по лабораторной работе, ответить на контрольные вопросы и защитить лабораторную работу.

Например:

В лабораторной работе на базе приемника серии IRD-2900, необходимо оценить следующие параметры: скорость транспортного потока, частотный диапазон, символьную скорость, вид модуляции.

В лабораторной работе на базе приемника TwinIRDHD/SDCASI-OUT/MUX/GBE - DMM-2210P-S2 PBI, можно исследовать следующие параметры: диапазон входных частот, уровень входного сигнала, символьную скорость, отношение пунктурирования, эффективную скорость потока, коэффициент сглаживания.

Исследование этих же параметров в лабораторной работе на базе приемника DMM-1510P позволит сопоставить их со значениями, полученными в предыдущем исследовании и сделать выводы о качественных характеристиках исследуемых ресиверов.

Исследование каждой модели спутникового приемника предполагает подробное изучение способов управления приемником и его

конфигурирования, в том числе, дистанционно, с использованием Ethernet-подключения (при наличии соответствующего программного обеспечения).

Подробную разработку лабораторного практикума и методики контроля и измерения основных параметров интегральных цифровых ресиверов-демодуляторов, начиная с исследования профессионального приемника-декодера серии IRD-2900, планируется провести в рамках работы над темой моей магистерской диссертации.

**Список используемых источников:**

1. Оборудование и решения для операторов КТВ и IPTV. Профессиональный приемник DMM-1510P URL: <https://www.tvbs.ru/page/priemnik-ird-hd-sd-s-asi-mux-dmm-1510p-pbi.html> (дата обращения 27.11.2021)
2. Оборудование и решения для операторов КТВ и IPTV. Профессиональный приемник DMM-2200P URL: <https://www.tvbs.ru/id/sputnikovyy-priemnik-twin-ird-hd/sd-s-asi-out/mux/ip32-dmm-2200p-s2-pbi-5119.html> (дата обращения 27.11.2021)
3. Серия IRD-2900. Профессиональные интегрированные приемники декодеры. Руководство пользователя Scopus Documents (P/N 100793) (Rev 4.1/SW v.1.60/September 2006)

## АНАЛИЗ РЫНКА СМАРТ-ВИДЕОСИСТЕМ ДЛЯ РЕОРГАНИЗАЦИИ ВЪЕЗДА-ВЫЕЗДА АВТОТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИЮ УНИВЕРСИТЕТА

**А.А. Гоголь, М.В. Романова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Чаще всего объекты идут традиционным путем, устанавливая на въездах на территорию объекта шлагбаум и нанимая охранников на контрольно-пропускные пункты. В таком случае большую роль играет человеческий фактор. При въезде транспорта на территорию объекта охранник должен сверить номер проезжающего автомобиля со списком разрешенных к проезду, после чего поднять шлагбаум, а также внести время проезда и номер проезжающего в журнал. Эта процедура может занять от 5 до 15 минут из расчета на одного проезжающего. Также, стоит учитывать, что такой подход недешев: круглосуточная охрана стоит немалых денег. Автоматизация проезда при помощи смарт-видеосистем позволит не только ускорить этот процесс, но и сделать его более контролируемым, т.к. решение о доступе будет приниматься системой на основании определенных правил доступа, а все зафиксированные события, например въезды, выезды, отказы в доступе и другие, будут подробно протоколироваться. В рамках темы данной статьи будет проанализирован рынок возможных решений автоматизации проезда. В работе актуализируется проблема замены бумажного управления и живого дежурного на полностью автоматическое управление.*

***смарт-видеосистемы, GSM-модуль, контактные и бесконтактные метки, телефоны с NFC, видеочамера, контроллеры, видеосервер***

Существует множество способов автоматизации доступа автотранспорта на закрытую территорию, таких как: GSM-модуль; контактные и бесконтактные метки, телефоны с NFC; диспетчеризация и автоматическое распознавание номеров автомобилей. Отвечая на вопрос о том, какая технология лучше, можно сказать, что оптимальное решение нужно выбирать, исходя из специфики объекта и имеющихся ограничений. Экономическая целесообразность каждого способа просчитывается на основе стоимости выбранной технологии, и здесь также нет единого представления о том, что выгоднее.

Профессиональная автоматизированная система включает аппаратный и программный комплекс, обеспечивающий въезд и выезд автомобилей с объекта. Специальное оборудование, которое может функционировать в автономном режиме, либо в комплексе с системами охраны и контроля доступа, обеспечивает:

- организацию проезда автомобилей через контрольно-пропускной пункт;
- синхронизация со шлагбаумами на КПП для контроля въезда или выезда;

- ведение протоколов и учета времени доступа на территорию.

Установка системы осуществляется в комплексе со шлагбаумами, воротами, боллардами или другим оборудованием электроприводом и дистанционным управлением.

За управление системой и организацию хранения данных отвечает видеосервер с установленным ПО. Программное обеспечение полностью адаптировано и наилучшим образом выполняет функцию распознавания номеров транспортных средств, по видео и фотоснимкам, полученным с видеокамеры.

Распознавание и регистрацию номерных знаков система производит в автоматическом режиме. Когда права доступа подтверждены, система подает сигнал на открытие заграждения. Один из ключевых параметров для создания системы распознавания — используемая аппаратура для фотосъёмки. Чем мощнее и лучше система освещения, чем лучше камера, тем больше шансов распознать номер. Хороший инфракрасный (ИК) прожектор может просветить даже пыль и грязь, имеющиеся на номере, затмить все мешающие факторы.

Также, ключевым элементом системы распознавания является видеокамера. От правильного выбора видеокамеры, ее настройки, выбора места установки зависит точность распознавания и соответственно эффективность работы всей системы. Еще необходимо учесть разрешение камеры. Размер автомобильного номера — единый на всей территории РФ. Поэтому разрешение камеры можно подобрать по простой формуле [1]:

$$\left(\frac{W}{N}\right) * P = \text{размер изображения в PIX}$$

где: W – Ширина точки проезда в метрах;

N – размер номера в метрах (равен 520 мм);

P – рекомендованный размер изображения номера по ширине 150-200 pix.

Также, играет роль частота кадров видеокамеры, фокусное расстояние (угол обзора) и тип объектива. Основные рекомендации по установке видеокамеры: номер автомобиля должен размещаться в кадре целиком, угол вертикального наклона не более 30°, угол горизонтальной плоскости — не более 20°.

Для распознавания номеров автомобилей освещенность в зоне распознавания номера должна быть не меньше 50 ЛЮКС. Рекомендуемые значения освещенности в зоне распознавания 100 -120 ЛЮКС. Необходимо использовать дополнительное освещение для эффективной работы системы в темное время суток — прожектор или ИК-прожектор.

На рынке существует множество смарт-видеосистем для реорганизации въезда-выезда автотранспорта на территорию. Например, VideoNet PSIM - система автоматизации проезда транспорта с распознаванием номеров [2].

Алгоритм работы системы заключается в следующем: автомобиль подъезжает к закрытой территории, въезд или выезд на которую оснащен шлагбаумом или воротами. На въезде (выезде) установлена видеокамера. Видеокамера подключена к компьютеру, на котором установлена система распознавания VideoNet-AUTO PSIM. Система считывает номерной знак автомобиля и сравнивает распознанный номер с базой данных номеров транспортных средств, разрешенных к въезду. На рисунке 1 представлена схема системы «VideoNet PSIM».

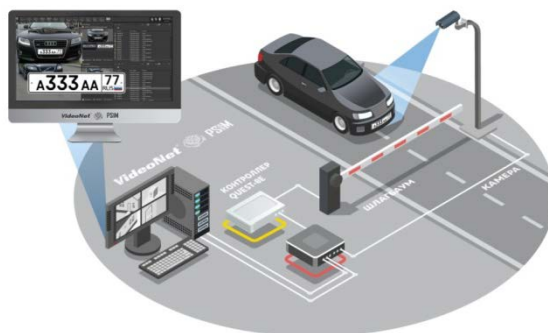


Рис. 1. Схема системы «VideoNet PSIM»

Стоимость комплектов системы распознавания автомобильных номеров VideoNet-AUTO-RU варьируется от 14.600 до 99.300 рублей в зависимости от количества каналов распознавания номеров (от 1 до 8 каналов). Также необходимо приобрести дополнительное оборудование: контроллеры Quest, которые позволяют управлять шлагбаумом, и видеокамера Cisco Video Surveillance 6000P, которая обеспечивает разрешение высокой четкости 1080p с превосходным качеством изображения. Можно использовать любые другие аналоги, которые есть на рынке.

Особенность решения VideoNet-AUTO PSIM заключается в следующем: модуль распознавания номеров автомобилей встроен в профессиональную систему видеонаблюдения и систему контроля и управления доступом VideoNet PSIM. Пользователь подключает необходимое оборудование (камеры, контроллеры СКУД) и организует автоматический доступ автотранспорта на территорию. Решение максимально функциональное, простое для внедрения и не требует никаких дополнительных интеграций.

Также, существует готовая система организации въезда-выезда автотранспорта на территорию. В основе решения лежит видеосервер VIDEOMAX с установленным ПО "Авто-Интеллект" [3].

При подъезде к шлагбауму происходит распознавание номера автомобиля. Если номер распознан, то происходит проверка наличия автомобиля в базе данных и права на проезд автомобиля. Если права на проезд подтверждены, то подаётся управляющий сигнал на автоматическое заградительное устройство. Если номер не распознан, или его нет в базе данных, но автомобиль нужно пропустить (например, автомобили спец. служб), то оператор должен в ручном режиме ввести номер, после этого

система так же подает управляющий сигнал на автоматическое заградительное устройство. При этом будет зафиксировано время и данные оператора, давшего право на проезд данного автомобиля, что исключает мошеннические действия со стороны оператора.

На рисунке 2 представлена схема системы «Авто-Интеллект».



Рис. 2. Схема системы «Авто-Интеллект»

Стоимость данного решения составляет 366.800 рублей. В комплект входит: две видекамеры LTV СТР-420 00, два объектива LTV-LDN-2812V, термокожух LTV-НОВ-260Н-12-220 и видеосервер VIDEOMAX-INT на 2 аналоговые камеры.

Третье решение Автомаршал – система распознавания автомобильных номеров. На рисунке 3 представлена схема системы «Автомаршал» [4].

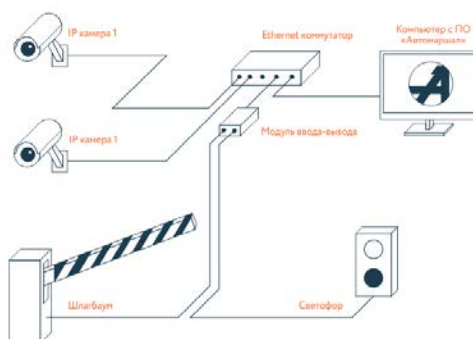


Рис. 3. Схема системы «Автомаршал»

Программное обеспечение (ПО) «Автомаршал» устанавливается на компьютер с операционной системой семейства Windows. К компьютеру по сети Ethernet подключается одна или более IP-видеокамер. Система распознает номера автомобилей за счет анализа видео, поступающего с камер, и сохраняет информацию обо всех проехавших автомобилях в базу данных. Сопоставляя распознанные номера со списками и параметрами доступа, система дает команды внешним устройствам — шлагбаумам, воротам, светофорам.

Стоимость данного решения составляет около 160.000 рублей. Сюда входит программное обеспечение «Автомаршал», две IP камеры, Ethernet коммутатор и модуль ввода-вывода.

Экономический эффект данных систем состоит в том, что после внедрения выбранной системы станет возможным осуществлять пропускной режим одним охранником или вовсе без привлечения человека. Если принять во внимание, что средняя оплата труда охранника 15 000 руб./мес., график дежурства на КПП "сутки через трое", то экономия заказчика составит  $15\ 000 * 4 = 60\ 000$  руб./мес., а система окупит себя полностью через 7-10 месяцев. Для иных регионов со средней ставкой больше 15 000 рублей, срок окупаемости может быть еще меньше.

Также, стоит взять во внимание возможные чрезвычайные ситуации, например, отключение электроэнергии или поломка оборудования, что приводит к уменьшению надежности функционирования [5]. Обеспечение работы пункта пропуска при отключении энергии необходимо будет осуществлять ответственному дежурному до восстановления функционирования системы. Дежурному необходимо сообщить об этом руководству и следовать их указаниям. Если восстановление электроэнергии невозможно в ближайшее время, то ответственный дежурный должен обеспечить пропуск автотранспорта, сверив по журналу номер проезжающего автомобиля со списком разрешенных к проезду, после чего поднять шлагбаум, а также внести время проезда и номер проезжающего в журнал. При поломке какой-либо части системы, камера или видеосервер, ответственный дежурный должен сообщить об этом руководству и позвонить в сервисный центр, который должен отреагировать и приехать на вызов. До восстановления функционирования ответственный дежурный выполняет все действия, которые описаны выше. Обеспечения надежности функционирования в экстремальных условиях эксплуатации будут рассмотрены в магистерской диссертации.

После изучения различных смарт-видеосистем на рынке можно сказать, что автоматизация организации въезда-выезда автотранспорта на территорию университета является более чем доступной и возможной. Ведь экономический эффект здесь играет немаловажную роль. После внедрения одной из приведенных систем станет возможным убрать живого дежурного и бумажное управление, исключив ошибок из-за человеческого фактора и сэкономив на зарплате персоналу.

#### **Список используемых источников:**

1. Семенов А. Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов - 2010 г.
2. VideoNet PSIM. Система автоматизации проезда транспорта с распознаванием номеров. - <https://www.videonet.ru/videonet-psim/>
3. Videomax. Справочное пособие. Системы распознавания номеров. - <https://www.videomax.ru/> - декабрь 2015 г.
4. Автомаршал. Система распознавания автомобильных номеров. - <https://www.avtomarshal.ru/>
5. Григорий Пунегов. Путеводитель по видеонаблюдению. - <http://videozashita.ru/catalog/Книги> - 2018 г.



## ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКОВОДНОЙ СЪЕМКИ

**А.А. Горынцев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. Проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В данной работе рассматриваются особенности и методы ведения съемки фото и видео на около донных и донных участках океана. Системы, основанные на этих методах, широко используются для изучения рельефа и морских обитателей, а также наблюдением за объектами, представляющие опасность. Описанные методы подразумевают удаленное участие человека во время съемки.*

*подводная съемка, камерный модуль, видеосистема, передача данных*

### **Введение**

В настоящее время ведутся активные исследования океанского дна. В основном карты глубин и рельефа составляются из данных полученных с помощью Двухлучевой технологии, Side Imaging, Технологии 3D, Технологии CHIRP, Технологии 360 Imaging и звуковизеров. Но этого недостаточно, так как это не позволяет полностью визуализировать сканируемый участок. Для полной картины исследования необходимы глубоководные средства визуальных наблюдений.

### **Основные особенности подводной съемки**

#### **1. Разность показателей преломления сред**

В отличии от воздуха, с показателем преломления около 1, показатель преломления водной среды равен 1,34. При установки камерного модуля в толстостенный стеклянный купол, защищающий от высокого давления и влаги, преломление света осуществляется переходом из более плотной среды в менее плотную. Поэтому объект, находящийся в воде, кажется ближе. Для решения этой проблемы, фокусировка производится с уменьшением углового поля объектива, что сказывается на масштабе получаемого изображения. В основном для съемок на глубине, применяются в короткофокусные объективы. Это позволяет работать с большим панорамным изображением в ущерб маленьких деталей.

#### **2. Рассеяние света, контрастность и резкость, спектральные особенности**

При съемке в воде нужно учитывать, что вода в воздухе в значительно меньшей степени происходит рассеивание лучей света, чем в воде. Разного рода частицы в воде, способствуют понижению контраста и резкости изображения. Для решения данных проблем используется видеосистемы с высококонтрастной чувствительностью с высокой разрешающей способностью, дополнительное освещение и светофильтры, а также средства программного обеспечения и стабилизатор. Пропускная способность воды в коротковолновой части видимого спектра значительно выше. При

естественном освещении цвет подводных объектов изменяется с величиной глубины. От 3 до 5 метров практически полностью теряется красная часть спектра и ослабляется жёлтая. Для глубин более 5 метров применение световых фильтров становится мало эффективно, и требуется дополнительное искусственное освещение [1].

### **Методы ведения съемки**

По мимо съемки с участием человека, для видео съемки подводой могут использоваться беспилотные аппараты, оснащенные специальным оборудованием для дистанционного наблюдения необходимого участка. Для соединения с оператором аппараты оснащены, как правило, оптоволоконными линиями связи. Использование проводной оптической связи может давать ограничения в маневрировании беспилотным аппаратом, что решается использован беспроводной передачи данных и аккумуляторным типом питания, но передача сигнала по оптоволокну позволяет избежать влияния электростатических и электромагнитных помех и ослабления при проходе через водную среду, также накладывает в зависимости от глубины накладывает ограничения по размеру антенн приемо-передающих сторон, что делает реализацию данного способа обмена информацией достаточно трудоемким.

При использование разрешающей способности видеоаппаратуры формата Full HD, как правило, может быть достаточно для получения изображения группы объектов, размер которых более 5 см. Для съемок более маленьких деталей, используются форматы с более большим разрешением. Также применяется фотосъемка с использованием импульсных источников света. Это используется для учета представителей фауны, которые были не учтены при заборе проб грунта.

Корпуса беспилотных аппаратов содержат оборудование:

1. Система управления, навигации и передачи данных
  2. Аккумуляторы и вторичные источники питания системы автономного энергопитания
  3. Обзорная видеокамера и видеокамера высокого разрешения, с трансфокатором
  4. Видеокамера, служащая для управления глубоководным аппаратом; эта камера направлена вперед и позволяет получать видеоизображение препятствий впереди по ходу движения
  5. Гидролокатор бокового обзора с рабочей частотой около 240 кГц
  6. Глубиномер, альтиметр и указатели масштаба
  7. Шесть источников заливающего света со светодиодными матрицами
- Функциональная схема и снимок исследования реализованной подводной фотосистемы высокого разрешения БНПА «Видеомодуль» представлена на рисунке 1, 2 соответственно [2].



Рис. 1. Функциональная схема подводной фото и видео системы высокого разрешения



Рис. 2. Снимок исследования

Также как для проведения съемок используются стационарные установки (рис. 3). Данные через DSL модемы передаются по 3-жильному кабель-тросу на персональный компьютер. Камерный модуль смотрит вертикально вниз, помещенная в прочный, водозащитный корпус. Одна жила кабеля используется для питания источника света, которым служила галогенная лампа со сферическим отражателем. Эта лампа может помещаться в корпусе другого старого фотометра. Коррекция положения камеры может осуществляться глубоководными водолазами. Такой способ съемки не требует высоких затрат на обслуживание и позволяет вести съемку морского дна в зимнее время, при достаточно толстом слое льда. Обычно используется для исследования скважин [3].

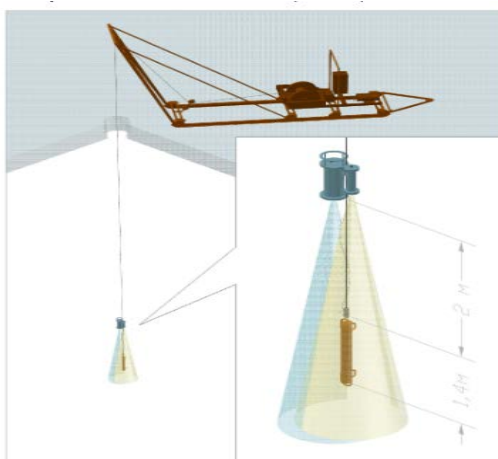


Рис. 3. Стационарная установка

### **Заключение**

Реализация данных методов позволяет досконально изучить необходимый участок. Благодаря глубоководной съемке было исследована биосфера разных придонных объектов типа «Черные курильщики» и т.д., а также множество подводных пещер и зон, где методы эхолокационного сканирования дают не полную информацию. Необходимость данного вида технологий оправдана, так как визуализация среды недоступной человеку, необходима для исследования мира.

### **Список используемых источников:**

1. Подводная съёмка: [Электронный ресурс]. // ru.wikipedia.org., 2021. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D1%8A%D1%91%D0%BC%D0%BA%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%8A%D1%91%D0%BC%D0%BA%D0%B0) (Дата обращения: 20.11.2021)
2. Развитие глубоководных технологий визуальных наблюдений рельефа дна и подводных объектов: [Электронный ресурс]. // applied-research.ru., 2019. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12883> (Дата обращения: 20.11.2021).
3. Опыт использования вебкамеры для глубоководных съемок на озере Байкал: [Электронный ресурс]. inr.ac.ru., 2021. URL: <https://www.inr.ac.ru/a/history/8/wp.pdf> (Дата обращения: 20.11.2021).

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПЕРЕМЕЖЕНИЯ БИТ И OFDM ЯЧЕЕК ДЛЯ DRM MODE E

О.А. Гуминский, С.В. Мышьянов

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматривается алгоритм перемежения бит и OFDM ячеек кадра, который используется в современных системах цифрового вещания для распределения длинных серий ошибок принятых данных вдоль всего кадра. Алгоритм перемежения реализован на основе документации стандарта ETSI ES 201 980 в программной среде MATLAB/Simulink и исследован как часть приемопередающей модели DRM. Приведены исследования влияния алгоритма перемежения на помехозащищенность приемопередающей модели.*

### *DRM, алгоритм перемежения, Matlab/Simulink, цифровая обработка сигнала*

В данной статье приведены результаты работы алгоритма перемежения приёмно-передающей модели DRM [1] для основного сервисного канала (MSC), и канала быстрого доступа (FAC). Были приведены эксперименты, в которых исследуемый сигнал подвергался кратковременной импульсной помехе.

Данная статья является третьей в цикле работ посвященных исследованию алгоритмов цифровой обработки сигналов в системе DRM [2, 3].

На рисунке 1 представлены зависимости коэффициента битовых ошибок (BER) от количества сгруппированных искаженных OFDM-символов для каждого из 8 режимов модуляции-кодирования DRM. Все процедуры перемежения предусмотренные для MSC (т.е. перемежение бит совместно с внутрикадровым и межкадровым перемежением) при этом производятся согласно стандарту DRM. Искажения внесены путем инвертирования реальной и мнимой составляющих комплексных значений каждого символа модуляции, т.е. искажения представляют собой критичный случай, когда абсолютно все биты в искаженных символах приняты с ошибкой.

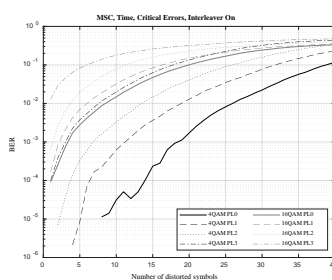


Рис. 1. Зависимости BER от длины серии критически искаженных OFDM-символов для MSC при включённом перемежителе

Согласно стандарту для корректной работы системы DRM на выходе канального декодера параметр BER должен обеспечиваться на уровне не выше  $1e-4$ . При превышении данного порога битовых ошибок в аудиокодеке xHE-AAC, используемом в DRM, начинают возникать ошибки, приводящие к заметным на слух прерываниям звука. Таким образом, мы видим на рисунке 1, что в наиболее помехоустойчивом режиме QAM-4 PL0 приемник будет корректно работать даже при полном выпадении информации с длиной серии от 1 до 13 OFDM-символов подряд. При уменьшении режима помехоустойчивости максимальная длина серии закономерно сокращается: до 6 OFDM-символов при QAM-4 PL1; до 3 при QAM-4 PL2; при дальнейшем уменьшении режима помехоустойчивости, кодек не может справиться даже с одним выпавшим OFDM-символом.

На рисунке 2 приведены сопоставимые результаты моделирования при выключенном алгоритме перемежения. Как видно BER даже для одного искаженного символа хуже требуемого порога для всех режимов DRM, т.к. при мешающем воздействии даже на 1 символ без процедуры перемежения выпадает информация из 213 последовательных OFDM-ячеек. Корректирующая способность кодека на такую большую длительность серии, естественно, не проектировалась.

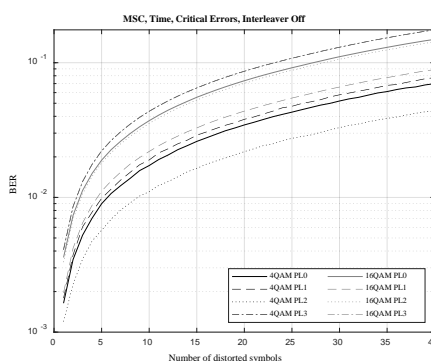


Рис. 2. Зависимости BER от длины серии критически искаженных OFDM-символов для MSC при выключённом перемежителе

На рисунке 3 приведены зависимости BER от количества искаженных несущих частот при включенном перемежителе. Результаты показывают, что при QAM4 PL0 приемник способен справляться с частотно-селективной помехой шириной до 10 несущих частот и эта корректирующая способность падает до 0 при уменьшении режима помехоустойчивости: до 6 несущих частот при QAM-4 PL1; до 2 при QAM-4 PL2; до 1 при QAM-4 PL3 и QAM-16 PL0.

Зависимости BER при выключенном перемежителе не приводятся, т.к. аналогично рисунку 2 лежат выше требуемого порога BER.

В приведенных выше сериях моделирования для рисунков 1-3 ошибка представляла собой критический случай полностью инвертированных бит, что в реальных условиях крайне маловероятно.

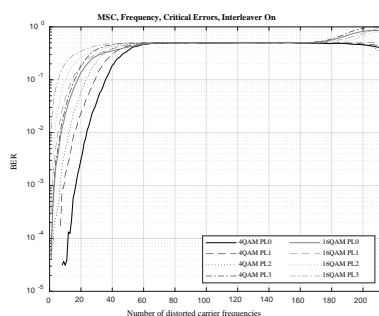


Рис. 3. Зависимости BER от длины серии критически искаженных несущих частот для MSC при включенном перемежителе

На рисунках 4-6 представлены результаты аналогичных серий измерений, описанных выше, но искажение символов в данном случае реализовано путем подмешивания шума, равного по мощности сигналу (т.е. при SNR=0). На рисунке 4 представлены зависимости BER при искажении OFDM-символов с SNR=0 при включенном перемежителе (при выключенном перемежителе не приводятся, т.к. аналогично рис 2 лежат выше требуемого порога BER).

При сравнении рисунков 1 и 4 очевидно, что промоделированный случай с абсолютным искажением символов – является крайне критичным, а при моделировании, приближенном к реальным условиям эксплуатации, даже при воздействии шума сопоставимого по мощности с сигналом – канальный кодер DRM хорошо справляется с ошибками. Например, для QAM4 PL0 и PL1 корректирующая способность кодера даже превышает один кадр DRM (на рис 4 все значения QAM4 PL1 лежат ниже BER=1e-4, а все значения QAM4 PL0 - нулевые).

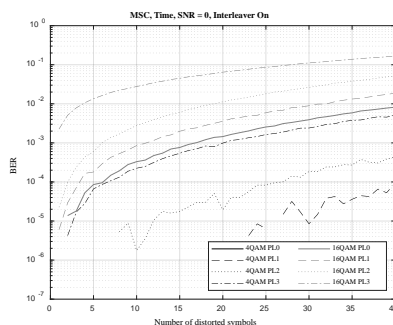


Рис. 4. Зависимости BER от длины серии искаженных OFDM-символов при SNR = 0 для MSC при включенном перемежителе

На рисунках 5 и 6 представлены зависимости BER при искажении частот с SNR=0 при включенном и выключенном перемежителе.

В наиболее помехоустойчивом режиме QAM4 PL0 канальное кодирование DRM позволяет корректно работать системе даже при воздействии помехи равной по мощности сигналу, шириной до 78 несущих частот, что составляет 37% от ширины радиоканала DRM. Для QAM4 PL1 и PL2 перемежители будут справляться с 40 и 20 искажённых несущих частот соответственно.

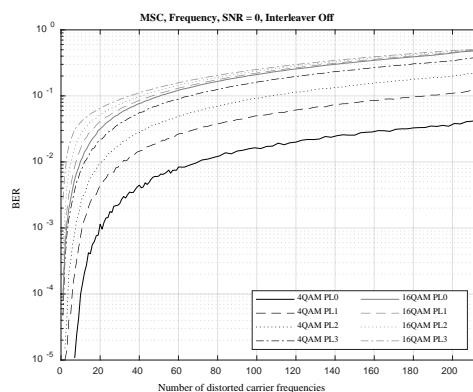


Рис. 5. Зависимости BER от длины серии искаженных несущих частот при SNR=0 для MSC при включенном перемежителе

При выключенном перемежителе корректирующая способность системы DRM во всех режимах ограничивается несколькими несущими частотами.

Данные канала FAC размещаются в каждом кадре DRM и занимают часть ячеек с 6 по 27 OFDM-символ на частотах от -90 до 90 относительно центральной частоты радиоканала DRM, таким образом ячейки FAC сгруппированы в кадре в области размером 22 OFDM-символа на 181 несущую частоту.

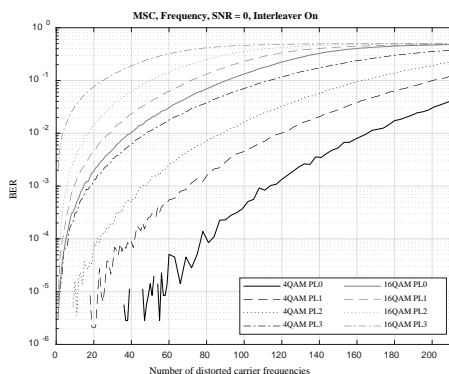


Рис. 5. Зависимости BER от длины серии искаженных несущих частот при SNR=0 для MSC при включенном перемежителе

При анализе канала FAC критерием качества является показатель не битовой, а пакетной ошибки – PER (Packet Error Rate), т.е. количество пакетов с не валидным CRC разделенное на общее количество переданных пакетов. На рисунках 7 и 8 представлены серии измерений для FAC: при внесении искажений по времени (рис. 7) и по частоте (рис. 8); при включенном и выключенном перемежителе; при воздействии двух вариантов искажений - критического и при SNR=0, аналогично описанным в разделе для MSC.

Из рисунка 7 видно, что в критическом случае искажений без перемежителя кодек не способен исправить ошибки даже в 1 символе, с перемежителем способен исправить 2 символа. С искажениями при SNR=0 без перемежителя FAC может безошибочно работать с одним искаженным



символом, с перемежителем – до серии длиной 6 символов, далее вероятность ошибки характерно возрастает.

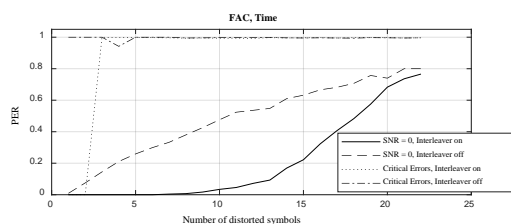


Рис. 7. Зависимости PER от длины серии искаженных OFDM-символов для канала FAC

Рисунок 8 наглядно иллюстрирует, что перемежитель не влияет на способность системы бороться с частотно-селективными искажениями, что логически следует из структуры размещения данных в канале FAC.

В ходе проведенного моделирования исследованы зависимости появления ошибок при частотно-селективных и сосредоточенных во времени искажениях для каждого из трех каналов данных DRM с использованием алгоритма перемежения и без него.

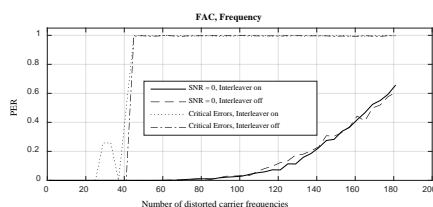


Рис. 8. Зависимости PER от длины серии искаженных несущих частот для канала FAC

В текущей модели внесение искажений по времени или частоте производилось с равной интенсивностью во все подверженные ячейки. В реальных условиях эксплуатации характеристика канала связи, очевидно, не будет иметь такого порогового эффекта, как при моделировании, поэтому в дальнейшем планируется проведение исследований корректирующей способности системы канального кодирования DRM для других каналов связи.

#### Список используемых источников:

1. ETSI ES 201 980 V4.2.1 (2021-01) Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification. 2021. 196 p.
2. Research and Implementation of Energy Dispersal Algorithm for DRM System / R. V. Glazkov, O. A. Guminskiy, S. V. Myshyanov [et al.] // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIconRus 2020, St. Petersburg and Moscow, 27–30 января 2020 года. – St. Petersburg and Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020. – P. 17-20. – DOI 10.1109/EIconRus49466.2020.9039102. К.
3. Гуминский О. А., Мышьянов С. В. ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КАНАЛЬНОГО КОДЕРА ДЛЯ СИСТЕМЫ DRM //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). – 2020. – С. 165-170.

## НОРМИРОВАНИЕ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ В ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИИ

**Д.Н. Дудевич**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлен анализ научных исследований о существующих методах, пригодных для решения проблемы перепадов уровня звука в телерадиовещании. Научная новизна исследования заключается в разработке собственной схемы устройства компенсатора. Приведен обзор готовых аппаратных решений и представлена схема, которая может служить для дальнейшей реализации реального устройства.*

***звуковой сигнал, уровень громкости, перепады громкости, нормализация громкости, автоматический регулятор уровня, компрессор, компенсатор***

Телерадиовещание является самым распространенным средством массовой информации для населения. В нынешнее время можно наблюдать объединение некоторых телекоммуникационных аспектов повседневной жизни (вещание, компьютерные технологии и т.д.) в целостную информационную сферу [1].

Изображение на экране телевизора передает достаточно большой объем информации, но восприятие о телевизионной программе, как полноценном продукте, зависит не только от качества увиденного изображения, но и от качества звукового сопровождения передачи. Даже технически совершенное изображение может не заинтересовать зрителя, если оно будет сопровождаться некомфортным для восприятия звуком.

Одной из главных проблем телевизионного вещания являются неожиданные «скачки» звука в транслируемом контенте. Данные перепады вызывают психологические и эмоциональные нагрузки у телезрителей. Можно выделить несколько причин возникновения таких перепадов громкости: активное применение высокой степени компрессии (сжатия) динамического диапазона звукового сопровождения в рекламных вставках; архивный материал (аналоговый и цифровой) частично не адаптирован к соответствующему звуковому каналу; использование организациями разных и нестандартных приборов для измерения уровня [2]. Поэтому в автоматическом режиме следует применять алгоритмы нормализации громкости звука.

Проблема различий в уровне шума возникла во время аналогового вещания, выравнивание громкости телепередач проводилось на основе показаний уровнемеров, фиксирующих максимальные значения электрического уровня сигнала (leveling). Учитывая относительно узкий динамический диапазон (до 40 дБ) аналогового оборудования того времени, задачей звукорежиссера являлась ручная поддержка и нормализация уровня

передачи сигнала по его пикам, сосредоточившись на максимальных показаниях измерителя уровня, но не превышая их, чтобы избежать повторной модуляции сигнала вещания звука. Этот метод поддержания максимально допустимого уровня позволил улучшить соотношение сигнал / шум в передаче сигнала. На сегодняшний день существует несколько популярных технологий нормализации громкости: применение компрессора (реализующего сжатие динамического диапазона); применение автоматической регулировки уровня/громкости (АРУ/АРГ, реализующего ослабление уровня громкости).

Компрессия применяется во всех сферах телекоммуникаций, где существует звук (телевидение, радио, музыка, кино и т.д.) – это автоматический регулятор громкости, в основе работы которого заложен принцип изменения коэффициента передачи усилителя в зависимости от уровня входного сигнала.

В описании работы компрессора часто используется термин «точка перегиба». Это значение (равное порогу срабатывания – Threshold), при котором принимается решение о компрессии сигнала, т.е. при уровне сигнала выше заданного порога происходит его ослабление, при значении ниже порогового – сигнал не подвергается изменениям.

Следующим параметром является соотношение, степень сжатия (Ratio). Он определяет то, насколько сжимается сигнал, превышающий порог срабатывания, выражается дробью.

Время атаки (Attack) – это время, которое проходит между превышением порогового значения (Threshold) и моментом достижения заданного соотношения (Ratio). Выражается в миллисекундах.

На рисунке 1 можно наблюдать, что в заданном диапазоне уровней (от нуля до порога срабатывания) на входе и на выходе динамический диапазон одинаков, то есть  $\Delta U_{вх} = \Delta U_{вых}$ , ведь Ratio = 1:1 (режим усиления).

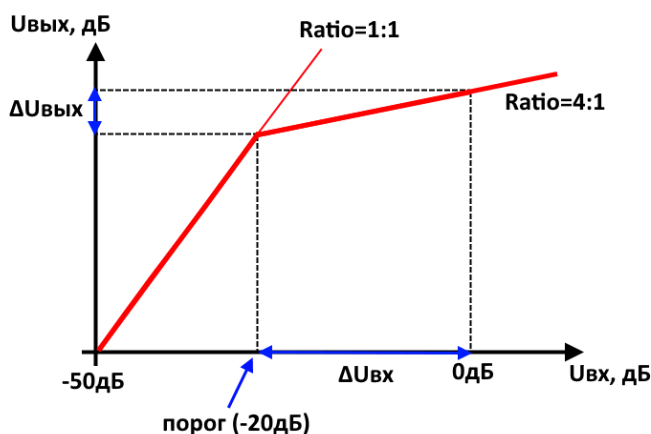


Рис.1. Изменение динамического диапазона при влиянии параметра Ratio для компрессора

После того, как задействуется порог срабатывания возрастание сигнала на входе больше, чем возрастание сигнала на выходе:  $\Delta U_{вх} > \Delta U_{вых}$ , это объясняется возникновением режима компрессии. Например, при Ratio = 4:1,

компрессор сожмет в четыре раза часть сигнала, превышающую порог срабатывания.

Выбор малого значения времени атаки может привести к появлению искажений в обработанном сигнале, вероятность появления таких искажений возрастает при наличии в нем низких частот, если все же присутствует необходимость в быстром времени атаки, то наиболее пригодным для этого является использование многополосного компрессора.

Наиболее пригодными и часто используемыми значениями времени атаки (установления) для лимитеров считаются значения в пределах 0,5-1.0 мс, в случае для речевых сигналов – 1-2 мс, для обычных компрессоров – 10-100мс [3].

Завершающим параметром является время спада или восстановления (Release). Это параметр, устанавливающий время, которое необходимо сигналу для перехода из сжатого состояния обратно в исходный несжатый сигнал [4].

В случае, когда время восстановления имеет слишком большое значение, компрессор не успевает восстановиться, в результате звуки, которые не должны были подвергнуться сжатию, будут приглушены. Если время атаки велико, короткое время восстановления приведет к тому, что компрессор будет работать слишком быстро, такой режим приведет к прекращению сжатия сигнала.

При обработке инструментальной музыки как правило устанавливается время восстановления около 500мс, такое значение соответствует интервалу между двумя тактами при темпе 120 четвертей в минуту и считают «отправной точкой» для более точной настройки. При обработке речевого сигнала время восстановления равно 300 мс, во всех остальных случаях оно колеблется от 100 до 1000 мс.

Существует несколько версий реализации компрессоров, например, с встроенной в них возможностью автоматической настройки постоянных времени (одной или обеих), так же есть компрессоры с полным отсутствием ручной установки, т.е. в их строении нет регуляторов времени атаки и восстановления [5].

Обычно автоматические компрессоры выравнивают исходное звучание, делают звук более плотным и насыщенным, так же его применяют и с целью творческой окраски звука, но стоит помнить, при неправильной настройке параметров сигнал получится перекомпенсированным, это приведет к искажениям и исправить такие последствия в дальнейшем не получится.

Автоматическое регулирование усиления (АРУ) – это процесс, заключающийся в автоматическом поддержании постоянного уровня заданного параметра (например, амплитуды или мощности) в выходном сигнале, независимо от входного. Целью устройства является исключение отрицательного влияния больших по мощности входных сигналов на выходные каскады приемника. Используется в бытовой технике, спутниковых ресиверах связи и т. д.

Одна из разновидностей АРУ – система автоматического регулирования громкости (АРГ), служит в целях обеспечения относительно постоянного уровня громкости в выходном сигнале. Система АРГ нашла свое применение в радиоприемниках.

В идеальных условиях работы, при переводе приемника с приема сигнала высокого уровня на прием сигнала низкого уровня (например, сигнал большой мощности принимается с ретранслятора неподалеку, а малой мощности – с ретранслятора, находящегося в разы дальше) – разность амплитуд входных сигналов должна автоматически сглаживаться, но в случае приема больших по мощности сигналов в реальных условиях – интервал значений для осуществления качественного уменьшения громкости может оказаться мал.

Уровень входного сигнала системы АРГ влияет на установление порога смещения для транзисторов в каскадах радиочастоты и ПЧ. Следовательно, при приеме сильного сигнала смещение автоматически изменяется, и коэффициенты усиления каскадов соответственно уменьшаются, регулируя уровень выходного сигнала [6]. По аналогии осуществляется и обратный процесс, т.е. для выравнивания слабого по мощности сигнала усиление каскадов должно возрасть.

К достоинствам АРУ можно отнести простоту реализации. Работа АРУ эффективна, с задачей понижения громкости регулятор справляется, но, в отличие от компрессора, работа данного устройства заметна на слух, отсутствует плавность переходов между громкими звуками и тихими, например, при воспроизведении музыкальных сигналов такое нормирование уровня будет неуместно.

После изучения алгоритмов компрессии и АРУ разработана принципиальная схема компенсатора звукового сигнала (ЗС), которая отображена на рис. 2.



Рис.2. Принципиальная схема компенсатора

На входе системы располагается блок измерителя уровня ЗС. Он состоит из буфера, накапливающего отсчёты ЗС на промежутке 50 мс, среднеквадратического усреднителя ЗС (RMS ЗС) и усреднителя уровня ЗС на промежутке 1,5 сек. Формулы расчёта среднеквадратического уровня ЗС представлены ниже.

Для начала рассчитывается среднеквадратическое значение уровня сигнала на промежутке 50 мс (формула 1):

$$u = \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}{n}}, \quad (1)$$

где  $u$  – среднеквадратическое значение уровня ЗС,  $a_n$  – значение отсчёта ЗС,  $n$  – номер отсчёта ЗС.

Затем эти значения усредняются на промежутке 1,5 с по формуле 2:

$$U = \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_m}{m}, \quad (2)$$

где  $U$  – усреднённое на заданном промежутке среднеквадратическое значение уровня ЗС,  $u_m$  – среднеквадратическое значение уровня ЗС,  $m$  – номер усредняемого среднеквадратического значения уровня ЗС.

Полученный уровень сигнала сравнивается с пороговым, который был принят равным минус 23,5 дБ. Когда этот порог превышает, на выход коммутатора подаётся сигнал, компенсированный компрессором или автоматическим регулятором уровня (АРУ). Выбор компенсатора осуществляется при помощи ручного коммутатора. Время задержки при расчёте уровня сигнала учитывается при компенсации сигнала, и задаётся в буфере сразу после источника сигнала.

Данная модель может служить для разработки реального устройства в сфере нормализации звукового сопровождения, в случае удачной реализации такой прибор возможно найдёт применение в повседневной жизни, например, в ночное время, когда резкие перепады звука нежелательны.

В идеальных условиях диапазон громкости программы должен находиться в пределах допустимого значения, таким образом слушатель сможет наслаждаться равномерным средним уровнем громкости на протяжении всей программы и ему не потребуется использовать пульт дистанционного управления для частых регулировок громкости.

#### **Список используемых источников:**

1. Карякин В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Л. Карякин. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. – 448 с.
2. Spikofski G., Klar S. Levelling and loudness – in radio and television broadcastind /2004 – 12p
3. ГОСТ 21185-75 Измерители квазипикового уровня электрических сигналов звуковой частоты. Типы, основные параметры и методы испытаний (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. – М.: Издательство стандартов – 1976, 15 с.
4. Компрессия звука: основные параметры и их практическое применение [Электронный ресурс] // URL <https://waveforum.ru/biblioteka/kompressiya-zvuka> (Дата обращения 09.11.2021)
5. Вологдин Э.И. Методы и алгоритмы обработки звуковых сигналов: курс лекций / Э.И. Вологдин – СПб., 2012 – 96 с.
6. Аудио по IP: [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rtw.com/en/home.html> (Дата обращения: 12.10.21).

## СЕТЕВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОТОКУ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**А. А. Клиновский**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время растет использование устройств и сервисов виртуальной реальности в самых различных сферах, от видеоигр до медицинских технологий. Для их корректной работы необходимо иметь определённые требования для вещательной сети.*

*virtual reality, augmented reality, MQI, IQI, PQI*

В 2021 год рынок устройств виртуальной реальности продолжает расти. На конец 2020 года мировой рынок потребительской виртуальной реальности достиг 2,6 миллиардов долларов. Согласно недавним отчетам к 2025 году, объём мирового рынка виртуальной реальности составит 20,9 миллиарда долларов [1]. В России ожидается рост рынка виртуальной реальности в 5 раз, что представлено на рис. 1.



Рис. 1. График роста российского рынка AR/VR и структура рынка [2]

Данная технология применяется в различных сферах, что отображено на рис. 2.



Рис. 2. Прогноз доли продаж в разных сферах VR и AR к 2025 году

Сетевые требования задаются исходя из необходимости обеспечить достаточное качество восприятия сервиса [3].

В большинстве случаев операторы связи не имеют возможности получать обратную связь от игроков в режим реального времени. Так что, в основном для оценки качества мультимедиа (MQI) в сервисах виртуальной реальности являются показатели сетевых характеристик, таких как, пропускная способность, колебание пропускной способности и импульсов [4]. Эти данные используются для оценки качества предоставленных данных.

При оценке индекса качества взаимодействия (IQI) основными показателями являются: величина отклика, которая отражает влияние сетевой задержки на опыт пользователя [4]. И качество выполнения операций, используется для измерения удобства использования сервисов.

Для оценки качества презентации (PQI) используется информация от пользователя по исходной задержке буферизации и по затормаживанию видео [4]. В игровой ситуации требуется иметь информацию от VR-шлема по повисанию и появлению мозаичности и прочих помех изображения.

Для общей оценки качества погружения в виртуальную реальность используются все значения MQI, IQI и PQL по формуле ниже:

$$0.41 = \omega_1 * 0.31 + \omega_2 * 0.32 + \omega_3 * 0.33$$

Для достаточного качества изображения сервисов Cloud VR рекомендуются использовать следующие значения ключевых факторов:

- видео в облачной виртуальной реальности, приведено в таблице 1;

ТАБЛИЦА 1. Видео в облачной виртуальной реальности

Скорость кодирования	Разрешение экрана	Разрешение видео	Задержка загрузки	Частота затормаживания
> 30 Мбит/с	4К	IMAX-4K 360-градусное видео – 8К	< 2с	< 5%

- игры в облачной виртуальной реальности, приведено в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Параметры необходимые для игры в облачной виртуальной реальности

Частота кадров	> 60 FPS
Скорость кодирования	> 50 Мбит/с
FOV	> 100°
Разрешение экрана	4К
Разрешение видео	4К
Задержка МТР	<100 мс
BLR	<1%
DOF	> 11
Пропускная способность	> 52 Мбит/с
Колебания пропускной способности	<2 Мбит/с
Процент потери пакетов	<0,3%

Изменение данных значений меняет восприятие зрителем виртуальной реальности, в качестве примера приведем зависимость индекса качества



медиапотока (MQI) от частоты кадров, представлено на рисунке 3 и зависимость индекса восприятия изображения (IQI) и задержки, представлено на рис. 4.

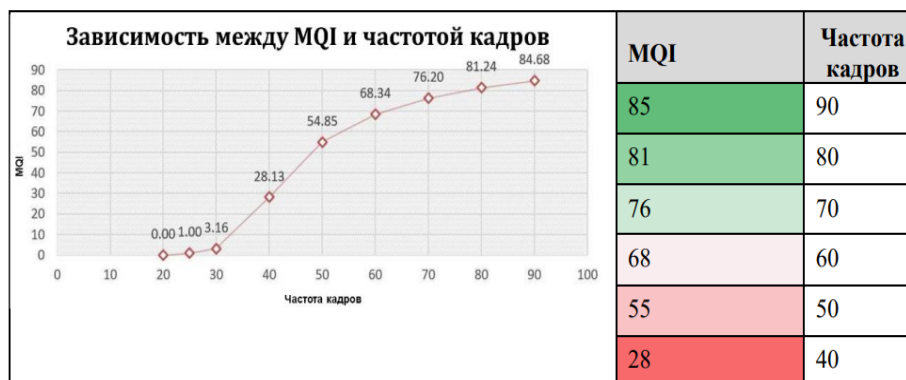


Рис. 3. Зависимость индекса качества медиапотока (MQI) от частоты кадров

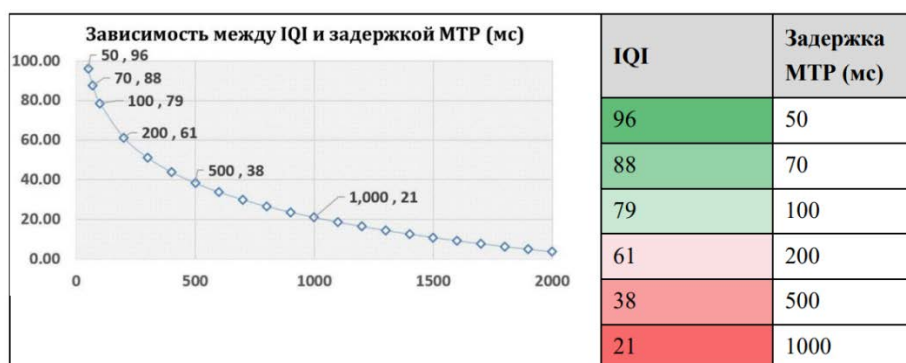


Рис. 4. Зависимость индекса восприятия изображения (IQI) и задержки

Таким образом, для достаточного качества контента требуется поддержание определённых значений различных параметров сетевого потока.

**Список используемых источников:**

1. 45 Virtual Reality Statistics That Will Rock the Market in 2021[Электронный ресурс].URL: <https://techjury.net/blog/virtual-reality-statistics/>
2. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения [Электронный ресурс]. URL: [https://www.jsdrm.ru/jour/article/view/787?locale=ru\\_RU](https://www.jsdrm.ru/jour/article/view/787?locale=ru_RU) (дата обращения: 13.11.2021).
3. ITU-T P.1203 Параметрическая оценка качества на основе битового потока сервисов последовательной загрузки и адаптивной аудиовизуальной потоковой передачи через надежные транспортные средства — Модуль оценки качества видео [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.1203-201710-I/en> (дата обращения: 10.11.2021).
4. Официальный технический документ по стандартам качества облачных сервисов виртуальной реальности 5G [Электронный ресурс]. URL: <https://huawei.ru/upload/medialibrary/a1b/a1bd6aa08d71340be77f8865ffa47c70.pdf> (дата обращения: 17.11.2021).

## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА КОНЦЕРТНЫХ ПЛОЩАДКАХ

**Н.С. Кривкин, Е.И. Туманова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Сцена – ключевая часть помещения концертного зала. Место, к которому приковано всё внимание зрителя. Чтобы мероприятие запомнилось надолго, необходимо использовать современные системы визуализации. Благодаря им каждый зритель может получить представление о том, что происходит на сцене, и улучшить свой визуальный опыт. В статье представлены основные решения в данной области.*

### ***IMAG, концертное оборудование, системы визуализации, трансляция***

В наши дни принято видеть сцену в окружении больших экранов на самых разных мероприятиях и постановках. Как и следовало ожидать, они созданы для того, чтобы помочь всей аудитории получить отличное представление о происходящем на сцене.

Основные типы видеооборудования концертного зала:

- Центральный экран видеоотображения
- Вспомогательные видеоэкраны
- Технические средства видеоотображения

Наиболее широкое распространение получила технология IMAG.

IMAG (англ. *image magnification*) – это общее название техники, которая использует одну или несколько камер, проекторов и экранов для увеличения изображения на сцене во время живого шоу, чтобы дать аудитории гораздо лучший обзор [1].

Цель состоит в увеличении «образа» выступающего, чтобы людям, находящимся дальше от сцены, было легче его увидеть. Использование IMAG очень распространено на корпоративных мероприятиях, в гостиничном бизнесе и индустрии встреч и т. д.

Во многих случаях изображение на экране не является просто увеличенным изображением выступающего. Это связано с тем, что этот же канал транслируется пользователям в сети Интернет или архивируется как документация о мероприятии, поэтому должны быть общие кадры, снимки аудитории, крупные планы того или иного продукта, а также предварительно записанные видеосегменты, слайды, графика и многое другое.

IMAG состоит из двух основных составляющих [2]:

- камеры с длиннофокусными объективами;
- большие проекционные экраны.

Для обеспечения «увеличивающей» части IMAG обычно используют вещательную камеру [3] в центре зала с длиннофокусным объективом (рис.1).



Рис. 1. Камера с длиннофокусным объективом Canon DigiSuper72

У таких объективов фокусное расстояние превышает диагональ используемого кадра в 1,5 и более раз. Как правило, это объективы с 80-кратным, 100-кратным и большим увеличением. Подобные камеры устанавливают на штативы, предназначенные для удержания массивных объективов.

Так, например, на концертах крупных музыкальных групп обычно задействовано 4-6 камер, и у каждого оператора стоит определенная задача. Статичные камеры используются для постоянного общего плана сцены, транслирующегося на центральный экран, и крупного плана артиста – на боковые экраны. Также на боковые экраны передаются изображения с камер, снимающих динамичные моменты и быстрые перемещения исполнителей. Такие планы снимаются непосредственно у сцены (рис.2). Сигнал с камер поступает на медиасервер, позволяя делать некий микс из видеок кадров, и, если есть необходимость, добавлять графические элементы. Режиссер трансляции решает, какой выбрать ракурс и что будет отображаться на экране в данный момент.



Рис. 2. Работа оператора на музыкальном концерте

Инфраструктура IMAG построена следующим образом:

- **Камеры.** Необходимо несколько камер, чтобы обеспечить съемку с разных ракурсов.
- **Операторы.** Они следят за фокусом камеры и самыми динамичными моментами на сцене.
- **Режиссёр.** Руководит процессом трансляции. Он даёт обратную связь операторам, принимает решения об изменении ракурсов камеры и видеопотоков.
- **Устройства связи.** Команда должна иметь возможность общаться в реальном времени так, чтобы это не отвлекало зрителя.
- **Пультовая.** Устройство, которое позволяет переключаться между камерами и другими видеопотоками.
- **Экраны.**

Одним из минусов потоковой трансляции видео является проблема задержки видеоизображения, транслируемого на экран, от происходящего на сцене. Она обусловлена временем, необходимым для передачи сигнала с камеры до экрана трансляции. Однако непосредственно на концертах ситуация уравнивается звуковой задержкой.

К плюсам системы IMAG можно отнести следующее:

- Повышение вовлеченности зрителей в атмосферу концерта;
- Возможность передать настроение определенной песни или момента выступления артистов;
- IMAG-трансляции синхронизируются с музыкой и светом, а также другими элементами шоу;
- Увеличивается охват исполнителей на больших площадках. Поклонники, находящиеся далеко от сцены, могут видеть четкое изображение;
- Артист становится ближе к аудитории;
- Зрители получают колоссальный визуальный опыт.

До системы IMAG в области сценических технологий была распространена трансляция на экраны сцены простых графических эффектов. У данного метода есть свои плюсы: зритель не отвлекается от происходящего, а смотрит на сцену. Экраны не конфликтуют с цветом: графика отображена в той же цветовой схеме, что и концерт.

С приходом IMAG использование исключительно графики перестало быть уважаемым приемом в концертной среде в виду отсутствия оригинальности и, как следствие, своей однообразности.

Сегодня распространенным ходом является совмещение слоя IMAG-трансляции и графики с прозрачным альфа-каналом или масками. Данная идея получила своё развитие с использованием технологий дополненной реальности и генеративной графики (например, с помощью сенсорного контроллера Kinect (рис.3)).



Рис. 3. Пример выступления артиста с использованием технологии IMAG и Kinect

На сегодняшний день наиболее эффективной и, как следствие, востребованной технологией на крупных концертах остается трансляция IMAG. Она дает массу преимуществ по сравнению с использованием стандартной графики, а в сочетании с иммерсивными технологиями способна произвести на зрителя колоссальное впечатление.

**Список используемых источников:**

1. "IMAG: What Event Planners Need to Know» 29 January 2021 URL: <https://blog.bloom.io/imag/>
2. Anthony Burokas (September 2012). " What is IMAG?" URL: <https://www.streamingmedia.com/Producer/Articles/ReadArticle.aspx?ArticleID=84770&PageNum=3>
3. "WHAT IS IMAG AND WHY IS IT SO GREAT? " 13 may 2018 URL: <https://frankgattolighting.com/what-is-imag-and-why-is-it-so-great/>

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ AUDIO-OVER-IP

**В.Р. Машек, Д.А. Татаренков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном радиовещании оборудование с аналоговыми технологиями обработки сигналов стремительно вытесняется цифровыми. В данной статье будет рассмотрено использование технологий радиовещания с использованием интернет-протоколов. Один из стандартов потоковой передачи мультимедиа также будет описан более подробно.*

### *аудио сигналы, AES67, протоколы, пакеты, кабели*

Влияние Интернет-протокола (IP) на проектирование вещательного оборудования и инфраструктуры весьма значительно. Многие вещательные компании заменяют существующие аналоговые порты AES3, MADI и SDI новым классом интерфейсов для подключения к стандартной коммутационной инфраструктуре IP. Также организации обновляют механизмы контроля для управления соединениями и обнаружения устройств. При этом они используют развивающийся набор открытых стандартов для функциональной совместимости передачи сигналов, нейтральной к различным производителям.

Технология IP революционно меняет индустрию вещания, сметая традиционные подходы, которые опирались на массу кабельных соединений "точка-точка", каждое из которых ограничивалось передачей определенного типа медиаданных между двумя объектами, а в аспекте аудио - относительно небольшим количеством каналов (обычно не более 64). На смену им приходят сетевые соединения, которые позволяют использовать большее количество аудиоканалов и передавать различные типы носителей и данных по одному и тому же соединению.

Преимущества IP-топологии многочисленны. По мере того, как вещатели заменяют существующие аналоговые AES3, MADI и SDI решения этой новой IP-технологией, они используют стандартную инфраструктуру IP-коммутаторов, а также новые механизмы контроля для управления соединениями и обнаружения устройств. В процессе эксплуатации инженеры начинают использовать развивающийся набор открытых стандартов для совместимого, нейтрального к производителям, транспорта сигналов. По мере того как это происходит, традиционные различия между передачей аудио-, видеоданных исчезают и заменяются единой агностической масштабируемой сетью. Постепенно старые видео- и аудиокабели заменяются сетями, передающими IP-трафик, а стандартные IP-коммутаторы берут на себя роль традиционного оборудования для маршрутизации аудио- и видеосигналов.

## Основы IP для аудио

Поверх IP-уровней располагается протокол управления передачей (TCP) - средство, с помощью которого устройства обмениваются пакетами данных надежно и организованно, без ошибок. TCP хорошо работает для управляющих данных, но он не подходит для потоковой передачи мультимедиа в реальном времени, поскольку вводит задержки для проверки ошибок и повторной отправки пакетов. Поэтому в потоковом вещании используется альтернативный транспортный механизм под названием User Datagram Protocol (UDP), с помощью которого отправитель передает пакеты один за другим, не дожидаясь подтверждения от получателя.

UDP повышает эффективность и предотвращает большие буферы или задержки перед воспроизведением медиа на принимающей стороне, а его партнер, протокол потоковой передачи в реальном времени (RTSP), маркирует каждый пакет, чтобы получатель знал, в каком порядке они будут воспроизводиться. Дополнительной защитой от потерянных или поврежденных пакетов является стандарт SMPTE ST 2202-7, который позволяет передавать одно и то же медиа через два соединения. Приемник принимает оба соединения, поэтому если в одном из них отсутствует или поврежден пакет, он может принять те же медиаданные из другого.

Аudiosигналы прошли долгий путь с тех времен, когда по одному кабелю можно было передавать только один канал. Стандарт AES3 изменил эту ситуацию в 1980-х годах, позволив передавать стереопару с цифровым кодированием для предотвращения деградации аудиосигнала из-за шумов, улавливаемых по кабелю. Затем появился многоканальный цифровой аудиоинтерфейс (MADI), с возможностью синхронной передачи 64 каналов несжатого аудио по одному проводу. MADI стал большим шагом вперед, так как позволил избавиться от больших пучков тяжелых многожильных кабелей, но это все еще соединение "точка-точка", что означает, что для обмена аудиоданными каждый элемент оборудования должен иметь отдельное соединение с каждым другим устройством.

Тем временем появились различные сетевые аудиотехнологии, позволяющие увеличить количество каналов и повысить гибкость обмена мультимедиа между устройствами, а также обеспечить прорыв в рабочих процессах и снизить требования к настройке и прокладке кабелей. Все большее число производителей внедряют открытые форматы на основе существующих IP-протоколов для передачи мультимедиа по сетям с использованием стандартных готовых коммутаторов, что позволяет мультимедиа сосуществовать в тех же сетях, что и другие типы данных. Иначе говоря, эти протоколы позволяют устройствам разных производителей соединяться в сети на основе открытых стандартов. Ravenna, Livewire, Q-LAN, WheatNet и Dante - все популярные технологии создания аудиосетей, разработанные независимо друг от друга различными производителями, но их объединяет ключевой протокол IP, который они используют. Фактически,



эти IP-протоколы являются общим знаменателем для обмена аудиоданными, что привело к разработке стандарта AES67.

### AES67

По сути, AES67 определяет общий стандарт для всех устройств для потоковой передачи мультимедиа по общей сети, а также для приема мультимедиа с устройства одного производителя другим. Вместо того чтобы определять новые стандарты, AES67 описывает, как использовать проверенные и надежные протоколы и технологии IEEE, IETF и других организаций по стандартизации для обеспечения совместимости.

AES67 определяет минимальный набор функций. Если два устройства соответствуют стандарту AES67, то они могут обмениваться аудиопотоками друг с другом. Некоторые устройства не вписываются в технические требования; например, AES67 требует передавать до восьми каналов аудио в каждом потоке. Поскольку аудиоинженеры привыкли к SDI, им нравится возможность объединять 16 аудиоканалов вместе, а 64 - тоже хорошее число. Поэтому часто встречаются устройства, соответствующие стандарту AES67, которые поддерживают большее количество каналов в потоке.

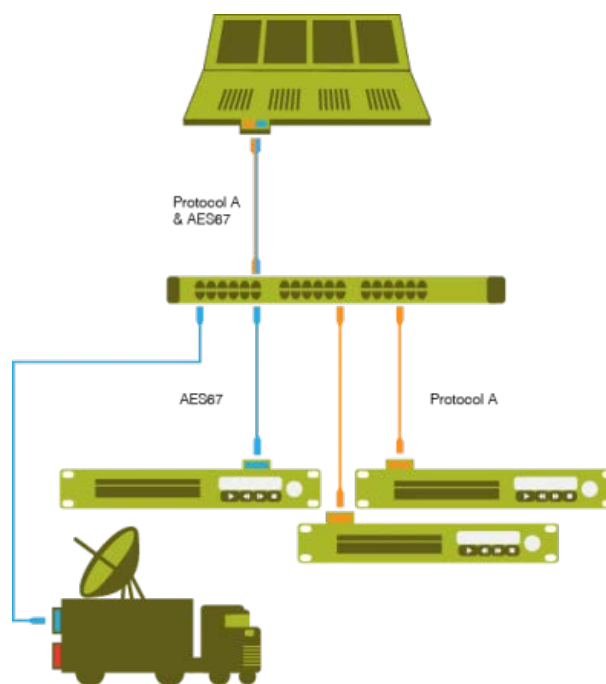


Рис. 1 Подключение оборудования при использовании стандарта AES67 [2] .

AES67 позволяет подключать отдельные элементы к сети, использующей преимущественно один протокол, и даже может позволить создать систему, состоящую из элементов, использующих разные протоколы (рис.1).

При работе на основе IP устройство нуждается только в одном подключении к сети, чтобы иметь возможность отправлять и получать аудио и данные на любое другое устройство в сети, вместо того, чтобы иметь прямое соединение с каждым другим устройством. Не только количество кабелей значительно сокращается, но и сами кабели становятся короче,



поскольку им нужно соединяться только с ближайшим коммутатором, а не тянуться до самого устройства, с которым они соединяются. Сетевые кабели дешевы в цене и легко доступны для закупок.

Низкая задержка - еще одна важная характеристика для вещательного аудио. Задержка зависит от ряда факторов - времени, которое требуется для передачи любого пакета данных между двумя точками, количества коммутаторов, через которые пакет должен пройти по пути, и длины аудио (времени пакета) в каждом пакете. Чем меньше время пакета, тем быстрее он может быть отправлен. При меньшем времени пакета аудиосигнал меньше задерживается перед отправкой пакета. Стандарт AES67 определяет несколько обязательных времен пакетов, при этом в локальной сети для минимизации задержки аудиосигнала предпочтительно использовать время 125 мкс [3].

Аудио профессионального качества с разрядностью 16 бит и частотой 48 кГц или выше требует высокопроизводительной медиасети, способной обеспечить низкие задержки (менее 10 миллисекунд), совместимые с живым звуком. Такой уровень производительности достижим в локальных сетях, но обычно недоступен в глобальных сетях или публичном Интернете. Однако с AES67 все совместимые протоколы легко передаются через Ethernet и маршрутизируются в IP-сетях любого размера.

#### **Список используемых источников**

1. Основы построения сетей AoIP. [Электронный ресурс]. URL: <https://russianelectronics.ru/osnovy-postroeniya-audiosetej-aoip/> (дата обращения 21.11.2021)
2. Стандарт AES67. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thebroadcastbridge.com/content/entry/10456/audio-over-ip-why-it-is-essential/> (дата обращения 21.11.2021)
3. Задержка в AES67. [Электронный ресурс]. URL: <https://medianetworkingalliance.com/faq-aes67/> (дата обращения 21.11.2021)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**А.И. Панова, Е.И. Туманова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Дополненная реальность с каждым годом все больше и больше стирает границу между реальным и воображаемым миром. Данная технология нашла свое применения в различных сферах - от развлекательной индустрии до медицины и бизнеса. В статье исследуются методы создания дополненной реальности. Рассматриваются платформы для разработки ПО, их достоинства и недостатки, а также основные области применения AR.*

***дополненная реальность, ARCore, ARKit, Vuforia, AR***

Дополненная реальность AR (Augmented Reality) представляет собой частичное дополнение физического мира, осуществляемое с помощью с помощью различных устройств, таких как компьютер, смартфон и многих других, для изменения восприятия окружающей среды [1].

Один из используемых подходов AR заключается в ведении специальных меток (маркеров) в реально существующие объекты для дальнейшего считывания каким-либо цифровым устройством.

Другой подход использует в себе технологии распознавания. В приложение достаточно загрузить библиотеку фотографий или изображения объекта, задать необходимые параметры и присвоить им определенные действия для обнаружения изображения с искомым объектом.

Также существует технология AR, основанная на пространственном расположении объекта. Она, основываясь на GPS, позволяет предвидеть ситуации при движении по маршруту. Данные, визуализированные в AR, накладываются на реальное окружение. Это позволяет ориентироваться в пространстве при плохой видимости.

Одни из наиболее популярных инструментов для разработки приложений дополненной реальности – ARCore, ARKit и Vuforia.

ARCore – разработанная Google платформа для разработки ПО дополненной реальности [2]. В себе она включает три технологии для введения AR в реальное пространство:

- отслеживание движения (Motion tracking);
- оценка освещенности (Light estimation);
- понимание окружающей среды (Environmental understanding).

Отслеживание движения объекта в виртуальном пространстве происходит, когда ARCore собирает визуальные данные с устройства, определяя после абсолютное положение объекта в пространстве.

Технология понимания окружающей среды позволяет определять размер и положение всех типов поверхностей – вертикальных, горизонтальных и наклонных. В основе лежит технология SLAM (simultaneous localization and mapping). SLAM раскладывает полученное изображение на геометрические объекты, после чего каждой форме присваивается своя точка, образуется график меток, представленный на рис.1. Так ARCore запоминает окружение и выстраивает собственный мир, в котором размещает виртуальные объекты.

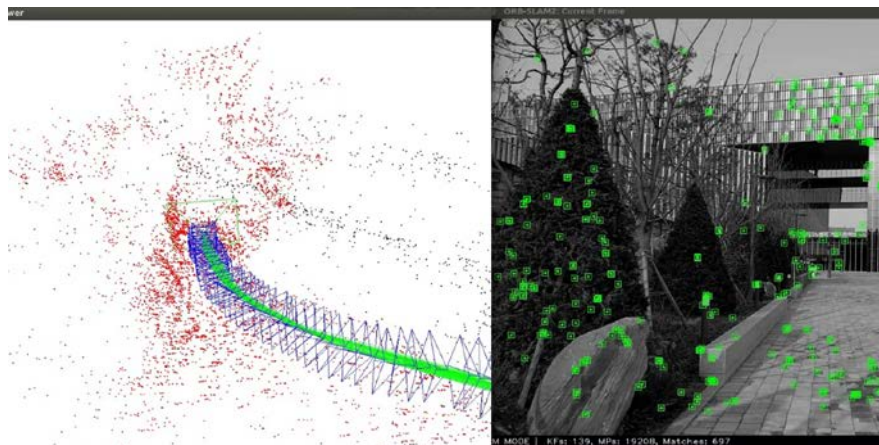


Рис.1 Применение технологии SLAM

С помощью технологии оценки освещенности ARCore получает точную информацию об освещении окружающей среды и может согласовать освещение реального мира и виртуального объекта. Достигается это с помощью использования вспомогательных маркеров, вспомогательного оборудования и анализа на основе изображений.

ARCore поддерживается на многих операционных системах, в том числе на iOS и Android.

ARKit – платформа, созданная компанией Apple [3]. Как и ARCore, она распознает и отслеживает устройства в пространстве. Эти продукты почти идентичны, но различия все-таки есть. Например, в ARKit встроена работа с пространственным звуком и его запись, в то время как в ARCore для этого требуется дополнительное ПО. Так же отличительной функцией платформы Apple являются работа с 3D-объектами, распознавание мимики и текста. Поддерживается исключительно на операционной системе iOS.

Vuforia – платформа AR, разработанная компанией Qualcomm [4]. Она сочетает в себе преимущества двух предыдущих платформ. Vuforia поддерживает большинство систем и устройств в том числе и старые модели iPhone.

Технические средства, с помощью которых реализуются технологии AR, разделяются на мобильные, стационарные и специальные [5].

К мобильным средствам относятся планшеты, смартфоны и очки дополненной реальности. Для реализации технологий AR на планшетах и смартфонах требуется специальное ПО.

Очки дополненной реальности представляют собой две пары линз, на которые подается изображение с устройства, отдельно для каждого глаза. При одновременном рассмотрении таких изображений создается ощущение объемного пространства. Наиболее известные очки - Google Glass, Vuzix Blade, Epson Moverio.

Телевизор, экран компьютера, компьютеры типа Kinect – это стационарные средства. На экраны выводится уже готовое изображение с дополненной реальностью. Контроллер Kinect позволяет встроить в видеоизображение человека и окружающее его пространство. Происходит это посредством встроенной видеокамеры и инфракрасных датчики, которые позволяют ПО получить трехмерное изображение.

К специальным средствам относятся технические устройства, отличающиеся по способу взаимодействия с человеком и способу отображения информации. Например, медицинское оборудование, шлемы пилотов или военных, предназначенные как для обучения, так и для использования в реальных условиях.

Доступность AR привела к появлению и разработке большого количества ПО, основанного на данной технологии. В наше время дополненная реальность так или иначе участвует практически во всех сферах жизни. Люди хотят ощущать новые эмоции, изучать что-то новое, развиваться, с чем им и помогают такие приложения. То, что раньше казалось невозможным, сейчас является обыденностью, но от того не теряет свою актуальность и значимость.

Некоторые примеры ПО, позволяющие погрузиться в мир виртуальной реальности:

1. BBC Civilisations AR. Это приложение (рис.2), разработанное BBC Arts в сотрудничестве с BBC R&D и студией Nexys дает возможность исследовать культуру и наследие каждого уголка мира. Около 30 музеев и галерей Великобритании приняли участие в создании Civilisations AR, что дало особую достоверность представленным там объектам культуры.

ПО создает собственное окружение без маркеров и может использоваться как на iOS (ARKit), так и на Android (ARCore), что так же обеспечивает доступность для большего числа пользователей [6].

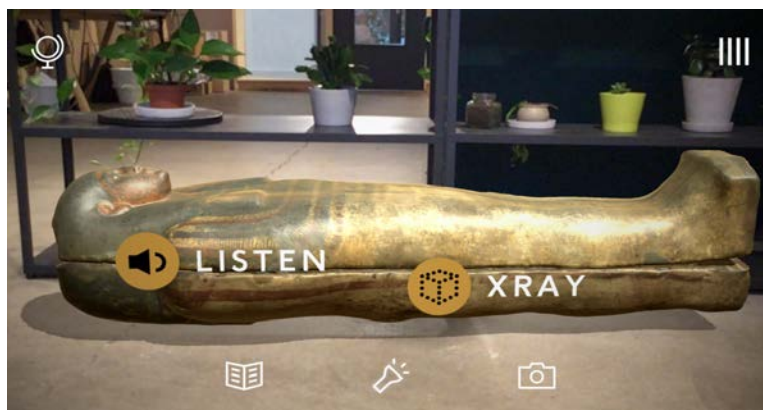


Рис. 2 Пример работы в приложении Civilisations AR

2. Star Walk – образовательное приложение по астрономии, разработанное компанией Vito Technology, позволяющее исследовать недостижимые небесные объекты через экран своих устройств. ПО способно определять точное положение небесных тел, а также дает возможность увидеть, как карта звездного неба выглядела за много лет до нашего существования и как она будет выглядеть в будущем. Star Walk использует камеру устройств iOS для объединения изображения с камеры со звездным небом, чтобы показать пользователю небесные объекты в реальном времени [7].

3. Spacecraft AR – приложение для Android, созданное Лаборатории реактивного движения NASA в сотрудничестве с компанией Google. ПО позволяет расположить на любой поверхности виртуальную 3D-модель любого космического аппарата NASA. Модели можно вращать, рассматривать с разных сторон и фиксировать на камеру смартфона в реальном окружении. Так же есть дополнительная информация об аппаратах и совершаемых им миссиях. Spacecraft AR использует платформу ARCore [8].

Как уже говорилось ранее – дополненная реальность облегчает жизнь современного человека. Но технологии AR могут не только обеспечивать удобство и развлекать пользователей 3D-технологиями, но и спасать жизни. Развитие ПО дополненной реальности в медицинской сфере дало возможность опытным врачам повышать свои навыки, а также обучать только начинающим специалистов. Но есть и отрицательные стороны в использовании AR. Люди постепенно начинают привыкать к нереальному восприятию мира, что может повлиять на их психическое здоровье. В пример можно привести исследование, проведенное под руководством Стэнфордского университета. Оно показало, что люди начинают воспринимать воображаемый мир как часть настоящего. При длительном использовании ПО дополненной реальности происходили изменения в поведении человека – потеря ориентации, сильная утомляемость и рассеянность [9].

Технологии дополненной реальности являются одним из главных достижений нашего времени. Их актуальность нельзя переоценить. Возможности AR создали целый ряд новых приложений, принципиально меняющих подходы к представлению пользовательских услуг.

#### **Список используемых источников:**

1. Ozhiganov I.V., Tumanova E.I. Analysis of ways to create augmented reality // В сборнике: Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EICoRus 2020. 2020. P. 59-61.

2. About ARCore [Электронный ресурс]. URL: <https://arvr.google.com/arcore/> (дата обращения 20.11.2021).

3. Framework ARKit [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.apple.com/documentation/arkit/> (дата обращения 20.11.2021).

4. Vuforia engine developer portal [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.vuforia.com/> (дата обращения 20.11.2021).

5. IT-Enterprise, Augmented Reality, AR [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar/> (дата обращения 20.11.2021).
6. Civilisations AR [Электронный ресурс]. URL:
7. <https://www.bbc.co.uk/taster/pilots/civilisations-ar> (дата обращения 20.11.2021).
8. Star Walk 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://starwalk.space/ru> (дата обращения 20.11.2021).
9. NASA Science MARS EXPLORATION PROGRAM [Электронный ресурс]. URL: <https://mars.nasa.gov/resources/21543/spacecraft-ar/> (дата обращения 20.11.2021).
10. ALEX SHASHKEVICH “New Stanford research examines how augmented reality affects people’s behavior” [Электронный ресурс]. URL: <https://news.stanford.edu/press-releases/2019/05/14/augmented-realitavior-real-world/> (дата обращения 20.11.2021).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ IP В МЕДИАИНДУСТРИИ

**А.И. Поляков, С.Л. Фёдоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время в мире наблюдается интерес к технологии IP, что позволяет упростить и сделать более гибкой структуру распределения и коммутации медиаданных. В данной статье рассматривается протокол IP и принцип передачи медиаконтента через IP сети.*

### *IP, медиаконтент, вещание*

*Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)* – это промышленный стандарт стека протоколов, разработанный для глобальных сетей. Лидирующая роль стека TCP/IP (табл.1) объясняется следующими его свойствами:

- Это наиболее завершённый стандартный и в то же время популярный стек сетевых протоколов, имеющий многолетнюю историю.
- Почти все большие сети передают основную часть своего трафика с помощью протокола TCP/IP.
- Это метод получения доступа к сети Internet.
- Этот стек служит основой для создания intranet- корпоративной сети, использующей транспортные услуги Internet и гипертекстовую технологию WWW, разработанную в Internet.
- Все современные операционные системы поддерживают стек TCP/IP.
- Это гибкая технология для соединения разнородных систем как на уровне транспортных подсистем, так и на уровне прикладных сервисов.
- Это устойчивая масштабируемая межплатформенная среда для приложений клиент-сервер [1].

Уровень сетевого интерфейса определяет стандарты физической среды и передачи электрических сигналов (к стандартам этого уровня относятся протоколы: Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, Frame Relay, RS-232, V.35).

Межсетевой уровень – этап процесса передачи информации, на котором данные упаковываются, снабжаются адресом и переправляются в нужную точку сети. Этот уровень имеет четыре основных протокола:

- протокол ARP – служит для нахождения в сегментах сетей физических компьютеров, которым предназначаются IP-пакеты;
- протокол IP – отвечает за адресацию и маршрутизацию пакетов между узлами;

ТАБЛИЦА 1. Стек протоколов TCP/IP

Модель стека TCP/IP	Стек протоколов TCP/IP					
Прикладной	Telnet	FTP	SMTP	DNS	RIP	SNMP
Транспортный	TCP			UDP		
Межсетевой	IP				IGMP	ICMP
	ARP					
Сетевого интерфейса	Ethernet	Token ring	Frame relay	ATM		

- протокол ICMP проверяет связь с узлом, позволяет IP-узлам и маршрутизаторам сообщать об ошибках и обмениваться управляющей информацией и сведениями о состоянии.

- протокол IGMP информирует маршрутизаторы о доступности специальных групп узлов в данной сети.

Транспортный уровень – этап процесса передачи информации, на котором определяются стандарты передачи данных. Протоколы этого уровня:

- протокол TCP – принимает данные с прикладного уровня и обрабатывает их в виде потока байт, которые группируются в сегменты. TCP нумерует их и ставит в очередь на доставку узлу сети. Получая поток данных от узла в сети, TCP переправляет эти данные приложению-адресату, гарантируя доставку и проверяя очередность пакетов. Каждая прикладная программа прослушивает собственный TCP-порт на предмет входящих приложений. Протокол TCP обеспечивает надежный сервис доставки пакетов с установлением логического соединения.

Сравнение сетевых моделей OSI и TCP/IP приведено в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Сравнение сетевых моделей OSI и TCP/IP

№ уровня	Модель OSI	Модель TCP/IP
7	Уровень приложений	Прикладной уровень
6	Представительский уровень	
5	Сеансовый уровень	
4	Транспортный уровень	Транспортный уровень
3	Сетевой уровень	Межсетевой уровень
2	Канальный уровень	Уровень сетевого интерфейса
1	Физический уровень	

IP-телевидение (англ. Internet Protocol Television) построено на технологии передачи данных, принятой в открытом интернете. Его особенность заключается в том, что:

- IPTV — это закрытая система, провайдер которой предоставляет ряд услуг подписчикам по предоставлению доступа к медиаконтенту.

Одной из причин закрытости системы является необходимость защиты авторских прав.



- Контент предоставляется в виде пакета радио- и телеканалов. За получение услуг, выходящих за рамки пакета, взимается отдельная плата.
- Набор и качество услуг зависит от конфигурации головного сервера провайдера и приставки-декодера на стороне пользователя.

Условно IPTV можно сравнить с «классическим» кабельным телевидением, но в технологии IPTV добавлена возможность подключить IP-телефонию и/или интернет по одному входящему кабелю, а также применять три типа передачи: Unicast (одноадресная рассылка); Broadcast (широковещательная рассылка) и Multicast (многоадресная рассылка), что увеличивает гибкость системы [2].

Одной из основных задач при построении сети IPTV является создание единой мультисервисной сети (либо эффективное использование существующей сети или ее сегмента), нейтральной к типу проходящего трафика (голос, видео, данные), но обеспечивающей необходимый уровень обслуживания каждому из приложений в соответствии с заданными параметрами.

Учитывая повсеместное распространение IP как основного формата представления информации на уровне сети, под передачей трафика в мультисервисной сети следует понимать передачу именно IP-трафика. Технически IP-технологии достигли такого развития, что необходимость использования специальных дорогих решений для передачи видео по широкополосным сетям практически отпадает. С экономической точки зрения технология IP позволяет создавать интеллектуальные масштабируемые сети, обеспечивающие защиту как ранее сделанных инвестиций (благодаря использованию уже имеющейся оптоволоконной инфраструктуры), так и новых вложений (ввиду универсальности оборудования IP).

По указанным причинам протокол сетевого уровня IP принимается как базовый для реализации сквозного транспорта пакетов во всей сети.

В сети IPTV можно выделить следующие логические уровни:

- уровень получения и формирования контента;
- ядро сети (в качестве ядра сети может частично или полностью задействоваться существующая СПД оператора);
- уровень распределения/концентрации (районные коммутаторы);
- уровень абонентского доступа (жилой дом, разводка в подъезде) [3].

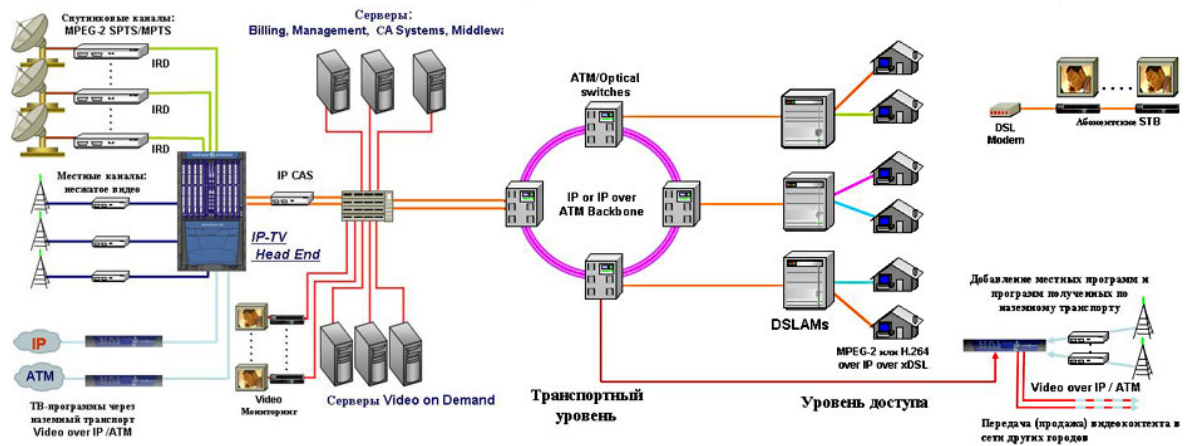


Рис.1. Типовая схема IPTV

Получение, обработка и подготовка к доставке по сети непрерывного информационного содержания осуществляется на головных станциях head-end (Рис.1) [4].

Для сетей IP каждый элемент информационного содержания отображается на собственный IP-адрес мультивещания. Благодаря этому сеть может маршрутизировать информационное содержание от головной станции к абонентам. На стороне абонента телевизионная приставка или персональный компьютер запрашивает отдельные элементы информационного содержания, сигнализируя сети о необходимости начала/остановки предоставления потока.

Основным источником контента на сегодняшний день являются спутники ТВ-вещания, работающие в цифровом стандарте DVB. Шлюз DVB-IP используется для того, чтобы принять уже готовые цифровые пакеты программ и инкапсулировать их в IP-сеть. При использовании преобразования DVB в IP видеопоток остается в оригинальном цифровом формате и промежуточное кодирование/декодирование не требуется. Такое решение сохраняет качество передаваемого изображения.

Для трансляции в сеть аналоговых ТВ-сигналов или каналов эфирного телевидения используются специализированные устройства - кодеры. Кодер принимает видеосигнал от поставщиков контента (например, студий) и кодирует его в пакеты MPEG-2. Затем кодер приводит сигнал к постоянной битовой скорости и передает данные, используя предустановленные IP- и MAC-адреса в режиме Multicast. На сегодняшний день видеокодеры в основном используют стандарт кодирования MPEG-4/H.264, что позволяет вести передачу со скоростью 2.8...3 Мбит/с на одну ТВ-программу. Однако трансляция высокдинамичного контента или телевидения высокой четкости (HDTV) потребует более увеличенной скорости потока – 15...25 Мбит/с на канал [5].

Для предоставления услуги "видео по запросу" необходим видеосервер для хранения больших баз данных видеоконтента, из которых абоненты будут запрашивать интересующие их фильмы, передачи и пр. Контент,

закодированный в формате MPEG, передается в потоке IP в режиме Unicast, что позволяет пользователю сделать паузу, остановить и возобновить просмотр.

Таким образом, в статье показано, что IP технология не ограничена только применением для передачи интернет данных, но и может быть использована в качестве, например, альтернативы спутниковым линиям связи для передачи медиаконтента.

**Список используемых источников:**

1. HelloWorld [Электронный ресурс], URL: [https://www.helloworld.ru/texts/comp/inet/ip/ip/glava\\_2.htm](https://www.helloworld.ru/texts/comp/inet/ip/ip/glava_2.htm)
2. Телеком Сервис [Электронный ресурс] <https://xn--q1ab.xn--p1ai/novosti/chto-takoe-iptv-televidenie/>
3. Барсков А.Г. ТВ в сетях IP // Сети и системы связи. 2004. № 11.
4. Мультисервисные сети передачи данных и телевидения: оборудование, проектирование и монтаж [Электронный ресурс] <http://www.konturm.ru/tech.php?id=iptvsh>
5. Топ-Кадр [Электронный ресурс] <https://www.topkadr.com/article/szhatie-video/>

## К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРАХ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ FM-СИНТЕЗА ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

**К.Ю. Прохоров, Г.Г. Рогозинский, С.Л. Фёдоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Сложность выходного сигнала (тембра), получаемого в результате синтеза звука на основе частотной модуляции, может быть определена количеством используемых параметров FM-синтеза. В таком случае возникает необходимость в установлении степени влияния этих параметров на конечный результат работы синтеза. В статье предоставлено краткое описание работы системы FM-синтеза, ее сравнение с аддитивными и субтрактивными системами синтеза, а также рассмотрены некоторые аппаратные реализации.*

### *FM-синтез, FM-параметр*

#### **Введение**

Синтез звука на основе частотной модуляции (FM-синтез) характерен наличием большого числа параметров управления. В одном случае, изменение одних параметров приведет к изменению тембра сигнала, в другом придаст окраски звучания, при этом не изменяя тембра, а в третьем может быть вообще незаметно на слух. Увеличение количества используемых параметров приводит к увеличению количества возможных исходов (т.е. к увеличению числа различных тембров), тем самым усложняя предсказание конечного результата.

#### **FM-синтез**

В самом упрощенном случае, результат работы FM-синтеза может быть получен путем использования всего лишь двух операторов. Под оператором подразумевается модуль (рис. 1), состоящий из осциллятора, усилителя и генератора огибающей.

Осциллятор генерирует синусоидальную волну, на основе информации о высоте тона и модулирующего сигнала, и подает его на усилитель, который в свою очередь управляется генератором огибающей. Математически это может быть описано следующим образом:

$$S_{OP}(t) = A(t) \cdot \sin(\omega_0 t + S_M(t)) \quad (1)$$

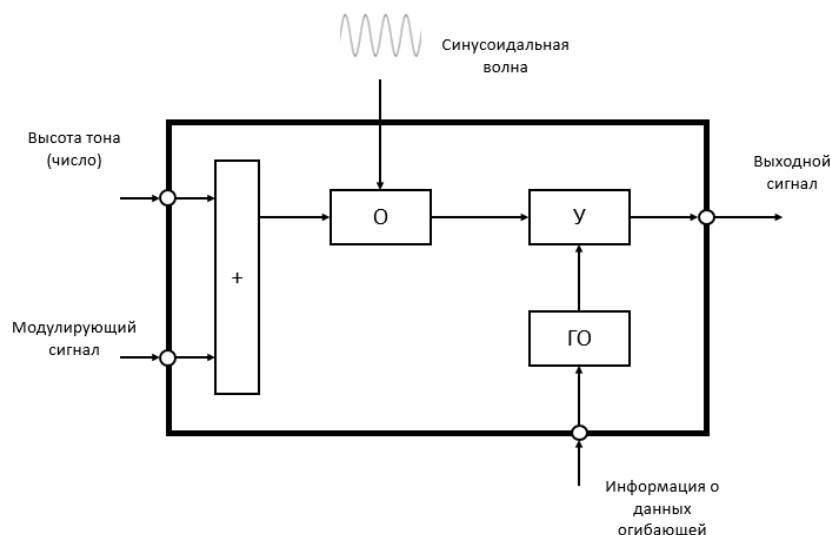


Рис. 1 Оператор

где,  $A(t)$  – амплитудная огибающая оператора;  
 $\omega_0$  – собственная частота оператора (т.н. «несущая»);  
 $S_M(t)$  – модулирующая функция.

В FM-синтезе, модулирующей функцией является выходной сигнал другого оператора, или же результат обратной связи (самомодуляция). На рисунке 2 продемонстрирован результат работы двух операторов, соединённых последовательно.

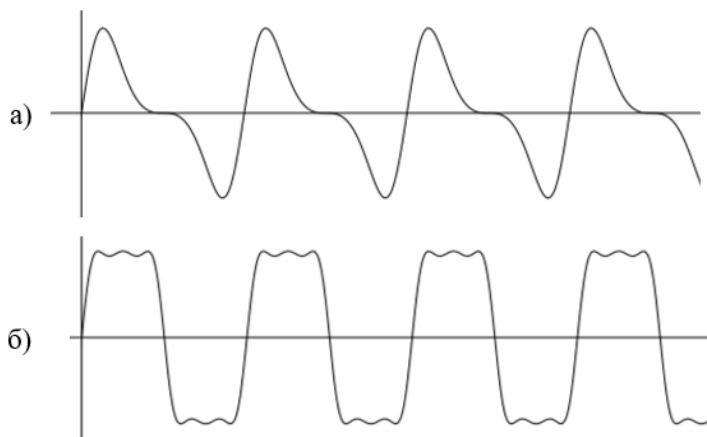


Рис. 2 Сигнал на выходе системы из 2 операторов с различными частотами осцилляторов  
а) частоты равны; б) частота модулирующего осциллятора в 2 раза больше

Степень влияния модулирующего сигнала контролируется индексом модуляции  $I$  (или же уровнем модуляции). Индекс модуляции определяется как отношение пиковой девиации частоты к модулирующей частоте (или же частоте модулирующего оператора). Индекс модуляции позволяет определить примерное количество значимых частотных составляющих в спектре выходного сигнала, а также их амплитуду, в соответствии с

функциями Бесселя. На рисунке 3 показано влияние индекса модуляции на выходной сигнал.

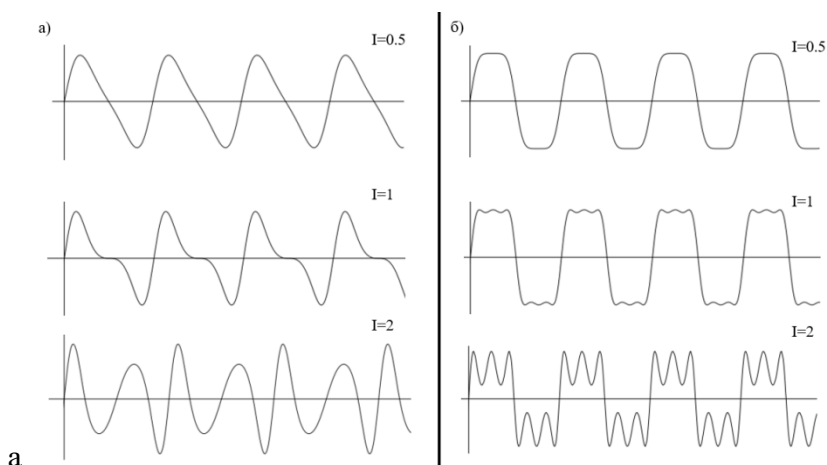


Рис. 3 Влияние индекса модуляции на выходной сигнал системы из 2 операторов с различными частотами осцилляторов  
а) частоты равны ; б) частота модулирующего осциллятора в 2 раза больше

### Сравнение с аддитивными и субтрактивными системами синтеза

Метод аддитивного синтеза основан на том, что любой звук может быть представлен в виде суммы гармонических (синусоидальных) колебаний с различными частотами и амплитудами. Таким образом, суммирование простых колебаний позволяет получить теоретически любое «сложное» колебание. Математически, данный вид синтеза можно описать следующим образом:

$$S_{\text{адд.}}(t) = \sum_{k=1}^K A_k \cos(\omega_k t + \varphi_k) \quad (2)$$

где,  $A_k$  – амплитуда  $k$ -ого колебания;

$\omega_k$  – частота  $k$ -ого колебания;

$\varphi_k$  – фазовый сдвиг  $k$ -ого колебания.

Очевидно, что результат аддитивного синтеза хорошо предсказуем и прост в представлении, т.к. изменение настроек одного генератора не влияет на остальную часть спектра звука. Однако, при синтезировании сложного по структуре колебания (например звучание музыкального инструмента), возрастает число необходимых исходных колебаний, что подразумевает использование большого количества генераторов.

Метод субтрактивного синтеза заключается в создании нового тембра путем изменения соотношений между отдельными составляющими в спектре первоначального колебания.

Для начала формируются колебания, основные частоты которых соответствуют частотам соответствующих нот. Главное требование к первоначальному колебанию состоит в том, что оно должно иметь как можно большее количество спектральных составляющих. В качестве исходных сигналов, помимо синусоиды, обычно используются меандр, прямой и

обратный пилообразный, треугольный, прямоугольный сигнал с переменной скважностью, а также различные виды шумов. Затем, с помощью частотных фильтров из первоначального сложного сигнала формируется необходимый тембр. Наиболее часто используют резонансные (полосовые) фильтры с изменяемым положением и шириной полосы пропускания, фильтры нижних частот с управляемой частотой среза. Также для каждого фильтра регулируется крутизна подъема или спада на резонансной частоте.

Как можно понять, сложность синтезируемого тембра ограничивается числом доступных для управления фильтров, а также выбранным для фильтрации колебанием.

### Основные FM-параметры управления

Разумно предположить, что есть некоторое количество параметров FM-синтеза, изменение которых приводят к наиболее заметным изменениям тембра сигнала. Будем называть такие параметры основными. Попробуем определить эти параметры, путем рассмотрения аппаратных реализации FM-синтеза, их интерфейсы и возможности управления.

На внешнем интерфейсе каждой рассмотренной реализации, для удобства управления, имеются такие элементы, как слайдеры, кнопки или ручки. Некоторые из этих элементов настроены для управления FM-параметрами напрямую, не прибегая к дополнительным манипуляциям с интерфейсом. Такая возможность, предоставляет пользователю некоторую гибкость в управлении процессом синтеза, а также может служить признаком того, что данный параметр имеет высокую степень влияния на процесс синтеза. В таблице 1 представлены рассматриваемые реализации и возможности управления FM-параметрами напрямую и косвенно через интерфейс устройства.

ТАБЛИЦА 1.

Название	Прямой способ управления FM-параметрами	Для управление всеми FM-параметрами, необходимо:
Korg Volca FM	4 ручки для управления скоростью и уровнем участков огибающей 1 ручка для выбора алгоритма 1 ручка для управления скоростью НЧ генератора 1 ручка для управления глубиной высотной модуляции	1. Смена режима управления (1 кнопка) 2. Выбор нужного параметра (1 ручка) 3. Изменение значения параметра (1 слайдер)
PreenFM2	Отсутствуют	1. Смена режима управления и выбор нужного параметра (5 кнопок) 2. Изменение значения параметров (4 ручки)
Korg Opsix	6 ручек для управления частотным отношением операторов 6 слайдеров для управления выходным уровнем операторов	1. Смена режима управления (1 кнопка) 2. Изменение параметра (6 ручек) на текущей странице 3. Для смены параметров, необходимо перейти на другую страницу (1 кнопка)
Yamaha Reface DX	Отсутствует	1. Переход к нужному параметру (12 кнопок) 2. Изменение значения параметра (4

		слайдера)
Electron Digitone	Отсутствует	1. Смена режима управления (2 кнопки) 2. Изменение значения параметра (8 ручек)

В таблице 1 не встречается такой FM-параметр, для управления которым в различных реализациях был бы выделен отдельный элемент управления. В общем же случае, настройка всех параметров синтеза возможно только с помощью переходов в различные режимы или нажатием сочетаний кнопок.

Таким образом, определить основные FM-параметры путем рассмотрения элементов управления различных аппаратных реализаций оказалось невозможно. Тогда, определим их в соответствии с формулой (1):

**Алгоритм** – определяет способ соединения операторов друг с другом.

**Частотное отношение** – позволяет задать частоту осциллятора в виде отношения частот двух операторов (модулируемого и модулирующего), либо же в виде фиксированного значения частоты.

**Параметры огибающей** – позволяет установить характер усиления сигнала (скорость нарастания/спада отдельных участков сигнала до указанного уровня).

**Выходной уровень сигнала** – определяет уровень сигнала на выходе оператора. В случае, если выходной сигнал подается на вход другого оператора, как модулирующий сигнал, данный параметр отображает индекс модуляции.

**Уровень обратной связи** – определяет коэффициент ослабления сигнала, пропускаемый по цепи обратной связи.

Предполагается, что вышеперечисленные параметры в определенных комбинациях создают основные группы тембров, непохожих друг на друга.

#### Список используемых источников:

1. Chowning, J. FM Theory & Applications by musicians for musicians / J. Chowning, D. Briston // Yamaha Music Foundation, 1986. - 194 p.
2. reface CS/DX/CP/YC Owner's Manual, 2015. – 60 p.
3. KORG/ Owner's manual/ Volca FM/ Digital FM synthesizer, 2016. – 8 p.
4. Digitone User Manual (English), 2021. – 98 p.
5. PreenFM2/User manual, 2018/ - 26 p.
6. KORG/ Owner's manual/ Opsix/ Altered FM synthesizer, 2020. – 105 p.



## ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОНИТОРИНГА УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

**А.В. Рекичинский**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной работе рассматривается возможность повышения эффективности мониторинга удаленных объектов цифрового телевизионного вещания путем оптимизации параметров объектов с точки зрения работы отдела оперативного управления сетью, а также оптимизации полученных параметров. Приводятся результаты экспериментального исследования в филиале РТРС «Саратовский ОРТПЦ». Полученные данные использованы для разработки таблиц мониторинга удаленных объектов цифрового вещания в ПО DataMiner.*

*мониторинг, телевизионное вещание, Visio, DataMiner, Сплайсер, Реплейсер, отдел оперативного управления сетью*

РТРС является основным оператором цифрового эфирного и аналогово эфирного теле- и радиовещания в России. Основная задача саратовского филиала РТРС – обеспечение жителей региона бесперебойным, многоканальным и доступным телерадиовещанием.

Для возможности бесперебойного функционирования объектов предприятия сформирован отдел оперативного управления сетью (ОУС). Основными задачами данного отдела является координация действий остальных подразделений предприятия для устранения аварий и своевременному обслуживанию объектов.

Для отслеживания работы всех объектов используется ПО DataMiner. Данное ПО является общепринятым во всем РТРС, оно позволяет вести работу со всем спектром оборудования, применяемым в филиале. А возможность гибкой настройки интерфейса позволяет удовлетворить запросы всех отделов организации.

Одним из основных параметров мониторинга для ОУСа является наличие выходного сигнала на объектах, а также возможность отслеживания причин, которые могут привести к перебоям вещания.

Для реализации поставленных задач было предложено ввести следующие обозначения, представленные на рисунке 1.



Рис. 1. Значки обозначения аварий.

Введены следующие обозначения:

- Голубая рамка - указывает на активацию аварийного передатчика
- Желтая рамка - активирован вход передатчика ASI-2
- Оранжевая рамка - активен вход ASI-2 на коммутаторе
- Значок «UPS» - питание объекта осуществляется от ИБП.
- Треугольник с буквой «V» - связь с объектом нарушена, VSAT авария или уровень сигнала меньше 7,5дБ
  - Голубой квадрат с облаком - плохие метеоусловия, уровень приема на приемнике ниже нормы
    - ДГУ- питание объекта осуществляется от дизеля-генератора
    - Овал «ЭЛСЧ» - связь с электросчетчиком отсутствует (отсутствует питание объекта)
    - Круг «R» - ошибка реплейсера
    - Круг «S» - ошибка сплайсера

Пример заполнения данных для части фигур представлен ниже на рисунках 2, 3, 4.

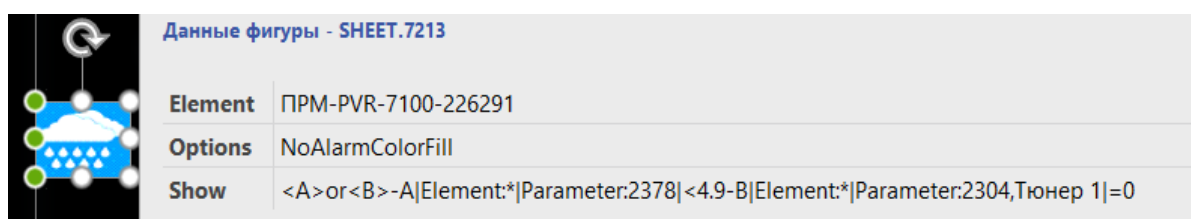


Рис. 2. Заполнение данных фигуры «Плохие метеоусловия»

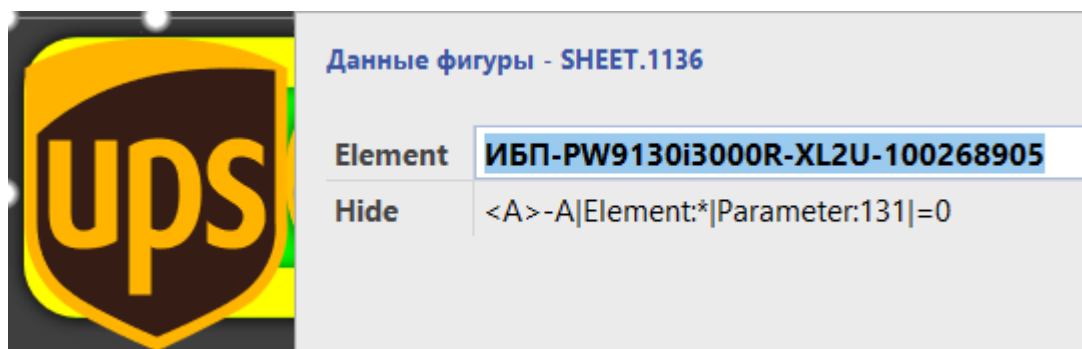


Рис. 3. Заполнение данных фигуры «Работа от ИБП»

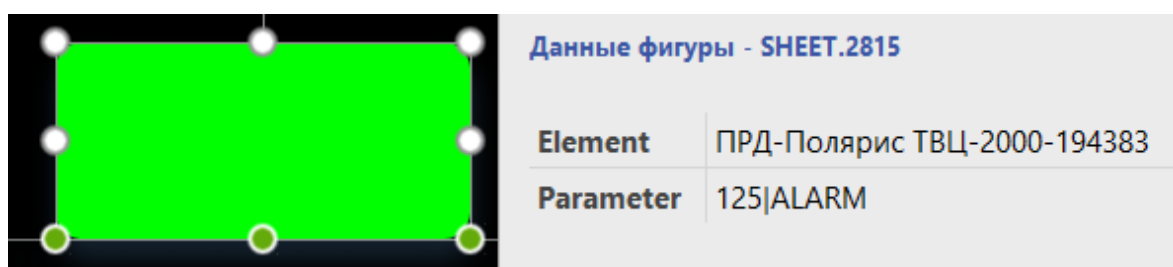


Рис. 4. Заполнение данных фигуры «статус передатчика»

Для каждого элемента необходимо создать подпись и ввести значение для каждой из подписей. Приведем примеры синтаксиса заполнения элементов.

В создании таблицы использовалось 5 типов подписей:

Element – в значение этой подписи пишется Id адреса устройства, статус которого необходимо контролировать [1].

Parameter – заполняется Id параметра который необходимо контролировать, на рисунке 4 представлен пример заполнения элемента для мониторинга выходной мощности передатчика.

Options – прописываются дополнительные опции элемента. Чтобы элемент был не активен постоянно, а только во время возникновения аварии можно добавить опцию «NoAlarmColorFill», пример использования продемонстрирован на рисунке 2.

Show – Данный элемент будет показан при выполнении заданного условия. На рисунке 2 представлен пример заполнения для элемента «плохие метеоусловия», при выполнении условия А или В т.е. когда уровень приема станет меньше 4.9 или захват сигнала пропадет вовсе, то будет показан данный элемент [2].

Hide – скрывает элемент пока выполняется условие. На рисунке 3 показано использование данной подписи. Пока параметр 131 показывающий работу ИБП от аккумуляторов равен 0, элемент не активен, как только значение данного параметра станет отличным от 0, элемент станет активным.

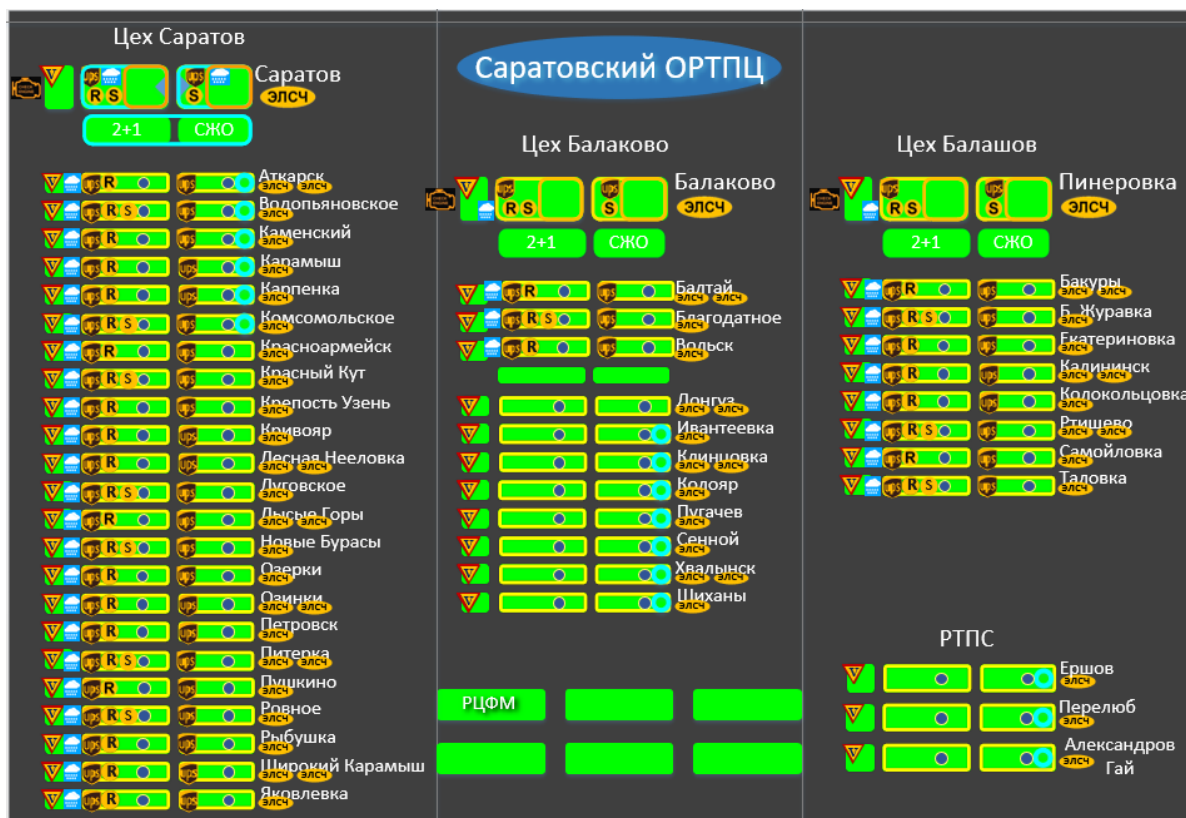


Рис. 5. Заполненная таблица мониторинга DataMiner

На рисунке 5 показан вид заполненной таблицы для мониторинга всей области. В зависимости от условий на таблице будут появляться заданные необходимые элементы.

Данная таблица стала частью комплекса таблиц, задействованных в мониторинге объектов области, тем самым помогая сотрудникам отдела управления сетью в значительной мере сократить время на анализ ситуации, повысить качество мониторинга, более точно координировать действия других подразделений [3]. Предложенный вариант визуального представления данных прошел успешную апробацию в филиале РТРС «Саратовский ОРТПЦ». При этом возможно использование подобного решения для других филиалов РТРС.

#### **Список используемых источников**

1 Инструкция создание Visio представлений DataMiner: Редакция: ДОТУСТ, 2019-05-29.

2 Бучатский А. Н., Куликов С. П. Измерения в одночастотной сети DVB-T2 при помощи приборов RS EFL и ETL // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. N 1. С. 96-103.

3 Сартаков К. В. Оптимизация параметров сетей наземного цифрового телевизионного вещания: автореф. Дис. канд. наук 05.12.13 / Сартаков Константин Валерьевич. Новосибирск, 2019. 150с.

4 Бучатский А. Н., Рекичинский А. В. Особенности мониторинга удаленных объектов телевизионного вещания и пути повышения эффективности // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : X юбилейная международная научно-техническая и научно-методическая конференция, Санкт-Петербург, 24-25 февраля 2021 г. : сб. науч. ст. в 4 т., 2021. С. 58-63.

## СИСТЕМЫ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ТЕЛЕПРИСУТСТВИЯ

**Д.С. Сидоркина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевич

*В данной статье рассматриваются системы телеприсутствия. Основное содержание исследования составляет сравнительное рассмотрение устройств НТС-системы. Научная новизна работы заключается в анализе общедоступных источников для нахождения типов и спецификации различных голографических дисплеев.*

***системы телеприсутствия, НТС-системы, AR/VR/MR-очки, голографические вентиляторы, виртуальная пирамида, тривизор, голография***

Различные проекционные дисплеи с каждым днем становятся более востребованными и их все чаще можно увидеть в реальной жизни. В настоящий момент времени тема голографии набирает большую популярность. Поэтому вопросы, касающиеся данных дисплеев, относящихся к системам телеприсутствия, в современном мире являются актуальными.

*Системы телеприсутствия (НТС-системы).*

Системы телеприсутствия или НТС (Holographic-type communication) – системы, основной задачей которых является полноценная передача трехмерного изображения объекта с сохранением пропорций, объема, цвета и движения [1]. НТС-системы делятся на несколько типов в зависимости от технологий, используемых в них. Одни из них способны воспроизводить натуральное 3D-изображение, которое «занимает место» в пространстве, другие создают мнимое 3D-изображение, используя для этого свойства человеческого зрения и оптические эффекты. Кроме того, существуют НТС-системы, основанные на технологии AR/VR (augmented reality, virtual reality), в которых воспроизведение объекта происходит за счет компьютерной модуляции на экране устройства. Чаще всего в повседневной жизни встречаются такие НТС-устройства как: голографический вентилятор, тривизор и AR/VR/MR-очки.

*AR/VR/MR-очки.*

Рассмотрим, как формируется изображение виртуальных объектов в системах телеприсутствия. К носимым устройствам виртуальной реальности относятся нашлемные индикаторы и очки виртуальной реальности.

Основная задача таких систем – это формирование стереоскопического изображения на сетчатке глаз человека. Современные очки виртуальной реальности, показанные на рис.1, представляют собой сложный прибор, оптическая часть которого работает по принципу старинного стереоскопа, т.е. формирует изображение слайда на сетчатке глаза человека [3,4].

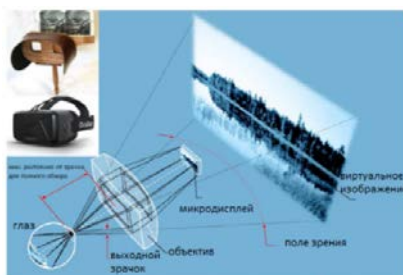


Рис. 1. Принцип работы носимых устройств виртуальной реальности

Сейчас на рынке существует более десятка предложений очков смешенной реальности. Все они обладают различными характеристиками и особенностями. Их отличия приведены ниже в таблице (табл. 1), в которой указаны характеристические особенности и отличия каждой модели [5-11].

ТАБЛИЦА 1. Сравнение AR-очков

AR-очки	Разрешение, пикселей на один глаз	Поле зрения, градус	Частота обновления, Гц
Microsoft HoloLens 2	2048 x 1080	52	120
Magic Leap One	1280 x 960	50	120
Epson Moverio BT-300	1280 x 720	13	30
Google Glass Enterprise Edition 2	1280 x 720	80	-

#### *Голографический вентилятор.*

Голографические вентиляторы — это типы дисплеев, которые создают голографическое изображение, с помощью полосок RGB-светодиодов, прикрепленных к лопастям вентилятора, и блока управления, освещающего пиксели при вращении вентилятора для создания полной картины. Из-за свойств человеческого зрения, эти мерцания незаметны глазу, поэтому при вращении смотрящий видит голографическое изображение. Приведём сравнительную таблицу 3D-вентиляторов (табл. 2), доступных на рынке [12-14].

ТАБЛИЦА 2. Сравнение 3D-вентиляторов

Модель	Производитель	Количество светодиодов	Диаметр экрана, см	Форматы видео	Управление	Цена, руб
50S	DseeLab, Россия	256*2	46,5	jpg, gif, mp4, avi, rmvb, mpegjpg, png, mkv	Wi-Fi	44900
Z7	Faryuan, Китай	112*2	41,5	mp4, avi, rmvb, jpg,	USB	7300
Z5	Faryuan, Китай	170*4	99,5	mp4, avi, rmvb, jpg,	Wi-Fi	126000

F2-100H	Vecoton, Китай	256*4	100	jpg, mp4, avi,rmvb, mkv,gif, (Black Background)	Wi-Fi	26000
---------	----------------	-------	-----	---	-------	-------

### *Виртуальная пирамида (тривизор).*

Трехмерный виртуальный стенд – это пирамида для демонстрации реалистичных трехмерных объектов. В устройстве тривизоров или голографических трехмерных пирамид внизу находятся проекционные дисплеи, которые транслируют видео одновременно в нескольких измерениях (рис. 2).

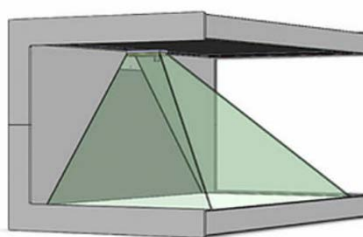


Рис. 2. – Тривизор

Принцип работы данной технологии:

- На экране, находящимся под пирамидой, транслируется специально подготовленное видео, которое одновременно отображает вращающийся объект в нескольких измерениях;
- Так как пирамида выполнена из стекла, на которое нанесена специальная пленка, оно преломляет изображение, поступающее с экрана снизу;
- Вследствие этого зритель наблюдает объемное изображения внутри пирамиды [15].

В настоящее время на рынке множество подобного рода изделий. Основным минусом является высокая стоимость, низкое качество проектируемого изображения, ограниченный прогнозируемый срок службы (как правило, 25000-50000 часов) (табл. 3). Кроме того, большинство представленных на рынке носителей не могут быть полноценно использованы при ярком освещении в пространстве [16].

ТАБЛИЦА 3. Сравнение тривизоров

Модель	Разрешение	Размер, см	Потребляемая мощность, Вт	Вес, кг	Размер экрана	Цена, руб
Тривизор 64	Full HD (1920x1080)	64x42x40	60	12	24", 16 : 9	120 000
Тривизор 90	Full HD (1920x1080)	88x57x49	80	30	37", 16 : 9	180 000
Тривизор 110	Full HD (1920x1080)	111x73x65	100	70	42", 16 : 9	240 000



### *Требования к сети.*

Для формирования требований технологии НТС к характеристикам сетей передачи данных, необходимо произвести сравнение существующих фото/видео форматов, а также их параметров, результаты которого представлены в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4. Сравнение параметров различных фото/видео форматов

Формат	Параметры
Фото	Разрешение изображения, цвет
Видео	Разрешение изображения, цвет, частота кадров
Видео в формате 3D	Разрешение и глубина изображения, цвет, частота кадров
Голограмма	Разрешение и глубина изображения, цвет, частота кадров, умноженное на количество углов обзора

### *Пропускная способность.*

Для оценки объема передаваемых данных, рассмотрим камеру-сенсор, дающую объемное изображение – Microsoft Kinect [17]. Каждый её кадр имеет разрешение в  $1920 \times 1080$  пикселей с 4 байтами данных о цвете на каждом из них и обладает глубиной с разрешением  $512 \times 424$  пикселей с 2 байтами данных о расстоянии до объекта на каждом из них. В переводе это эквивалентно 70,4 Мбит данных на одно изображение. Соответственно, если передавать такой видеоконтент с частотой в 30 кадров, то минимальная пропускная способность сети должна будет составлять значение, равное 2,06 Гбит/с.

### *Задержка.*

Для способа передачи задержки всего видеоматериала сразу применяется способ приближения к значениям устройств дополненной реальности, при этом нагрузка на пропускную способность сети увеличивается. Второй способ передачи данных, относится к той части, которую смотрящий видит в данный момент времени с определенного угла. В этом случае возрастает требование к задержке, но снижается нагрузка на сеть. Поэтому вопрос величины задержки сигнала на данный момент остается открытым (рис. 3) [19].

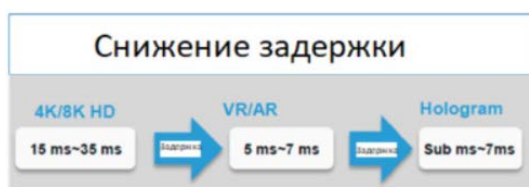


Рис. 3. Сравнение требований к задержке в сети для различных видеоформатов

### *Синхронизация.*

Системы телеприсутствия подразумевают использование множества камер и датчиков, расположенных под разными углами к объекту. Каждое из этих устройств формирует множество различных аудио и видео потоков данных (рис. 4), которые в конечном итоге превращаются в единую 3D-



модель. Поэтому для получения максимально идентичного оригиналу изображения необходима синхронизация всех потоков [18,19].

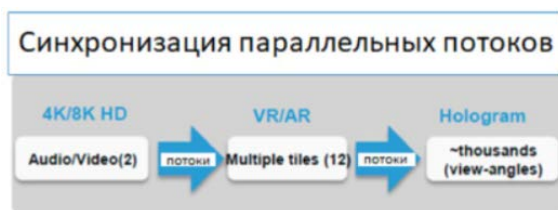


Рис. 4. Количество исходящих потоков данных для различных видеоформатов

В результате проделанной работы были описаны три типа устройств голографического телеприсутствия: очки виртуальной реальности, голографический вентилятор и тривизор. Кроме того, был произведен сравнительный анализ каждого типа голографического дисплея на примере устройств, доступных на рынке на данный момент времени.

Так же были рассмотрены требования к сети и основные параметры для НТС-системы.

#### Список используемых источников:

1. Alexander Clemm, Maria Torres Vega, «Nemanth Ravuri, Toward Truly Immersive Holographic-Type Communication: Challenges and Solutions», IEEE Communications Magazine.
2. Tapani Levola. “Diffractive optics for virtual displays” // SID (Society for Image Display), 14/5, 2006
3. Steven M. LaValle, 2017, URL: <http://vr.cs.uiuc.edu>
4. Gordon Wetzstein. A personalized VR/AR system that adapts to the user is crucial to deliver the best possible experience // The BRIDGE, Vol. 46, No. 4, Winter 2016
5. Microsoft: Оборудование HoloLens 2 [Электронный ресурс] / 20.10.2020 Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/hololens/hololens2-hardware>, свободный.
6. MAGIC LEAP: MAGIC LEAP 1 AUGMENTED REALITY HEADSET: A CHEAT SHEET [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://static.cbsileads.com/direct/whitepapers/TR\\_CS\\_Magic\\_Leap\\_1\\_r1.pdf](https://static.cbsileads.com/direct/whitepapers/TR_CS_Magic_Leap_1_r1.pdf), свободный.
7. Epson: MOVERIO BT-300 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.epson.eu/products/see-through-mobile-viewer/moverio-bt-300#specifications>, свободный.
8. Google: Google Glass Enterprise Edition 2 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.google.com/glass/tech-specs/>, свободный.
9. Vuzix: Vuzix Blade Upgraded Smart Glasses [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses-upgraded>, свободный.
10. Eversight: Eversight Raptor [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://eversight.com/about-raptor/>, свободный.
11. ThirdEye: ThirdEye X2 MR Glasses [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.dropbox.com/s/5k4uekgvpc6qn9/X2\\_MR\\_Glasses\\_Brochure.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/5k4uekgvpc6qn9/X2_MR_Glasses_Brochure.pdf?dl=0), свободный.
12. HoloOne: HoloOne DseeLab [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://spb.holoone.ru/purchase/>, свободный.
13. Chinafaryuan: HOLOGRAM LED FAN [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.chinafaryuan.com/en/42-hologram-led-fan>, свободный.
14. Vecoton: 3D Fan Display [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.vecoton.com/products/3d-fan-display/>, свободный.

15. Vivliophica [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vivliophica.com/articles/physics/516394> – Заглавие с экрана.
16. КОМПАНИЯ INTERFANTASY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trivizor.ru/gallery/>, свободный.
17. Zhengyou Zhang, Microsoft Kinect Sensor and Its Effect, February 2012 IEEE Multimedia.
18. Alexander Clemm, Maria Torres Vega, Member, IEEE, Hemanth Kumar Ravuri, Tim Wauters, Member, IEEE, and Filip De Turck, Senior Member, IEEE. IEEE Communications Magazine [Текст] / Towards Truly Immersive Holographic-Type Communication: Challenges and Solutions. 10.2019. P. 8.
19. Richard Li, Ph.D. Futurewei Technologies, Inc [Текст] / Network 2030: A New Horizon to the Future Networks. 07.2019. P. 39.

## ОБНАРУЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ПЕРЕДНЕГО ПЛАНА В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

**А.Н. Тучкевич, С.Л. Федоров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Обнаружение объектов переднего плана является одной из основных значимых задач в области компьютерного зрения, которая подразумевает обнаружение важных объектов на неподвижном изображении или в видеопоследовательности, а также определение местонахождения целевых объектов в сцене. Алгоритмы обнаружения объектов переднего плана очень важны для нескольких областей, таких как распознавание объектов, видеонаблюдение, аннотирование изображений, поиск изображений и отслеживание объектов.*

*В статье рассматривается данная задача с точки зрения отслеживания объектов на видео (видеообъектов).*

**компьютерное зрение, обнаружение объектов, видеопоследовательность**

### **Введение**

Несмотря на тесную связь между отслеживанием и обнаружением объектов, все же эти два процесса имеют отличительные признаки. Обнаружение заключается в определении местоположения одного или нескольких объектов на конкретном изображении, в то время как цель отслеживания – определить местоположение этих объектов на протяжении всего видео, следя за тем, какой именно объект находится в кадре [1]. Чтобы отследить объект, сначала необходимо предоставить изображение этого объекта алгоритму отслеживания, что делается либо с помощью алгоритма обнаружения (системы отслеживания на основе обнаружения), либо вручную (системы отслеживания без обнаружения).

### **Отслеживание видеообъектов**

Разработки в этой области нацелены на получение максимально точной оценки положения движущихся объектов во времени, посредством систем видеонаблюдения. Отслеживание видеообъектов – это процесс оценки положения движущихся объектов во времени с помощью камеры. Этот процесс создает траекторию движения объекта в плоскости изображения по мере его перемещения в сцене. Устройство слежения может присвоить постоянную метку движущимся объектам в разных кадрах видео. Система отслеживания может также предоставлять дополнительную информацию о движущихся объектах, такую как ориентированность в пространстве, площадь и форму. Однако это сложная задача из-за потери информации, вызванной проекцией трехмерного мира на двумерное изображение, загромождением объектов другими объектами, шумом, изменениями освещенности и сложным движением объекта [2]. Кроме того, большинство

применений требуют обработки в реальном времени, что также является проблемой.

Видеоотслеживание используется для распознавания деятельности человека, взаимодействия человека и компьютера, видеонаблюдения, видеосвязи, сжатия видео, контроля дорожного движения и медицинской визуализации. Поскольку спрос на автоматизированный анализ видео увеличился, в области отслеживания объектов проводится много исследований.

Поскольку в видео содержится большое количество данных, отслеживание видеообъектов является трудоемким процессом. Кроме того, для отслеживания объектов необходимо распознать объект из кадра. Распознавание объектов также является сложной задачей, поскольку объект может менять форму, размер, расположение и направление на последующих кадрах. Видеоотслеживание может быть особенно затруднено, когда объекты движутся с высокой скоростью относительно частоты кадров. Для таких ситуаций обычно разрабатывается модель движения, которая описывает, как объект будет перемещаться в разные точки на последующих кадрах. За последние несколько десятилетий были представлены различные алгоритмы и схемы.

Производительность алгоритма изменяется из-за нескольких проблем, которые были упомянуты ранее. Одна из основных проблем – когда фон похож на интересующий объект или другие объекты, присутствующие в сцене. Другой тип проблемы – изменчивость облика из-за шума датчиков, положения объекта, изменения освещенности сцены или загромождения. Поскольку объект движется, внешний вид объекта может менять свою проекцию на плоскость кадра. Кроме того, в процессе получения видеосигнала возможно внесение некоторого количества шума. Иногда движущиеся объекты могут быть скрыты за другими объектами, присутствующими в сцене. В таких случаях устройство отслеживания видеообъектов может не заметить нужный объект.

### **Методы обнаружения объектов переднего плана**

Медленно движущиеся или временно неподвижные объекты представляют собой сложную задачу, решить которую можно методом сегментации фона и долговременного отслеживания [3].

Основная идея обнаружения объектов переднего плана через сегментацию фона заключается в получении бинарной маски, которая делит каждый пиксель на пиксели переднего или заднего плана. Метод сегментации фона предполагает использование операции под названием “Вычитание фона”. Сначала фоновый кадр преобразуется из цветного в полутоновое, черно-белое изображение. Затем полутоновое фоновое изображение вычитается из полутонового текущего кадра. После этого, изображение преобразуется в бинарное изображение. Далее осуществляется удаление шума из бинарного изображения. В выходном изображении

объекты переднего плана представляются белым цветом, а фон – черным, таким образом, получаются маски переднего и заднего планов.

После обнаружения объектов переднего плана этим объектам должны быть присвоены метки. Для этого определяются контуры вокруг объекта. На основе некоторых критериев, таких как, например, контур выделенных объектов, метки присваиваются во время последующих кадров.

Затем модель фона адаптируется, чтобы отразить временные изменения сцены, связанные с освещением или изменением формы.

Адаптация фона обычно предполагает, что фон наблюдается чаще, чем передний план. Однако это предположение приводит к сбоям в работе алгоритма обнаружения переднего плана, когда объект переднего плана часто останавливается и уходит после длительного пребывания или движется медленнее, чем скорость адаптации фона, часто называемая скоростью обучения. Таким образом, модель фона может потерять свою достоверность и привести к пропуску или ложным срабатываниям.

Для решения этих проблем, исследования в этой области сосредоточились на двух типах передних планов, вызванных временной адаптацией фона: медленно движущиеся передние планы (МДПП) и временно неподвижные передние планы (ВНПП). МДПП обычно приводят к неполному обнаружению области переднего плана, в то время как ВНПП часто воспринимаются как фон.

Не стоит, также, забывать о возможном загороживании объекта другими объектами. Пропадание объекта из кадра именно таким образом может негативно сказаться на производительности абсолютно любого алгоритма отслеживания. Данная проблема может быть решена с помощью предсказания траектории движения загороженного объекта. С этой задачей можно справиться при помощи фильтра Калмана, но его эффективность резко падает до нуля при схожести загороженных объектов [4].

### **Вывод**

Обнаружение объектов переднего плана является неотъемлемой частью общей задачи отслеживания видеообъектов. Она легко реализуется в идеальных условиях при фиксированном расположении камеры. Однако задача выделения движущихся объектов становится сложной и трудной из-за некоторых раздражающих факторов. Для устранения этих факторов, необходим эффективный алгоритм вычитания фона для поддержки задачи отслеживания объектов. Создание такого алгоритма – это направление, которое будет изучаться и исследоваться в дальнейшем. Необходимо рассмотреть пути повышения эффективности алгоритмов адаптации фона для уменьшения шанса ложных срабатываний и сохранения достоверности модели фона во времени, и необходимо, также, рассмотреть способы решения проблемы потери эффективности при наличии большого количества схожих загороженных объектов.

**Список используемых источников:**

1. A tour of Video Object Tracking — Part I: Presentation [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/@cindy.trinh.sridykhan/a-tour-of-video-object-tracking-part-i-presentation-8a8aa9da9394>.
2. Maheshkumar H. Kolekar. Intelligent Video Surveillance Systems. An Algorithmic Approach. М. : CRC Press, 2018, 209 с.
3. S. H. Oh, S. Javed and S. K. Jung, Foreground Object Detection and Tracking for Visual Surveillance System: A Hybrid Approach // 11th International Conference on Frontiers of Information Technology, Исламабад, Пакистан, 16-18 дек. 2013 г. М. : IEEE Xplore 2014. С. 13-18.
4. Satrughan Kumar, Jigyendra Sen Yadav, Video object extraction and its tracking using background subtraction in complex environments [Электронный ресурс] // Perspectives in Science 2016. V 8. С. 317-322. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213020916300866> (дата обращения 17.11.2021).

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

**Д.В. Тяжев**

ГТРК «Санкт-Петербург»

*В статье рассматриваются и анализируются системы распознавания эмоций, которые используют организации во взаимосвязи с камерами видеонаблюдения. Тема является актуальной, так как возможность использования таких систем, интегрированных с системой видеонаблюдения, уже давно была необходима различным организациям, с каждым годом ее актуальность все больше возрастает вследствие наличия потребностей. В результате работы будет проведен сравнительный анализ трех систем распознавания эмоций с формированием вывода.*

*распознавание эмоций, камеры видеонаблюдения, FaceReader, Silver Logic Labs, FEASy*

Потребность в системах, умеющих распознавать эмоции людей, появилась уже в момент осознания реальности этой идеи. С тех пор многие ученые создают ПО и методы, позволяющие с помощью различных устройств, в том числе и камер видеонаблюдения, получать изображение лица, которое будет сразу же анализироваться. Отметим, что уже сейчас существует множество систем, которые действительно могут распознать эмоции человека в режиме реального времени через системы видеонаблюдения [3].

Проанализируем некоторые системы распознавания лиц и эмоций человека, используемые сейчас различными компаниями. Первая - программное обеспечение FaceReader, созданное нидерландской фирмой Noldus Information Technology.

Программное обеспечение (ПО) имеет возможность выявить эмоцию на лице человека. Отметим, что спектр эмоций достаточно узкий. Программа может выявить «счастье», «грусть», «сердитость», «удивление», «испуг», «недовольство», а также «нейтральную» эмоцию. Достоинством является дополнительная возможность выявить пол человека, его возраст, а также принадлежность к какому-либо этносу. Также стоит отметить отсутствие необходимости в дополнительном обучении программы, а также изменении настроек «по умолчанию». Основа программного обеспечения – компьютерное зрение. Выделить необходимо метод Active Template, который накладывает на выявленное лицо человека шаблон, который деформируется, определяя эмоцию. Определение происходит посредством метод Active Appearance Model – программа искусственно создает модель лица, учитывая некоторые контрольные точки. Далее происходит анализ посредством метода нейронных сетей полученного деформированного шаблона и заранее

загруженных и проанализированных фотографий, в количестве более 2000 экземпляров [2].

На рис. 1 продемонстрировано, как программа обрабатывает лицо для выявления эмоции. Также видна диаграмма, показывающая какая доля каждой эмоции присуща человеку, изображенному на фотографии или попавшему в поле зрения видеокамеры, выявленной FaceReader.



Рис. 1. Интерфейс и проведенный анализ программы FaceReader

Выделяя преимущества программы перед ее аналогами, необходимо отметить следующие пункты:

1. Эмоция в среднем распознается верно с вероятностью в 89%. Отметим, что некоторые эмоции программа распознает с большей вероятностью, некоторые, наоборот, с меньшей;

2. Если лицо наклонено, программа все равно сможет выявить эмоцию;

3. Программа является универсальной относительно используемых режимов. Так, потоковое видео, передающееся любой камерой, в том числе и системой видеонаблюдения, будет анализироваться. Возможен анализ уже записанного видео в различных режимах, например, AVI, а также отдельных фотографий в многочисленных форматах;

4. Формируемый анализ удобен для пользователя – диаграммы ярко и подробно описывают долю эмоций, выявленных на лице человека. Программа сообщит человеку о наличии разных эмоций, если они были обнаружены у одной персоны за одно видео – это отображается на временной линии, где указываются даже микровыражения;

5. Программное обеспечение генерирует текстовый файл, что делает удобным анализ результатов.

Несмотря на все выявленные достоинства, программа не лишена недостатков.

1. Программное обеспечение не может выявить эмоцию ребенка в возрасте до пяти лет;



2. Распознать эмоцию человека, который носит очки, программе достаточно трудно, велика вероятность ошибки, иногда такие лица просто пропускаются;

3. Система может некорректно среагировать при анализе лиц, имеющих разный цвет кожи – результат распознавания эмоций может быть неточным.

Так как программа далека от совершенства, ученые продолжили разработку иных программных обеспечений. Следующим, которое хотелось бы рассмотреть, будет программа MMER\_FEASy, имеющая полное название The Face Analysis System.

Данная программа была создана в Германии. В ее основе та же методика наложения деформируемого шаблона, как и у предыдущей программы. При этом контрольные точки и связи между ними иные, рис. 2. При этом программа может распознать 6 основных эмоций, также может выявить количество лет человека, его пол и этнос.



Рис. 2. Процесс распознавания лица программой MMER\_FEASy

Дополнительная функция, которой не было у предыдущей программы – возможность выявить нужную целевую группу, например, все лица мужского пола в возрасте более двадцати лет. Еще одним преимуществом является сохранение всех лиц в базе памяти. С помощью этой особенности, программа может сообщить о появлении в кадре лица, которое уже распознавалось раньше. Также команда разработчиков смогла интегрировать программное обеспечение не только с системой видеонаблюдения, но и с иными программами, для которых система распознавания лиц является дополнительным модулем. В результате, система распознавания лиц помогает выявлять эмоции, формирующиеся у всех выявленных лиц по отношению какой-либо акции или иному маркетинговому ходу.

Недостатки у программного обеспечения также присутствуют. Основными являются:

1. Возможность анализа лишь потокового видео с камеры, проанализировать фотографию или запись нельзя;

2. Возможность анализа лица, как это было у FaceReader, нет. Это значит, что программа может представить сразу две фотографии – распознанное лицо и контрольные точки, что усложняет процесс анализа.

Одной из новейших систем является программное обеспечение фирмы Silver Logic Labs. В ее основе искусственный интеллект (ИИ), использующий алгоритмы для распознавания эмоций на лицах. О данной программе на данный момент информации достаточно мало, так как такие алгоритмы является коммерческой ценностью Silver Logic Labs, а потому хранятся в тайне. Согласно заявлением разработчиков, их система наиболее приближена к идеалу. Ее единственным недостатком является невозможность распознать эмоцию, которая была зафиксирована камерой с низким разрешением.

Наиболее существенным достоинством системы является сам алгоритм. В отличие от предшественников, во время съемки в режиме реального времени, алгоритм несколько раз за одну секунду анализирует эмоции человека через движения мимических мышц. Это позволяет выявить одномоментную эмоцию, а также выявить смену эмоций у одного человека за какой-либо промежуток времени. При этом ключевое требование к камере – высокое разрешение. Это делает возможным использовать ее не только в системах наблюдения, но и даже натальных камерах, используемых полицейскими, что может быть полезным для них во время операций и допросов. Представим пример результата работы алгоритма компании Silver Logic Labs на рис. 3 [1].



Рис. 3. результата работы алгоритма компании Silver Logic Labs

В конце хотелось бы привести сравнительный анализ описанных выше систем распознавания эмоций человека (Таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ проанализированных программ

ПО	Количество выявляемых эмоций при 100 распознаваниях	Ключевые достоинства	Ключевые недостатки
FaceReader	83	Можно анализировать файлы множества форматов; удобство представления результатов	Невозможность выявить эмоции некоторых людей
MMER_FEASy	89	Запоминание лиц; интеграция с различным ПО	Невозможность проведения анализа фотографии или

			записи видео
Silver Logic Labs	96	Использование ИИ; Можно выявить одномоментную эмоцию, а также выявить смену эмоций	Нужно использовать только камеры с высоким разрешением

Многие производители ПО утверждают, что их продукт, предназначенный для чтения эмоций человека, является наиболее совершенным, хотелось бы отметить, что на сегодняшний день технологии распознают только черты, присущие и наиболее подходящие данному выражению лица. Но к сожалению, далеко не всегда можно сказать, действительно такое чувство испытывает человек или же это просто искусственно выдвленная эмоция. Если же добиваться результата такого, чтобы внешнее выражение соответствовало внутренним чувствам исследуемого, важно убедиться, что ему действительно удобно и комфортно выражать свои чувства изнутри и проявлять их на своем лице, и что он этого сам хочет. Это достигается с использованием полного комплекса технологий, каковыми являются распознавание эмоций, распознавание выражения лица, распознавание речи и интонаций во время разговора данного человека, определение смысловой нагрузки и эмоциональных переживаний при письме и компьютерной переписке – всё это очень влияет на конечный результат. Хотелось бы выделить программное обеспечение от фирмы Silver Logic Labs, которое на данный момент является наиболее совершенной системой распознавания лиц и эмоций человека.

#### **Список используемых источников**

1. Ивановский, Л. И. Использование глубокого обучения и сверточных нейронных сетей для анализа выражения лица / Л. И. Ивановский, О. А. Степанова, В. В. Хрящев // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. – 2018. – Т. 8. – № 4. – С. 170-173.
2. Камратов, С. В. Исследование эмоций как этап в эволюции естественных и искусственных когнитивных систем / С. В. Камратов, А. В. Полевая, С. А. Полевая // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, социуме : сборник научных статей / Под общ. ред. И.Т. Касавина, А.М. Фейгельмана ; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. – Нижний Новгород : Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2017. – С. 214-217.
3. Люнгрин, А. К. Система распознавания лиц для сервисного робота / А. К. Люнгрин, Д. С. Курушин // Интеллектуальные системы в науке и технике. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : Сборник статей по материалам Международной конференции и Шестой всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 12–18 октября 2020 года / Под редакцией Л.Н. Ясницкого. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 146-151.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СЕТИ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ РТРС

**А.В. Чеплюкова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Тема доклада связана с метрологическим обеспечением как одним из важнейших направлений в обеспечении развития телевизионного и радио вещания. Это рассмотрено на примере работы метрологической службы ФГУП РТРС. Работа метрологической службы направлена на обеспечение системы контроля качества по поддержанию целостности и устойчивости функционирования сети телерадиовещания, оптимизацию затрат, а также экономическую выгоду предприятия.*

***метрологическое обеспечение, контрольно-измерительное оборудование, анализатор телевизионного сигнала***

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности. Начало направления было положено ещё в древности, когда многие измерения, например, расстояние, было принято сопоставлять с той или иной длиной собственного тела. Несмотря на относительно весомые отличия данных мер от человека к человеку, всё же это можно назвать попыткой создания единства измерений. Позднее возникло понятие эталона, как образца, для поддержания единства установленных мер. К эталонам старались относиться очень бережно, поэтому хранились они в основном в храмах или церквях. Со временем, из-за ненадёжности данного способа хранения, а также повышения требований к эталонам, пересматривалось всё: от места и способа хранения эталонов, до создания эталонов разных разрядов. Д.И. Менделеев сыграл одну из ключевых ролей в становлении метрологии в России. Так, в России, по указу императора в 1893г была основана Главная палата мер и весов под руководством Д.И. Менделеева.

На сегодняшний день, значимость метрологии оказывает всё больше влияние в различных аспектах жизнедеятельности. Мы уже сами того не замечая, зависим от различных приборов измерения и того, насколько точно тот или иной прибор настроен. К примеру, в повседневной жизни – это весы в магазине, счётчики расхода воды и электроэнергии в домах, спидометры и датчики в автомобилях; в профессиональной деятельности – это решение серьёзных вопросов при производстве и эксплуатации сложного приёмо-передающего оборудования (наземного, спутникового, кабельного), а также его настройке и ремонте.

В каждой метрологической службе существует своя последовательность необходимых операций для поверки оборудования. Так, на примере метрологической службы филиала РТРС предварительно выполняется приёмка средств измерений, присланных филиалами РТРС с фотофиксацией

и фиксацией в журнале “Приёмки-выдачи оборудования”. В дальнейшем принятое оборудование относится в специально отведённое для этого помещение, учитывая, что нельзя эксплуатировать оборудование в целях техники безопасности. Далее производится поверка средств измерений согласно утверждённым методикам поверки. Результаты поверки вносятся в Федеральный информационный фонд (ФИФ “АРШИН”). Данный Федеральный информационный фонд является официальным источником информации о средствах измерений утверждённого типа, а внесение информации о поверке в “АРШИН” является подтверждением пригодности средства измерения.

Метрологическое обеспечение производства уже является основной частью эксплуатационной деятельности любого предприятия. От того, насколько точно настроено то или иное оборудование зависит эффективность его применения, поскольку результаты измерения служат основой для проверки качества вещания и являются неотъемлемой частью технической эксплуатации средств вещания.

Для измерения того или иного прибора, необходимо:

- выбрать параметры, характеристики, которые определяют интересующие свойства объекта;
- установить степень достоверности, с которой следует определять выбранные параметры и т.д.;
- выбрать методы и средства измерений для достижения требуемой точности;
- обеспечить готовность средств измерений выполнять свои функции посредством периодической поверки или калибровки средств измерений;
- обеспечить создание требуемых условий проведения измерений;
- обеспечить обработку результатов измерений и оценку характеристик погрешностей.

Значительный вклад внёс М.И. Кривошеев в разработку и создание телевизионной контрольно-измерительной техники. В свои студенческие годы он столкнулся с рядом проблем, связанных с отсутствием литературы о проблемах измерений параметров ТВ сигнала [3]. Это привело к тому, что Марк Иосифович внёс не малый вклад в организацию производства и внедрение измерительной техники. Так в 70х годах в НИИР стали заниматься измерениями в цифровом ТВ, а уже к 80м годам была разработана концепция развития техники цифровых измерений. На их основе разрабатывались и выпускались отечественные контрольно-измерительные комплексы. Некоторые из его предложений, связанных с цифровым ТВ вошли в Рекомендацию МСЭ-R BT.500.

М.И. Кривошеевым был сформулирован глобальный подход к разработкам и стандартизации систем ТВ вещания. Поскольку сигналы систем цифрового ТВ и тем более ТВ не укладывались в полосы частот используемых ТВ радиоканалов, была разработана и принята первая исследовательская программа по цифровой компрессии ТВ сигналов под руководством М.И. Кривошеева. Так, в историю цифрового ТВ эта

программа вошла как старт международной консолидации и координации усилий по эффективному кодированию ТВ сигналов для сжатия цифрового потока с целью уменьшения требований к пропускной способности каналов передачи и средств записи при максимально возможном визуальном качестве воспроизводимого изображения.

В России 25 мая 2004 года было выпущено Распоряжение Правительства Российской Федерации “О внедрении в Российской Федерации европейской системы цифрового телевизионного вещания DVB” [4] и 22 декабря 2006 года было подписано первое Постановление Правительства, регулирующее внедрение цифрового телевидения. 3 декабря 2009 года Постановлением Правительства Российской Федерации были разработаны и внедрены системные проекты цифрового телевизионного вещания первого поколения DVB-T в соответствии с Федеральной целевой программой “Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2015 годы” [5]. 7 июля 2011 года Решением Правительства РФ и комиссией по развитию телерадиовещания был введён стандарт цифрового наземного телерадиовещания второго поколения DVB-T2, который обеспечивает более высокую спектральную эффективность и более высокое качество вещания по сравнению со стандартом первого поколения DVB-T. К концу 2019 года вся Россия полностью и окончательно перешла на цифровое телевизионное вещание.

И конечно же, при развитии и внедрении новых технологий не обходится без обеспечения параметров качества вещания. Внедрение нового стандарта телевизионного вещания потребовало соответствующего метрологического обеспечения, кардинально отличающегося от того, что использовалось при аналоговой системе. Новые стандарты вещания потребовали введения и новых правил технической эксплуатации сети цифрового эфирного телевизионного вещания (ПТЭ СЦЭТВ).

Под личным и совместным авторством М.И. Кривошеева было создано и напечатано большое количество книг по ТВ измерениям, цифровому ТВ и его перспективам. Например, в переработанном третьем издании “Основы телевизионных измерений” от 1989 года рассмотрены физические основы методов измерений характерных для ТВ техники, способы построения и расчета испытательных таблиц, методы измерения параметров ТВ сигналов и др. В данном издании были проанализированы принципы построения современных систем измерения и контроля ТВ тракта, а также методы, позволяющие автоматизировать эти процессы. А также приведены материалы по измерениям в цифровом ТВ и др. В третьей главе данного издания описываются методы и приборы, используемые при телевизионных измерениях [6].

Но прежний парк приборов уже не позволяет контролировать необходимые параметры, а, следовательно, приходит время новых измерительных комплексов и анализаторов. Для решения данной задачи существует ряд устройств, которые помогают оценить необходимые параметры и дать оценку качеству сигнала на всех этапах, от формирования и передачи, до приёма в разных точках. Наиболее часто используемым типом

средств измерения для оперативной оценки параметров сигнала является анализатор телевизионных сигналов.

Несмотря на то, что основу парка контрольно-измерительного оборудования РТРС на сегодняшний день составляет огромное разнообразие приборов различных производителей, с возможно незначительно отличающимся функционалом, таких как:

- Анализаторы ТВ сигнала ETL;
- Анализаторы ТВ сигнала компактные R&S ETC;
- Измерительные приемники типа R&S EFL340;
- Анализатор транспортного потока Enensys ReFeree T2;
- Преобразователи мощности R&S NRP-Z51;
- Цифровые осциллографы и др.

Для выполнения регламентных измерений, работ по контролю, настройке и ремонту приемных земных станций спутникового непосредственного ТВ вещания применяются СИ типа:

- Измерительные приёмники R&S EFL340;
- Спектроанализаторы Televes H45/H60;
- Измерители уровня TCB-03M;
- Анализаторы ТВ сигналов ИТ-100;
- Анализаторы телевизионные и спутниковые HD Ranger Lite, HD Ranger +, HD Ranger2;
- Анализаторы телевизионных и радиовещательных сигналов RANGERNeo 2, RANGERNeo 3, RANGERNeo 4;
- Анализаторы телевизионных и радиовещательных сигналов Televes MOSAIQ, HEXYLON.

#### **Список используемых источников:**

1. Карякин В.Л., Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Л. Карякин. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 448 с.
2. Руководство по качеству метрологической службы РТРС “Организация и выполнение работ по поверке средств измерений”. – М., 2021. – 69 с.
3. Научно-исследовательский институт радио, “История и перспективы”. – М., 2019. – 223 с.
4. О внедрении в Российской Федерации европейской системы цифрового телевизионного вещания DVB. Распоряжение Правительства РФ № 706-р от 25.05.2004.
5. Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы. Постановление Правительства РФ от 03.12.2009 №985 (ред. От 14.12.2018)
6. Кривошеев М.И., Основы телевизионных измерений, 3-е изд., дополненное и переработанное. – М., 1989. – 608 с.
7. Кривошеев М.И., Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания. – М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2006. – 928 с.
8. Мамчев Г.В., Основы радиосвязи и телевидения. Учебное пособие для вузов. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 416 с.

## **2. ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ**

### **Секция 2.1.**

#### **Безопасность компьютерных систем и сетей связи**





Логический порт - это виртуальная точка, где начинаются и заканчиваются сетевые соединения. Логические порты основаны на программном обеспечении и управляются операционной системой компьютера. Каждый порт связан с определенным процессом или службой. Порты позволяют компьютерам легко различать разные типы трафика: например, электронные письма отправляются на другой порт, чем веб-страницы, даже если оба достигают компьютера через одно и то же подключение к Интернету [1].

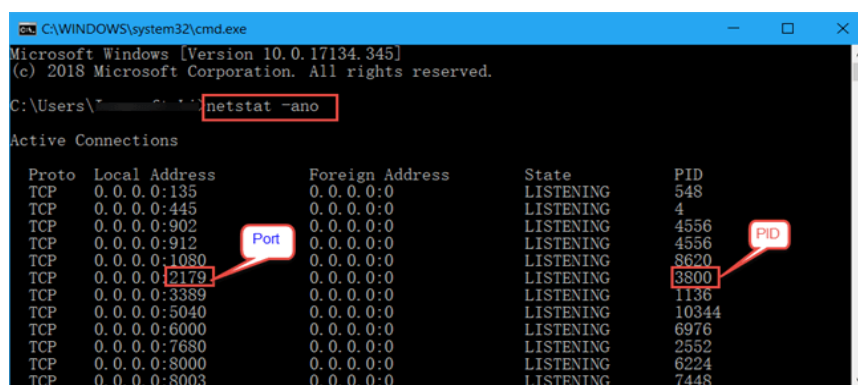


Рис.3. Порты и идентификатор связанного процесса \ сервис

Порты стандартизированы для всех подключенных к сети устройств, каждому порту присвоен номер. Большинство портов зарезервировано для определенных протоколов - например, все сообщения протокола передачи гипертекста (HTTP) поступают на порт 80. IP-адреса позволяют сообщениям отправляться на определенные устройства и с них, а номера портов позволяют нацеливаться на определенные службы или приложения на этих устройствах [1].

Порты помогут увеличить использование каждого IP-адреса за счет подключения нескольких служб внутри устройства к другим службам на другом устройстве, если портов нет, каждая служба должна иметь определенный IP-адрес.

Номер порта может быть от 0 до 65535, и некоторые из популярных портов, которые используются для определенных служб: 20,21: FTP, 22: SSH, 23: Telnet, 53: DNS, 80: http, 443: https, и зная службы портов по умолчанию, сообщит вам, какой тип серверов находится в конкретной сети, если вы перехватили несколько пакетов с помощью приложения wirehark.


ТАБЛИЦА 1. Некоторые популярные порты и сопутствующие услуги

Порты	Услуги
20,21	FTP

22	SSH
23	Telnet
53	DNS
80	HTTP
443	HTTPS

Порты, которыми часто злоупотребляют [2]:

- Порт 20,21 - FTP. Устаревший и небезопасный протокол, в котором не используется шифрование как для передачи данных, так и для аутентификации.
- Порт 22 - SSH. Обычно он используется для удаленного управления. Хотя он обычно считается безопасным, он требует надлежащего управления ключами.
- Порт 23 - Telnet. Предшественник SSH больше не считается безопасным и часто используется вредоносными программами.
- Порт 25 - SMTP. Если он не защищен должным образом, он может быть использован для рассылки спама по электронной почте.
- Порт 53 - DNS. Очень часто используется для усиления DDoS-атак.
- Порт 139 - NetBIOS. Устаревший протокол в основном используется для совместного использования файлов и принтеров.
- Порты 80 443 - используются HTTP и HTTPS. HTTP-серверы и их различные компоненты очень уязвимы и часто являются источниками атак.
- Порт 445 - SMB. Предоставляет возможности совместного использования файлов и принтеров. Используется в атаке WannaCry в 2017 году.
- Порты 1433, 1434 и 3306 - порты по умолчанию для SQL Server и MySQL - используются для распространения вредоносных программ.
- Порт 3389 - удаленный рабочий стол. Используется для использования различных уязвимостей в протоколах удаленного рабочего стола, а также для слабой аутентификации пользователей. Уязвимости удаленного рабочего стола обычно используются в реальных атаках, последним примером является уязвимость BlueKeep.



Итак, что нам делать? Для крупных компаний / организаций мы должны установить аппаратный брандмауэр, который будет запрещать передачу любых неиспользуемых портов внутри локальной сети. Брандмауэр - это система безопасности компьютерной сети, которая ограничивает интернет-трафик в частной сети, из нее или внутри нее. Этот программный или специализированный аппаратно-программный модуль функционирует, выборочно блокируя или разрешая пакеты данных. Обычно он предназначен для предотвращения участия кого-либо - внутри или вне частной сети - в несанкционированных действиях в Интернете, а также для предотвращения злонамеренных действий [3].

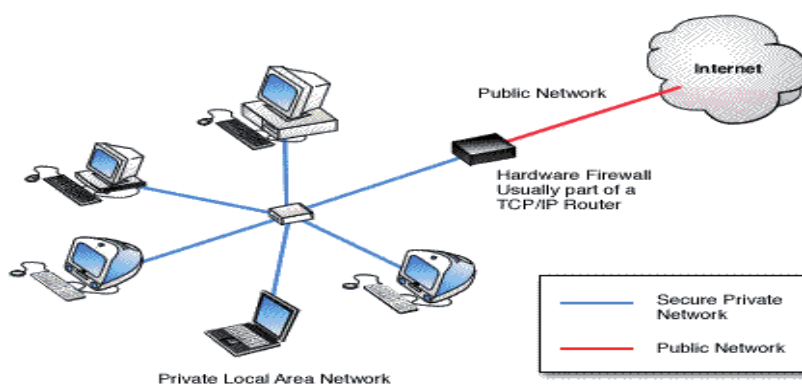


Рис.5. Аппаратный брандмауэр, защищающий LAN от любых атак из WAN.

А для серверов / конечных точек мы должны включить программный брандмауэр и заблокировать порты, которые не используются, и поддерживать операционную систему в актуальном состоянии, чтобы иметь возможность исправлять любые обнаруженные угрозы, также должен быть установлен мощный антивирус с включением обнаружения сетевых угроз. модули.

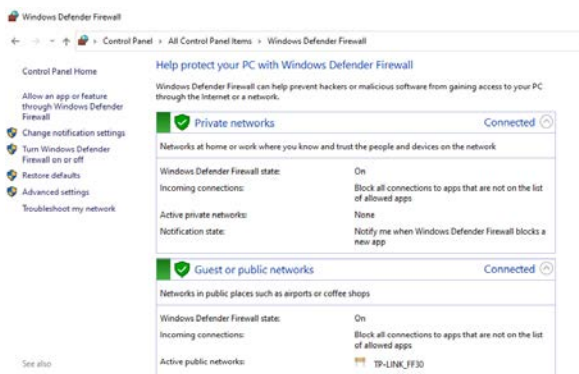


Рис.6. Программный брандмауэр Windows включен во всех типах сетей.

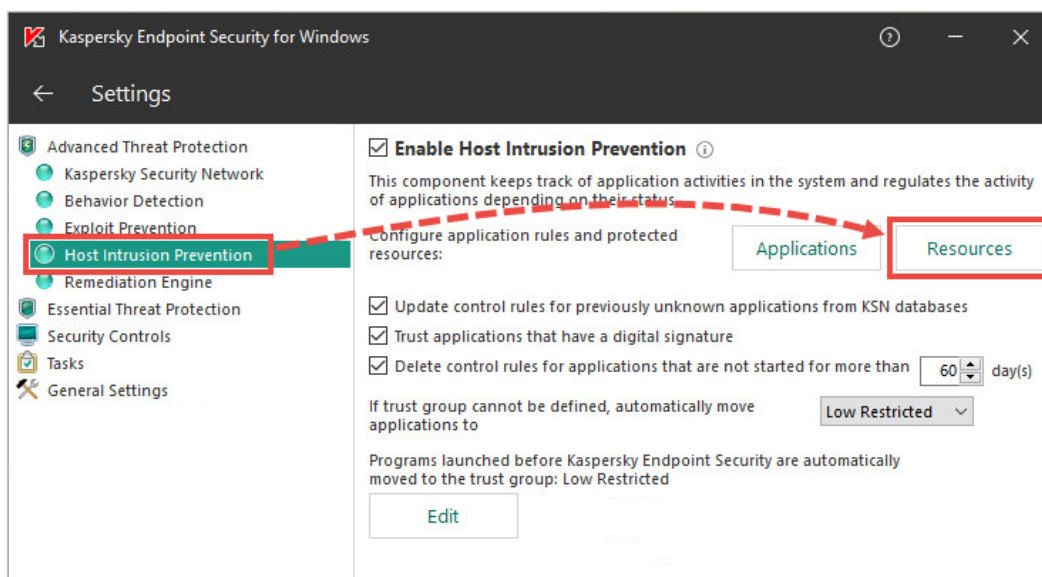


Рис.7. Антивирус Касперского, содержащий мощные модули защиты от сетевых угроз.

Поэтому, как специалисту по безопасности, важно обнаружить (путем сканирования всех открытых портов) и закрыть все те порты, которые не используются сервером или системой, чтобы предотвратить нарушение безопасности. Правильные и обновленные брандмауэры также помогают проверять пакеты данных, которые ваша система будет отправлять и получать по сети. Метод блокировки логических портов в конечном итоге заблокирует те порты, которые не используются данной конкретной системой [4].

#### Список используемых источников:

1. What is a computer port? | Ports in networking. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cloudflare.com/learning/network-layer/what-is-a-computer-port/> (дата обращения 05.11.2020).
2. Are open ports a security risk? [Электронный ресурс]. URL: <https://lifars.com/2020/10/are-open-ports-a-security-risk/> (дата обращения 10.11.2020).
3. What is a Firewall? - Definition & Explanation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/firewall> (дата обращения 13.11.2020).
4. ports-and-its-security. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.w3schools.in/cyber-security/ports-and-its-security/> (дата обращения 17.11.2020).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОЧНОГО КРИТЕРИЯ ФИШЕРА ДЛЯ АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТРИК ИНСТАНСОВ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Г.Т. Абраменко, С.А. Кошелева, И.Е. Пестов, П.О. Федоров.**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматривается проблема информационной безопасности инстансов облачной инфраструктуры. Она также описывает возможность использования точного алгоритма Фишера, для оценки значимости различий между фактическими данными, полученными в результате экспериментальной проверки методики выявления аномалий в сфере информационной безопасности, и теоретическими.*

*облачная инфраструктура, информационная безопасность, методика, критерий Фишера*

Метод используется для оценки значимости различий между фактическими данными, полученными в результате экспериментальной проверки методики выявления аномалий в сфере информационной безопасности, и теоретическими [1].

Точный критерий Фишера, применяется при сравнении малых выборок. Это обусловлено высокой вычислительной сложностью критерия, что в свою очередь влияет на необходимые вычислительные ресурсы. Так же необходимо отметить, что критерий довольно точен. Это позволяет использовать его в исследованиях с небольшим числом наблюдений [2].

Для оценки эффективности метода использовалась тестовая облачная инфраструктура [3] на базе комплекса проектов свободного программного обеспечения OpenStack [4] с двумя виртуальными машинами и одним контейнером.

Оценка эффективности методики противодействия угрозам нарушения информационной безопасности инстансов проводилась за краткосрочный и среднесрочный период, на основе данных, полученных в результате экспериментальной проверки методики выявления аномалий.

Данная оценка основана на бинарной классификации [5], то есть классификация обнаружений истинных и ложных срабатываний. Выбор двоичного типа классификации значительно упрощает анализ эффективности системы.

В рамках данной статьи будет описано использование точного критерия Фишера при анализе зависимости истинного и ложного определения типа атаки, для теоретических и реальных данных. Истинным определением типа, обнаруженной аномалии, будем считать ситуацию, когда тип обнаруженной аномалии, вызванной сторонним вмешательством специализированного программного продукта определен верно ( $t$ ). Ложным определением типа,

обнаруженной аномалии, будет ситуация когда тип обнаруженной аномалии, определен не верно (f) [6].

При анализе используются:

- Коэффициент истинного определения типа вычисляется по формуле 1 и характеризует количество верно определенных аномалий по отношению к общему числу аномалий:

$$T = \frac{t}{N} * 100\% \quad (1)$$

- Коэффициент ложного определения типа вычисляется по формуле 2 и характеризует количество ложных определенных аномалий по отношению к общему числу аномалий:

$$F = \frac{f}{N} * 100\% \quad (2)$$

Используются два набора данных, при краткосрочном и среднесрочном периодах прогнозирования, для каждого из наборов рассчитывается точный критерий Фишера. По формуле 3 вычисляется точный критерий Фишера для теоретических данных.

$$P = \frac{(Tk_{teor}+Fk_{teor})!*(T_{steor}+F_{steor})!*(Tk_{teor}+T_{steor})!*(Fk_{teor}+F_{steor})!}{Tk_{teo}!*Fk_{teor}!*T_{steor}!*F_{steor}!*N!}, \quad (3)$$

где:

$Tk_{teor}$  – коэффициент Т при краткосрочном периоде прогнозирования, для теоретических данных;

$Fk_{teor}$  – коэффициент F при краткосрочном периоде прогнозирования, для теоретических данных;

$T_{steor}$  – коэффициент Т при среднесрочным периоде прогнозирования, для теоретических данных;

$F_{steor}$  – коэффициент F при среднесрочным периоде прогнозирования, для теоретических данных;

N – общее количество измерений.

Для расчета точного критерия для экспериментальных данных используется формула 4:

$$P = \frac{(Tk_{exp}+Fk_{exp})!*(T_{sexp}+F_{sexp})!*(Tk_{exp}+T_{sexp})!*(Fk_{exp}+F_{sexp})!}{Tk_{exp}!*Fk_{exp}!*T_{sexp}!*F_{sexp}!*N!}, \quad (4)$$

где:

$Tk_{exp}$  – коэффициент Т при краткосрочном периоде прогнозирования, для экспериментальных данных;

$Fk_{exp}$  – коэффициент F при краткосрочном периоде прогнозирования, для экспериментальных данных;



$T_{sexp}$  – коэффициент  $T$  при среднесрочным периоде прогнозирования, для экспериментальных данных;

$F_{sexp}$  – коэффициент  $F$  при среднесрочным периоде прогнозирования, для экспериментальных данных.

Преимуществом описываемого метода является соответствие полученного критерия точному значению уровня значимости  $P$  [7].

Взяв за основу проведенную оценку эффективности методики противодействия угрозам нарушения информационной безопасности инстансов, необходимо провести экспериментальную оценку.

Экспериментальные данные параметров  $t$  и  $f$ , для краткосрочного и долгосрочного периода, представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Экспериментальные значения параметров  $t$  и  $p$

	$t$	$f$
Краткосрочный период		
Экспериментальные данные	83	17
Среднесрочный период		
Экспериментальные данные	326	74

Расчет точного критерия Фишера, для теоретических данных:

$$P_{teor} = 0.065.$$

ТАБЛИЦА 2. Экспериментальные значения коэффициентов  $T$  и  $P$

	$T$	$P$
Краткосрочный период		
Экспериментальные данные	78	22
Среднесрочный период		
Экспериментальные данные	85	15

Результаты экспериментальной оценки в таблице 2 свидетельствуют о достаточной точности методики противодействия угрозам нарушения информационной безопасности инстансов облачной инфраструктуры. Коэффициент истинного определения типа угрозы для краткосрочного периода равен 80%, а для среднесрочного периода 78% [8].

Результаты теоретической оценки и экспериментальной проверки, представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Сравнительная таблица

	$T$	$F$
Экспериментальные данные		
Краткосрочный период	78	22
Среднесрочный период	85	15
Теоретические данные		



Краткосрочный период	74	26
Среднесрочный период	81	19

Расчет точного критерия Фишера, для экспериментальных данных:  
 $P_{exp} = 0.063$ .

Расчет точного критерия Фишера, для теоретических данных:  
 $P_{teor} = 0.065$

Различие в данных, полученных при теоретических и экспериментальных расчетах обусловлены:

- Вариативностью нагрузки, генерируемой программным продуктом, эмулирующим атаку на инстанс облачной инфраструктуры [9];
- Вычислительными ресурсами операционной системы виртуальной машины, на которой проводились исследования, в частности особенностями их использования. Например, увеличенное потребление ресурсов при включении и выключении виртуальной машины [10].

Основываясь на полученных значениях  $P_{exp} \sim P_{teor}$  можно сделать вывод, что различия между наборами данных незначительны. Это делает возможным использования описанного метода противодействия угрозам нарушения информационной безопасности инстансов облачной инфраструктуры на практике.

#### **Список используемых источников:**

1. Котенко И. В. Интеллектуальные механизмы управления кибербезопасностью //Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2009. – Т. 41. – С. 74-103.
2. Гельфанд А. М., Косов, Н. А., Красов, А. В., Орлов, Г. А. Защита для распределенных отказов в обслуживании в облачных вычислениях //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 329-334.
3. Сахаров Д.В., Левин М.В., Фостач Е.С., Виткова Л.А. Исследование механизмов обеспечения защищенного доступа к данным, размещенным в облачной инфраструктуре / // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. № 2. С. 40-46.
4. Темченко В. И., Цветков А. Ю. Сравнительный анализ IAAS (OpenStack) и PAAS (OpenShift) //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). – 2020. – С. 272-276.
5. Branitskiy A., Kotenko I. Network anomaly detection based on an ensemble of adaptive binary classifiers // Lecture Notes in Computer Science. 2017, Т. 10446 LNCS. С. 143-157.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ИНТРОСПЕКЦИИ В LINUX ДЛЯ ТРАССИРОВКИ СОБЫТИЙ

**Г.Т. Абраменко, М.В. Мельник**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье описывается инструмент для компенсации ограничений ядра в случаях, когда требуется высокопроизводительная обработка пакетов. Развитие этого инструмента до его расширенной версии eBPF. В новой версии BPF увеличено количество регистров и разрешенный размер программы, добавлена JIT-компиляция и создан верификатор, проверяющий программы на безопасность. Новые программы BPF могут запускаться не только при обработке пакетов, но и в ответ на многочисленные события ядра. Это открыло новые возможности использования BPF.*

***BPF, eBPF, трассировка, Linux, Ubuntu***

В современном мире большое значение занимают средства мониторинга. В информационной безопасности такие средства занимают ключевую роль для обработки подозрительных событий в сетях и в электронно-вычислительных машинах (ЭВМ). С каждым днем технологии и подходы для анализа и обработки событий и фильтрации этих событий становятся все более и более развитыми [1, 2].

Любое действие в инфокоммуникациях принято называть событием, будь то создание нового пользователя на локальном компьютере или же авторизация пользователя в сети. В рамках информационной безопасности такие события должны носить «подозрительный» характер, например удаление всех пользователей из ЭВМ, пересылка одного и того же пакета в сетях большое количество раз, чем необходимо, и другое [3,4].

Учет всех событий, какими они ни были, подразумевает использование файлов логирования или лог-файлов. Если возникнет необходимость, то такая система окажется не настроена на выполнение более сложных и специфичных задач, таких как пересчет тех или иных процессов, используемых ядром операционной системы.

Для упрощения задач мониторинга и фильтрации пакетов в сетях была изобретена технология BPF (Berkeley Packet Filter) [5], которая упростила задачу фильтрации пакетов в сети. BPF позволяет захватывать и фильтровать сетевые пакеты на уровне пользователя в 20 раз быстрее, чем другие фильтры сетевых пакетов. Популярным примером такой реализации является утилита «tcpdump». Позже, был изобретен более современный подход – eBPF (extended Berkeley Packet Filter) [6,7], который позволяет прописывать собственные правила не только фильтрации пакетов, но и событий в ОС. В eBPF увеличилось количество регистров с двух 32-битных до десяти 64-битных, что позволило свободно обмениваться дополнительной

информацией, используя параметры функций. Также, динамическое исполнение правил в практически любом месте ядра стало возможным благодаря статическому анализу кода перед непосредственной загрузкой в ядро. Такой метод предоставляет дополнительную безопасность этапом загрузки программ eBPF под названием статическим анализатором, который гарантирует, что программа не нарушит нормальный ход работы ядра операционной системы (ОС) [8]. В eBPF нет необходимости менять код ядра и пересобирать его.

В большинстве случаев, говоря о BPF, имеют в виду eBPF.

Для демонстрации работы eBPF, была взята ОС Ubuntu 20.04 и установлена модуль BPF. На рис. 1 показана установка инструмента «bpftrace», которая осуществляется с помощью команды «sudo apt-get install -y bpftrace».

```
qwerty@ubuntu:~/Desktop$ sudo apt-get install -y bpftrace
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  bridge-utils libllvm11 ubuntu-fan
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
  libbpfcc libclang1-9
The following NEW packages will be installed:
  bpftrace libbpfcc libclang1-9
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 58 not upgraded.
Need to get 22.1 MB of archives.
After this operation, 92.6 MB of additional disk space will be used.
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 libbpfcc amd64 0.12.0-2 [14.9 MB]
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 libclang1-9 amd64 1:9.0.1-12 [6,684 kB]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 bpftrace amd64 0.9.4-1 [457 kB]
Fetched 22.1 MB in 7s (3,278 kB/s)
Selecting previously unselected package libbpfcc.
(Reading database ... 254852 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../libbpfcc_0.12.0-2_amd64.deb ...
Unpacking libbpfcc (0.12.0-2) ...
Selecting previously unselected package libclang1-9.
Preparing to unpack .../libclang1-9_1%3a9.0.1-12_amd64.deb ...
Unpacking libclang1-9 (1:9.0.1-12) ...
Selecting previously unselected package bpftrace.
Preparing to unpack .../bpftrace_0.9.4-1_amd64.deb ...
Unpacking bpftrace (0.9.4-1) ...
Setting up libclang1-9 (1:9.0.1-12) ...
Setting up libbpfcc (0.12.0-2) ...
Setting up bpftrace (0.9.4-1) ...
Processing triggers for man-db (2.9.1-1) ...
Processing triggers for libc-bin (2.31-0ubuntu9.2) ...
```

Рис. 1. Установка «bpftrace»

В целях демонстрации было задано собственное правило, по которому есть условная необходимость трассировать события. С помощью «bpftrace» определяются какие события должны отслеживаться и что произойдет в ответ.

Для того, чтобы узнать количество системных вызовов на процесс воспользуемся командой «bpftrace -e 'tracepoint:raw\_syscalls:sys\_enter { @[comm] = count(); }'», результат которой представлен на рис. 2.

```
qwerty@ubuntu:~/Desktop$ sudo bpftrace -e 'tracepoint:raw_syscalls:sys_enter { @[comm] = count(); }'  
Attaching 1 probe...  
^C  
  
@[GusbEventThread]: 1  
@[packagekitd]: 1  
@[kerneloops]: 2  
@[ssh-agent]: 2  
@[HangDetector]: 2  
@[script]: 2  
@[kactivitymanage]: 2  
@[gvfs-afc-volume]: 4  
@[GpuWatchdog]: 5  
@[QXcbEventQueue]: 6  
@[ibus-extension-]: 6  
@[gsd-xsettings]: 6  
@[gsd-keyboard]: 6  
@[update-notifier]: 6  
@[gsd-media-keys]: 6  
@[ibus-x11]: 6  
@[gsd-wacom]: 6  
@[gsd-color]: 6  
@[kglobalaccel5]: 7  
@[sudo]: 7  
@[snap-store]: 8  
@[evolution-alarm]: 9  
@[xdg-desktop-por]: 12  
@[gsd-power]: 13  
@[polkitd]: 14  
@[pool-org.gnome.]: 15  
@[nautilus]: 16  
@[grafana-server]: 18  
@[at-spi2-registr]: 18  
@[containerd]: 22  
@[acpid]: 24  
@[rsyslogd]: 28  
@[ltrace]: 29  
@[bpftrace]: 29  
@[internxt-drive]: 32  
@[in:imuxsock]: 59  
@[rs:main Q:Reg]: 61  
@[systemd-resolve]: 63  
@[rsyslog-rotate]: 64  
@[avahi-daemon]: 77
```

Рис. 2. Результат выполнения созданного правила

В результате с помощью инструмента ВРФ было создано правило, которое позволяет трассировать события, необходимые для анализа. Благодаря гибкости ВРФ, было зафиксировано количество системных вызовов на процесс. ВРФ позволило создать не только собственное правило, но и выполнить его в пространстве ядра, что сэкономило время обработки запроса.

#### Список используемых источников:

1. Булатов Н.А., Виткова Л.А., Шашкин В.С. Теоретические аспекты управления информационной безопасности на предприятии // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017). Сборник научных статей VI Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2017. С. 117-122.
2. Виткова Л.А., Гаврилов А.С., Герлинг Е.Ю., Глущенко А.А. Аудит локально-вычислительных сетей органов государственной власти // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 159-163.

3. Красов, А.В., Сахаров Д.В., Ушаков И.А., Лосин Е.П. Обеспечение безопасности передачи multicast-трафика в ip-сетях. // Защита информации. Инсайд. 2017. № 3 (75). С. 34-42.
4. Ушаков И.А. Обнаружение инсайдеров в корпоративной компьютерной сети на основе технологий анализа больших данных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2019. № 4. С. 38-43.
5. McCanne S., Jacobson V. The BSD Packet Filter: A New Architecture for User-level Packet Capture //USENIX winter. – 1993. – Т. 46.
6. Ларин, Д. В. Средства захвата и обработки высокоскоростного сетевого трафика / Д. В. Ларин, А. И. Гетьман // Труды Института системного программирования РАН. – 2021. – Т. 33. – № 4. – С. 49-68.
7. Ковалев М. Г., Терехов А. Н. Отслеживание пути сетевых пакетов в ядре Linux с использованием технологии EBPf // Современные технологии в теории и практике программирования: сборник материалов конференции, Санкт-Петербург, 23 апр. 2020 г. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 116-117.
8. Дэвид К., Лоренцо Ф. BPF для мониторинга Linux: пер. с англ. СПб: Питер, 208 с.

## РАЗРАБОТКА СЕРВЕРА АУТЕНТИФИКАЦИИ НА БАЗЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ASTRA LINUX

**М.В. Акилов, А.В. Докшина, А.Д. Докшин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В представленной статье рассмотрен принцип организации безопасности беспроводных сетей IEEE 802.11. Небольшие Wi-Fi сети, как правило, защищены с помощью одной общей парольной фразы для каждой SSID, но этот подход крайне небезопасен и неэффективен. Решение данной проблемы заключается в реализации сервера аутентификации пользователей на базе операционной системы Astra Linux с использованием LDAP базы данных. Для оценки эффективности данного метода аутентификации было проведено нагрузочное тестирование, результаты которого представлены в данной статье.*

***аутентификация; IEEE 802.11; FreeRADIUS; FreeIPA; Astra Linux; нагрузочное тестирование***

С каждым годом технология сетей семейства IEEE 802.11 становится все более распространенной и популярной. Сегодня лишь немногие организации внедряют сети без использования беспроводных технологий. Современные компании создают гибкие рабочие пространства, где сотрудники могут продуктивно работать независимо от того, где расположены их рабочие места. Беспроводное подключение к сети является ключевой частью этого процесса [1].

Несмотря на ряд преимуществ беспроводной сети, необходимо уделять информационной безопасности особое внимание. Поскольку сигнал может быть доступен за пределами здания, есть возможность подключения к сети или прослушивание со стороны злоумышленника. Опираясь на возможные риски, IT-администраторы принимают меры для защиты своих организаций. Один из способов повышения информационной безопасности – использование IEEE 802.1x аутентификации пользователей, который применяется для безопасного взаимодействия устройств с точками доступа. Исторически, рассматриваемый стандарт использовался только крупными организациями, такими, как университеты, больницы, но из-за угроз в кибербезопасности данный стандарт становится доступным и для малых предприятий [2].

Цель представленной работы заключается в реализации LDAP решения для аутентификации пользователей в беспроводной сети на базе операционной системы Astra Linux. Использование механизма аутентификации беспроводных устройств с помощью LDAP отличается рядом преимуществ, таких, как регулирование доступа пользователей и использование единой центральной базы данных. Для компаний, использующих технологии LDAP, аутентификация в беспроводной сети

осуществляется через интеграцию с RADIUS-сервером. Сервер RADIUS выступает в качестве прокси-сервера для службы каталогов, обеспечивая безопасный вход для каждого пользователя, который пытается авторизоваться при подключении к беспроводной сети [3].

Astra Linux – компьютерная операционная система, разработанная для использования в вооруженных силах Российской Федерации. Рассматриваемая операционная система устанавливается во всех организациях, которые связаны с безопасностью страны. Astra Linux получил сертификацию Министерства обороны России и Федеральной службы безопасности (ФСБ) [4].

Данная операционная система доступна для домашнего и корпоративного использования. Преимущество внедрения Astra Linux заключается в том, что это позволяет полностью отказаться от операционных систем зарубежного производителя [5].

На базе операционной системы Astra Linux для аутентификации, авторизации и учета пользователей в качестве LDAP базы данных было использовано бесплатное программное обеспечение FreeIPA. FreeIPA - это проект с открытым исходным кодом, спонсируемый Red Hat, целью которого является предоставление легко управляемого пакета Identity, Policy and Audit (IPA), в первую очередь предназначенного для систем под управлением операционной системы Linux. FreeIPA имеет ряд преимуществ: он легок в установке, имеет удобный графический интерфейс, а также хранит данные о всех пользователях, которым будет разрешено авторизоваться в сети.

За авторизацию и аутентификацию данных в Astra Linux отвечает программное обеспечение FreeRADIUS. FreeRADIUS является одной из самых популярных реализаций RADIUS – сервера, так как программное обеспечение находится в свободном доступе. Для настройки FreeRADIUS пользователю необходимо взаимодействовать с конфигурационными файлами, что не всегда бывает удобно. Также для работы сервера авторизации требуется централизованная база данных пользователей, а также протокол взаимодействия с этой базой. В качестве такого протокола может выступать LDAP [6].

Структурная схема реализации представлена на рис. 1. Данный рисунок демонстрирует аутентификацию пользователей в соответствии со стандартом IEEE 802.1x. Централизованная аутентификация в этом случае организовывается с использованием беспроводной точки доступа (ТД) и требует развертывания AAA сервера в сети, а также организации взаимодействия пользователей с ТД и с этим сервером [7]. Данная задача реализуется с помощью протоколов EAP и RADIUS.

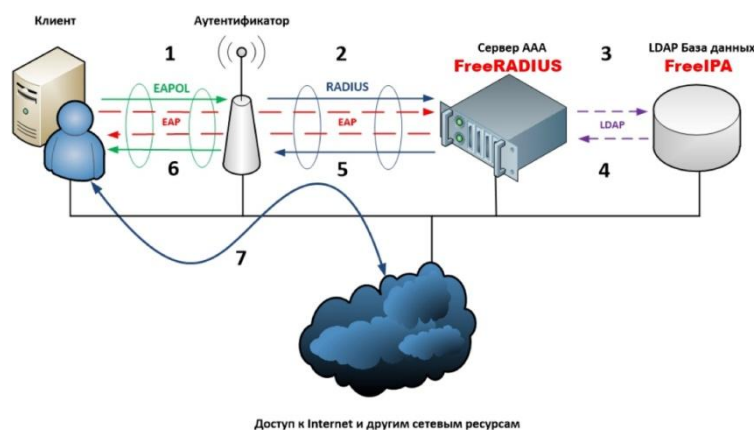


Рис. 1. Реализация RADIUS аутентификации на базе ОС Astra Linux

Для оценки эффективности использования аутентификации на базе операционной системы Astra Linux было произведено нагрузочное тестирование: для одного пользователя и группы пользователей, проходящих аутентификацию одновременно.

Для проверки взаимодействия FreeRADIUS с FreeIPA была произведена тестовая авторизация пользователя при помощи команды `radtest`. На рис. 2. представлен пример тестовой аутентификации, где имя пользователя - `admin`, пароль – `adminadmin`, порт для RADIUS аутентификации 1812, общий секрет – `testing123`. Результат тестовой аутентификации – `Access-Accept`. Данный ответ означает, что тестовая авторизация прошла успешно и можно переходить к параллельному тестированию.

```
alex@ipa:~$ sudo radtest admin adminadmin localhost 1812 testing123
Sent Access-Request Id 159 from 0.0.0.0:40976 to 127.0.0.1:1812 length 75
  User-Name = "admin"
  User-Password = "adminadmin"
  NAS-IP-Address = 192.168.0.50
  NAS-Port = 1812
  Message-Authenticator = 0x00
  Cleartext-Password = "adminadmin"
Received Access-Accept Id 159 from 127.0.0.1:1812 to 0.0.0.0:0 length 20
```

Рис. 2. Тестирование RADIUS аутентификации

Разработка методики нагрузочного тестирования при параллельной аутентификации пользователей. Нагрузочное тестирование Radius сервера производится при помощи утилиты `Radperf`. Данная утилита определяет эффективность сервера для аутентификации и авторизации пользователей. `Radperf` помогает выявить время, которое необходимо для параллельной авторизации определенного количества пользователей [8].

Для установки `Radperf` в ОС Linux необходимо использовать команду – `rpm -ivh radperf-2.0.1-1.el7.x86_64.rpm`. После установки – необходимо создать файл, где будут прописаны все учетные данные, которые задействованы в параллельном тестировании. Непосредственно для запуска теста необходимо использовать команду `/radperf -A1,5 -c 10, -p 10, -s -f radperf.data localhost auth YOURSECRET`, где `c` и `p` – это нагрузка на Radius



сервер, radperf.data - файл, в котором прописаны учетные данные пользователей, которые будут проходить проверку в LDAP базе данных.

Нагрузочное тестирование. Для анализа производительности сервера было проведено параллельное нагрузочное тестирование системы. При выполнении нагрузочного тестирования предварительно было добавлено 40 пользователей в LDAP базу данных FreeIPA. Пользователи одновременно проходили аутентификацию при подключении к сети. Для параллельной аутентификации пяти пользователей потребовалось 5 секунд, для 20 пользователей – 7 секунд. Показатели при параллельной нагрузке представлены на рис. 3.



Рис. 3. Время авторизации при параллельной нагрузке

Одновременно с экспериментом осуществлялся мониторинг загрузки процессора компьютера. В данном случае на сервере установлены процессор Intel Core i5-9400F и 8 Gb оперативной памяти. На рис. 4. представлен график загрузки процессора. При параллельной авторизации от одного до 20 пользователей – загрузка процессора держится в районе 30%, а при аутентификации от 30 до 40 пользователей – загрузка процессора возросла до 35%.

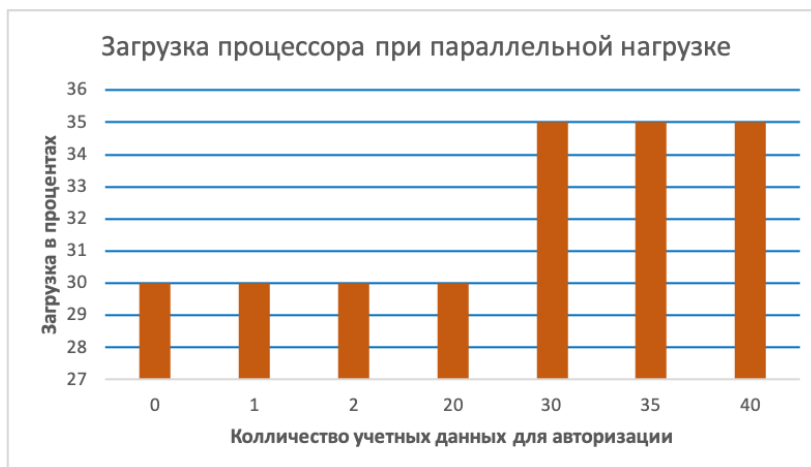


Рис. 4. Загрузка процессора при параллельной нагрузке

**Заключение.** Для защиты от основных атак на беспроводные сети была представлена концепция для аутентификации и авторизации пользователей при помощи LDAP базы данных. Исследование показало, что сервер для аутентификации пользователей на базе операционной системы Astra Linux полностью справляется с нагрузкой, о чем свидетельствуют данные, полученные при проведении тестирования. Представленное решение может быть применено в реальных проектах, требующих повышенного уровня информационной безопасности.

**Список используемых источников:**

1. Ковцур М.М., Симанов М.С. Анализ особенностей организации авторизации пользователей в сетях коллективного доступа стандарта IEEE 802.11 // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019) сборник научных статей VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции : в 4 т.. 2019. С. 537-541.
2. Сахаров Д.В., Красов А.В., Ушаков И.А., Бирих Э.В. Моделирование защищенной масштабируемой сети предприятия с динамической маршрутизацией на основе IPv6 // Защита информации. Инсайд. 2020. № 1 (91). С. 51-57.
3. Докшин А.Д., Даньшина А.В., Ковцур М.М., Юркин Д.В. Исследование подходов авторизации пользователей беспроводной сети на основе LDAP // Аллея Науки. 2020 Информационные и коммуникационные технологии. №3 (42).
4. Мясников А.А. Особенности разработки автоматизированных систем под операционной системой "Astra Linux" // Студенческий вестник. 2019. № 45-7 (95). С. 82-83.
5. Цветков А.Ю. Исследование существующих механизмов защиты операционных систем семейства Linux // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 657-662.
6. Штеренберг С.И. Разработка комплекса мер для защиты предприятия от фишинговых атак / Штеренберг С.И., Стародубцев И.В., Шашкин В.С. // Защита информации. Инсайд. 2020. № 2 (92). С. 24-31.
7. Денисов Ю. Исследуем безопасность Wi-Fi. Практика обхода механизмов защиты // Системный администратор. 2012. № 9 (118). С. 70-72.
8. Смирнова, Е.В., Пролетарский, А.В. и др. Технологии беспроводных сетей Wi-Fi // Е.В. Смирнова А.В. Пролетарский. -М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2017. С. 446.

## БЛОКЧЕЙН И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

**М.В. Акилов, Д.А. Орлов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Технология блокчейн является достаточно молодой и перспективной, а ее развитие может серьезно повлиять на устройство мира, поскольку она позволяет совершать транзакции в отсутствие централизующего органа. Основная сфера применения блокчейна – экономика, однако, технология потенциально полезна для самых разных отраслей. В статье представлен краткий обзор технологии и ее возможных применениях в различных областях.*

**блокчейн, децентрализованная система, криптография, токен, информационные технологии, обзор блокчейна**

Разработка криптовалюты (биткоин) программистом Сатоши Накамото в 2009 г. положила начало развитию такой технологии, как блокчейн. Появление биткоина вызвало обеспокоенность у финансовых организаций в связи с тем, что данная криптовалюта предлагала независимость от какого-либо централизованного воздействия. Данное свойство достигается благодаря технологии блокчейн, ставшей основой при разработке криптовалюты.

Блокчейн представляет собой технологию децентрализованного распределения хранения данных о транзакциях, совершенных участниками данной системы.

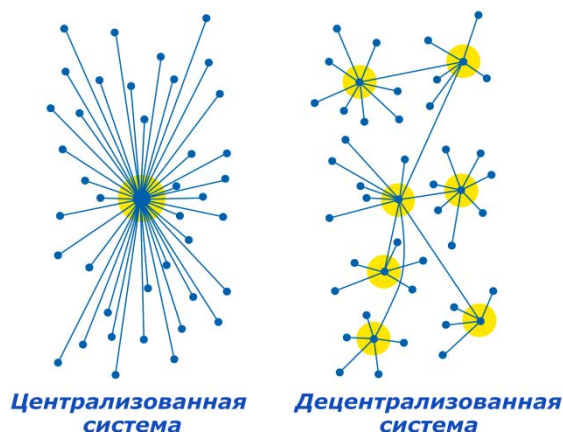


Рис.1 – Схемы централизованной и децентрализованной систем

Блокчейн состоит из последовательно соединенных блоков. Связь между блоками обеспечивается с помощью записи в заголовок каждого последующего блока хэша предыдущего. Разорвать или изменить такую связь возможно только посредством пересчета каждого заголовка и сбора цепочки с точки разрыва заново. При этом необходимо использовать

эквивалентные или большие вычислительные ресурсы, чем при сборке изначальной цепочки блоков.

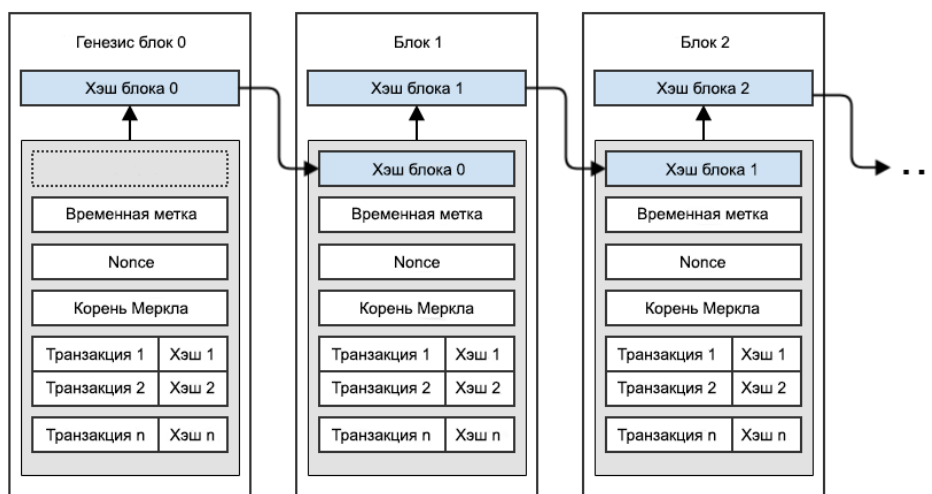


Рис. 2 – Цепочка блоков

Блокчейн является сформированной участниками распределенной и децентрализованной базой данных, в которой ввиду хронологической записи и публичного подтверждения транзакций всеми участниками сети невозможно фальсифицировать данные. Основной и главной особенностью данной технологии является использование алгоритмов математического вычислений и исключение человеческого фактора при принятии системой решений [1].



Рис.3 – Плюсы и минусы блокчейна [2]

Криптография является важной частью блокчейна, поскольку именно от криптозащищенности зависит его безопасность.

В блокчейне для идентификации используется пары открытого и закрытого ключей. Адрес создается на основе открытого ключа, поэтому ключевая пара и является кошельком (узлом) системы. Генерация данных ключей осуществляется с помощью алгоритма, основанного на криптографии

эллиптических кривых, которая популярна в блокчейнах ввиду меньшего размера ключей и записей.

Удостоверением для перемещения монет (токенов) между кошельками в технологии блокчейн выступает уникальный закрытый ключ пользователя. С его помощью он создает криптографическую подпись транзакции, удостоверяя таким образом свои полномочия как владельца кошелька. Закрытый ключ кошелька является единственным подтверждением владения токенами, и любое лицо, получившее копию данного ключа, будет иметь в блокчейне возможности его владельца. Исходя из этого существует необходимость в обеспечении наивысшей безопасности закрытых ключей пользователей [1].

Вычисление хэш-функций позволяет связывать блоки между собой, гарантируя неизменяемость данных. В заголовок каждого последующего блока включается хэш предыдущего. Таким образом составляется неразрывная цепочка.

Отсутствие необходимости доверия между участниками в технологии блокчейн достигается благодаря системе децентрализованного управления, которая выступает аналогом онлайн голосования, постоянно проводимого всеми узлами сети. Различные блокчейны имеют различные формы голосования, однако все публичные для формирования единственно правильной последовательности блоков требуют достижения большинства или консенсуса [1].

Существует множество алгоритмов консенсуса [3]:

- Proof-of-Work (PoW) – доказательство работы;
- Proof-of-Stake (PoS) – доказательство доли;
- Proof-of-Authority (PoA) – доказательство полномочий.
- Delegated Proof-of-Stake (DPoS) – делегированное доказательство доли владения. Разновидность алгоритма PoS;
- Leased Proof of Stake (LPoS) – арендованное доказательство доли владения. Разновидность алгоритма PoS;
- Proof-of-Importance (PoI) – доказательство значимости. Разновидность алгоритма PoS;
- Proof-of-Space (PoSpace) или Proof-of-Capacity (PoC) – доказательство работоспособности или пространства;
- Proof-of-Burn (PoB) – доказательство сжигания;
- Proof-of-Elapsed-Time (PoET) – доказательство истекшего времени;
- и др.

Каждый блок в блокчейн содержит «сводку» всех транзакций блока, используя дерево Меркла. Деревья Меркла позволяют эффективно проверить транзакции. Вместо изучения всего массива данных достаточно изучить отдельные хеши в дереве, что сильно снижает затраты вычислительной мощности на весь процесс.

Технология блокчейн имеет широкий спектр возможного применения в различных областях[4]:

*Хранение на распределенном облаке.* Технология блокчейн предлагает возможность хранения данных и файлов в P2P сети, т.е. хранение одной из копий на каждом сетевом узле. Таким образом, имея несколько копий в разных частях сети, система становится более безопасной.

*Управление идентификацией.* Технология блокчейн позволяет пользователям создавать свой собственный тест цифровой идентификации, что может заменить имена учетных записей и пароли онлайн пользователей.

*Регистрация и верификация данных.* Технология блокчейн позволяет использовать ее в качестве хранилища любой информации, создавая неизменный распределенный регистр, который является более безопасным, чем в традиционных базах данных.

*Автоматическое выполнение контрактов.* Ряд блокчейнов включают в себя возможность создавать так называемые умные контракты, которые включают условия договора между его сторонами и хранят ее в блокчейн. Технология, при соблюдении ряда указанных в контракте условий, автоматически исполняет договор. Таким образом, исключаются вмешательства третьей стороны, а также посредники, что сокращает денежные затраты.

*Нотариальные услуги.* Использование блокчейна позволяет создавать неизменные записи и отследить документ и цепь событий. Технология позволяет проверить подлинность любого документа, который был в ней зарегистрирован, что исключает необходимость в подтверждении.

*Система электронного голосования.* Блокчейн решает одну из основных проблем системы электронного голосования – анонимность. Блокчейн может гарантировать, что человек не будет иметь возможности проголосовать более одного раза. К тому же технология обеспечивает конфиденциальность и валидность голоса. Электронное голосование позволит повысить скорость и значительно снизить стоимость выборов. Система такого типа может быть использована для любого вида и масштаба голосования.

*Применение в военном деле.* Агенство передовых проектов оборонных исследований (DARPA) предлагает использовать блокчейн для создания сервиса безопасного обмена сообщениями. Их предложение направлено на развитие платформы, которое способно осуществлять передачу сообщений с помощью децентрализованного протокола для обеспечения большей безопасности, через несколько каналов. Помимо этого, есть и другие инициативы среди которых возможность блокировки или разблокировки автоматического оружия и военных транспортных средств в зависимости от того, кто пытается им воспользоваться.

*Игровая индустрия.* На основе блокчейна и умных контрактов можно представить игровые предметы в форме уникальных невзаимозаменяемых токенов.

*Логистика медицинских товаров.* Примером является распределенное приложение Patientory, основанное на технологии блокчейн, которое предоставляет пользователям данные об их состоянии здоровья.

Таким образом, возможности блокчейна весьма многогранны, и можно придумать и реализовать множество выгодных, полезных и интересных применений данной технологии в различных областях.

**Список используемых источников:**

1. Табернакулов А. Блокчейн на практике / Александр Табернакулов, Ян Койфманн. — Москва: Альпина Паблишер, 2019. — 260 с.
2. Как блокчейн меняет мир? Применение, плюсы и минусы блокчейн. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://1234g.ru/novosti/blokchejn-menyuet-mir> (дата обращения 20.11.2021). – Заглавие с экрана.
3. Как устроены алгоритмы консенсуса в блокчейнах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://businessfm.kz/business/finance/kak-ustroeny-algoritmy-konsensusa-v-blokchejnah> (дата обращения 20.11.2021). – Заглавие с экрана.
4. Федотова В.В., Емельянов Б.Г., Типнер Л.М. Понятие блокчейн и возможности его использования // European science. 2018. №1 (33). С. 40-48.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТЕГОАНАЛИЗА И ПОСЛЕДНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТЕГАНОГРАФИИ

**К.А. Ахрамеева, М.В. Бочаров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире в ряде случаев, когда применение криптографии невозможно с точки зрения законодательства конкретной страны или по некоторым другим причинам использование методов цифровой стеганографии для сокрытия конфиденциальной информации является как никогда актуальным. В рамках цифровой криминалистики стегоаналитиками применяются различные методы анализа покрывающих объектов для обнаружения факта погружения дополнительной информации. Для решения этой задачи существует ряд специального программного обеспечения и иные инструменты, которые представлены в данной статье с учетом последних изменений в области стеганографии.*

### *стеганография, цифровая криминалистика, Linux, бинарные анализаторы*

Информационная безопасность – обширная отрасль, которая в настоящее время получает всё большую востребованность. Поскольку в настоящее время преобладающим способом информационного обмена является сеть Интернет, проблемы конфиденциальности и безопасности данных как никогда актуальны. Сегодня для решения этих проблем используются методы следующих научных направлений: криптографии и стеганографии. Криптография обеспечивает конфиденциальность (невозможность прочтения информации посторонними) и целостность данных (невозможность незаметного изменения информации), а также аутентификацию (проверка подлинности авторства). Одной из целей использования стеганографии является невозможность использования криптографии по закону или ее нестойкость при слабых шифрах [1]. Методы стегоанализа наибольшее практическое применение получили в области цифровой криминалистики. Для проведения судебных экспертиз и розыскных мероприятий используется специальное программное обеспечение, использующее принципы и методы, разработанные в области стеганографии [2].

Программное обеспечение, используемое в области цифровой криминалистики, можно подразделить на несколько типов:

1. Специальные дистрибутивы операционных систем (ОС) для проведения цифровых экспертиз. Дистрибутив ОС – набор программного обеспечения, включающий ОС и готовые программные компоненты. Примеры дистрибутивов, применяемых в области цифровой криминалистики: Kali Linux, Parrot OS.

2. Программные фреймворки в области цифровой криминалистики. Под фреймворком понимается набор программных функций, позволяющий применять их при разработке собственных программ. Примеры наиболее

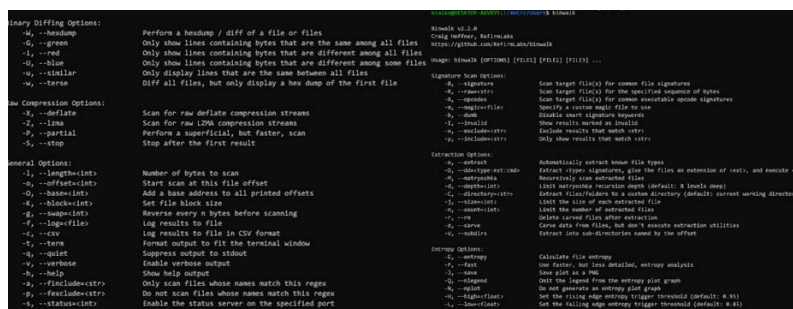


популярных фреймворков: Digital Forensics Framework [3], Open Computer Forensics Architecture [4].

3. Бинарные анализаторы. Бинарные анализаторы – программное обеспечение, позволяющее производить анализ битовых структур файлов различных форматов. Примеры: radare2 [5], binwalk [6].

Наиболее важным с точки зрения практического использования для совершения атак на СГС является последний из перечисленных выше типов программных инструментов. Принцип работы такого программного обеспечения основан на анализе подписей или сигнатур файлов. Так называемое magic number (магическое число) [7] или сигнатура – последовательность бит, используемая для однозначной идентификации ресурса или данных. С помощью этой подписи бинарные анализаторы определяют тип файла. Поиск сигнатуры происходит не только в начале файлов, сканируется вся двоичная структура, поэтому данный тип инструментов может быть использован для реализации атак на СГС, использующих вложение одного типа файла в другой. Например, RARJPEG – способ объединения архива и изображения в одном файле, принцип которого основан на помещении в начало файла данных изображения, а в конец – данных архива. Бинарный анализатор считывает все сигнатуры в RARJPEG файле и определяет наличие двух подписей, соответствующих файлам форматов RAR и JPEG. Также стоит отметить, что бинарные анализаторы могут выполнять энтропийный анализ, позволяющий оценить отношение бит, имеющих случайное распределение, в двоичной структуре файлов к общему числу бит [6]. Чем больше значение энтропии, полученное в результате анализа, тем с большей степенью уверенности можно судить о наличии измененных данных в файлах.

В данной работе в качестве наиболее распространенного инструментария в области цифровой криминалистики для стегоанализа рассмотрен бинарный анализатор binwalk. Бинарные анализаторы являются достаточно серьезными инструментами стегоанализа, т.к. позволяют производить энтропийный анализ бинарных структур файлов всех форматов. Преимуществом рассматриваемого бинарного анализатора является кроссплатформенность, программой поддерживается работа на следующих ОС: Windows, Linux, Mac OS, FreeBSD. Список поддерживаемых опций приведен на рис. 1.



```
Binary Diffing Options:
  -b, --hexdump          Perform a hexdump / diff of a file or files
  -G, --gram            Only show lines containing bytes that are the same among all files
  -D, --diff            Only show lines containing bytes that are different among all files
  -B, --blue            Only show lines containing bytes that are different among some files
  -s, --similar         Only display lines that are the same between all files
  -r, --reverse        Diff all files, but only display a hex dump of the first file

Compression Options:
  -a, --deflate         Scan for raw deflate compression streams
  -l, --lma            Scan for raw LZMA compression streams
  -F, --partial        Perform a non-final, but faster, scan
  -S, --stop           Stop after the first result

General Options:
  -l, --length<int>   Number of bytes to scan
  -o, --offset<int>   Start scan at this file offset
  -A, --base<int>     Add a base address to all printed offsets
  -k, --blocksize      Set file block size
  -B, --blockcount     Reverse every n bytes before scanning
  -L, --logfiles       Log results to file
  -l, --logfiles       Log results to file in CSV format
  -v, --verbose        Format output to fit the terminal window
  -q, --quiet          Suppress output to stdout
  -V, --version        Enable verbose output
  -h, --help           Show help output
  -R, --findname<str> Only scan files whose names match this regex
  -F, --findid<hexstr> Do not scan files whose names match this regex
  -s, --status<int>   Enable the status server on the specified port

binwalk v2.2.0
  Original author: Rafikoult
  Website: https://github.com/0x0ee/binwalk
  Image: binwalk [OPTIONS] [FILE] [FILE] ...

Signature Scan Options:
  -s, --signature      Scan target file(s) for common file signatures
  -T, --rawmagic       Scan target file(s) for the specified sequence of bytes
  -C, --custommagic    Scan target file(s) for custom consecutive magic signatures
  -M, --magicfile      Specify a custom magic file to use
  -d, --depth          Define search signature depth
  -i, --include        Show results marked as included
  -e, --exclude        Exclude results that match expr
  -I, --includeonly    Only show results that match expr

Extraction Options:
  -e, --extract        Automatically extract known file types
  -t, --type-expr<str> Extract type(s) signature(s), give the files an extension of (ext), and execute cmd
  -r, --recursive      Recursively scan extracted files
  -d, --depth<int>    Limit recursive recursion depth (default: 4 levels deep)
  -D, --directory      Extract files/files to a custom directory (default: current working directory)
  -l, --limit<int>    Limit the size of each extracted file
  -n, --name<str>     Limit the names of extracted files
  -c, --copy          Delete source files after extraction
  -C, --cmd           Caret care! Run files, but only if results extraction utilities
  -s, --subdir        Extract into sub-directories named by the offset

Entropy Options:
  -e, --entropy        Calculate file entropy
  -f, --fast           Use faster, but less detailed, entropy analysis
  -g, --graph          Show plot as a graph
  -G, --log           Only the legend from the entropy plot graph
  -m, --method         Do not generate an entropy plot graph
  -M, --method         Set the filling stage entropy trigger (threshold default: 0.9)
  -I, --interval       Set the walking step entropy trigger (threshold default: 0.8)
```

Рис. 1. Основные функции бинарного анализатора binwalk

Стоит отметить, что данным анализатором поддерживается поиск по регулярным выражениям, что имеет практическую ценность для стегоаналитика в случае, если при расследовании инцидента имеются некие сведения о возможном авторе стегонаграммы или же имеется доступ к криминалистическим базам данных, в которых содержатся образцы бинарных структур модифицированных погружающих объектов. Кроме того рассматриваемый бинарный анализатор имеет библиотеку для языка программирования Python `python3-binwalk`, что является серьезным преимуществом по сравнению с другими бинарными анализаторами, т.к. может быть автоматизировано цифровым криминалистом при помощи написания скриптов для конкретных задач. В данной работе в качестве примера было проанализировано изображение, содержащее архив и закодированное при помощи алгоритма RARJPEG. Результат анализа при помощи `binwalk` представлен на рис. 2.

```
$ binwalk photo.jpg
```

DECIMAL	HEXADECIMAL	DESCRIPTION
0	0x0	JPEG image data,
10541	0x292D	Rar archive data

Рис. 2. Результат анализа RARJPEG файла при помощи утилиты `binwalk`

Как видно из рис. 2 файл содержит два компонента – изображение формата `jpeg`, а также `rar` архив. Кроме того, используя опцию «-e» анализатор может извлекать содержимое таких файлов, таким образом, в дальнейшем стегоаналитик может использовать другие утилиты для анализа битовых структур, такие как, например, `hexdump` [12]. В ходе работы так же был произведен энтропийный анализ файлов без стеговложения и с вложением при помощи стегосистемы на основе каналов с шумом [3]. При помощи опции `-E` для энтропийного анализа и опции `-J` для построения графика энтропии были просканированы два файла – `revnost.wav` (файл без стеговложения), `revnost_embed.wav` файл с вложением. Результаты приведены на рис. 3 - 4.

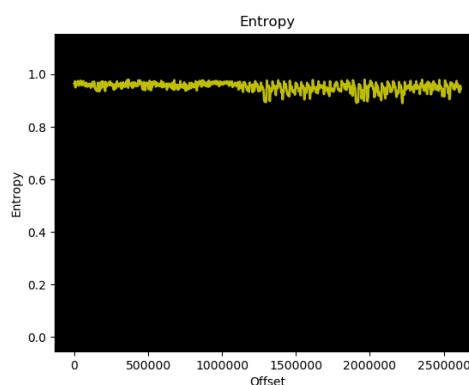


Рис. 3. Результат энтропийного анализа файла без вложения при помощи `binwalk`

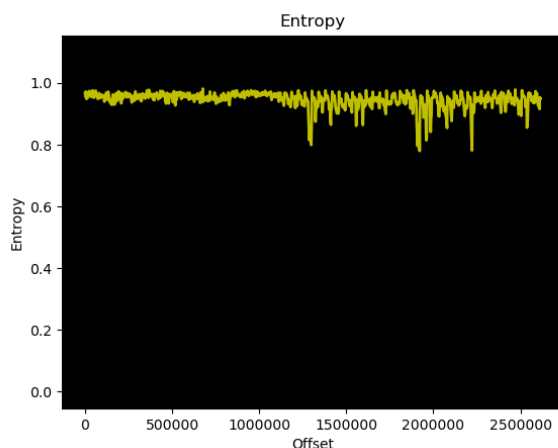


Рис. 4. Результат энтропийного анализа файла с вложением при помощи binwalk

Таким образом, binwalk позволяет судить о наличии вложения при помощи функции энтропийного анализа, так, проанализировав два файла при помощи данной утилиты стегоаналитик может судить о наличии вложения. Дальнейший анализ файлов может производиться как при помощи binwalk, так и других утилит бинарного анализа, что выходит за рамки данной работы.

СГС, описанные в работе [1], стали основополагающими для новых методов стегоанализа в области стеганографии. Современные стеганографические алгоритмы являются модификациями уже существующих СГС. Однако, стоит отметить, что проблема большинства исследований в области стеганографии заключается в ограниченных условиях проведения экспериментов: в таких работах рассматриваются случаи прохождения стегосигнала через канал связи без потерь, когда получатель принимает стегосигнал без искажений. По этой причине особый интерес представляют следующие направления исследований: модификация стеганографических алгоритмов, использующих ПО в форматах со сжатием, а также изучение влияющих помех в каналах связи и разработка СГС, учитывающих такие помехи.

Примерами исследований в области разработки модификаций СГС, использующих в качестве ПО изображения в формате JPEG являются работы Zhang'a и ряда других ученых. Так, ими был разработан алгоритм вложения, устойчивый к последствиям сжатия изображения, который основан на соотношении групп коэффициентов ДКП с использованием корректирующих кодов [8] (корректирующие коды – коды, используемые для обнаружения или исправления ошибок, возникающих при передаче информации под влиянием помех [9]). Кроме того, в настоящее время проводится большое количество исследований с применением последних программных технологий. Примером применения машинного обучения в исследованиях в области стеганографии является разработка лингвистического стегоанализа на основе обучения нейронных сетей [10]. Под нейронной сетью понимается математическая модель, а также её программная реализация, построенная по

принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей. В лингвистических СГС (Л-СГС) [1] данные погружаются в файлы текстовых документов, использующих естественные языки. Так, в работе [10] был предложен алгоритм анализа с помощью нейронной сети методов обработки естественного языка, которые используются для создания эквивалентных лингвистических преобразований, таких как замена синонимов [1] или синтаксическое преобразование [11].

Таким образом, несмотря на то, что существуют практически необнаружимые стегосистемы [1], и даже при использовании достаточно стойких алгоритмов погружения конфиденциальной информации стегоаналитик может прибегнуть к использованию современных средств анализа, что бросает достаточно серьезный вызов современным методам стеганографии.

#### **Список используемых источников:**

1. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки. Часть 1. Цифровая стеганография: монография / В. И. Коржик [и др.]; под общ. ред. проф. В. И. Коржика - СПб.: СПбГУТ, 2016 - 226 с.
2. Fridrich, J. Steganography in Digital Media: Principles, Algorithms and Applications / J. Fridrich. – 2010. – 441 с.
3. Digital Forensics Framework Github Repository [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/arxsys/dff> (дата обращения 15.11.2021).
4. Vermaas O., Simons J., Meijer R. Open computer forensic architecture a way to process terabytes of forensic disk images //Open Source Software for Digital Forensics. – Springer, Boston, MA, 2010. – С. 45-67.
5. Radare2 Linux Security Expert [Электронный ресурс]. URL: <https://linuxsecurity.expert/tools/radare2/> (дата обращения 15.11.2021).
6. Binwalk Quick Start Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/ReFirmLabs/binwalk/wiki/Quick-Start-Guide> (дата обращения 15.05.2021).
7. Wei X. et al. A Feature Extracting and Matching System Based on Magic-Number and AC-Algorithm //International Conference on Artificial Intelligence and Security. – Springer, Cham, 2021. – С. 140-151.
8. Биккенин Р. Р., Чесноков М. Н. Теория электрической связи. Случайные процессы. Помехоустойчивая передача дискретной информации: Учебное пособие - СПб.: СПбГУТ, 2001 – 157 с.
9. Небаева КА. Разработка необнаруживаемых стегосистем для каналов с шумом: дис. канд. тех. наук. СПб.: СПбГУТ. 2014.
10. Xiang, L., Guo, G., Yu, J., Sheng, V.S. and Yang, P., 2020. A convolutional neural network-based linguistic steganalysis for synonym substitution steganography. Math. Biosci. Eng, 17(2), pp.1041-1058.
11. Meral H. M. et al. Natural language watermarking via morphosyntactic alterations //Computer Speech & Language. – 2009. – Т. 23. – №. 1. – С. 107-125.
12. How Hexdump works [Электронный ресурс]. URL: <https://opensource.com/article/19/8/dig-binary-files-hexdump> (дата обращения 15.11.2021).

## ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ СТЕГАНОГРАФИЯ

**К.А. Ахрамеева, С.А. Кузнецов, И.А. Куликов, А.А. Фоминых**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлены результаты исследования, целью которого является анализ возможности использования методов лингвистической стеганографии в компьютерных играх. Оценена возможность использования методов лингвистической стеганографии в различных игровых жанрах и игровых механиках. Даны примеры использования методов лингвистической стеганографии в компьютерных играх.*

*стеганография, лингвистическая стеганография, компьютерные игры*

Методы лингвистической стеганографии позволяют осуществлять передачу скрытого сообщения с помощью внедрения этого сообщения в некоторый неприметный текст, который и является покрывающим объектом и сам по себе не содержит «полезной» (имеется в виду – никак не связан с информацией во внедряемом сообщении) для получателя информации [1]. При этом покрывающий объект считается неприметным, если он не вызывает подозрений и выглядит естественно. К примеру, частота употребления букв, когда буква «э» встречается чаще и наравне с буквой «о» («э» – 0,331%, «о» – 10,983%) [2], может выдать то, что текст не является естественным.

Среди методов лингвистической стеганографии, выделяют следующие [3]:

1) Семаграммы. Семаграммы скрывают информацию с помощью знаков или символов. Визуальные семаграммы используют обычные физические объекты или простой просмотр. При данной технике живопись, музыка, рисование, письмо или любой другой символ могут быть использованы для сокрытия информации. Текстовые семаграммы скрывают сообщение, изменяя передаваемый текст появлением изменений в типе или размере шрифта, добавляя дополнительные пробелы или различные завитки в рукописном тексте;

2) Жаргоны: Жаргоны используют языки, которые понимает группа людей, но которые не имеют смысла для других людей. Подкласс жаргонов это ключевой код, где конкретные заранее подготовленные фразы передают смысл. Ключевые коды используют наиболее краткий носитель сообщения, чтобы сигнализировать о существовании события, семантика которого была заранее спланирована;

3) Решеточные шифры: Решеточный шифр использует шаблон, который используется для сокрытия носителя сообщения и слова, которые существуют в пробелах шаблона. Возможно шифрование открытого текста путем записи его на листе бумаги через отдельный проколотый картон или листы бумаги. Когда осознанно проколотый лист помещают на сообщение,

сам текст может быть прочитан. Решеточная система имеет решающее значение для дешифровки, если только человек с решеткой может расшифровать скрытое сообщение;

4) Нулевые шифры: По некоторому заранее подготовленному набору норм нулевой шифр скрывает сообщение так, чтобы читать каждое 5 слово или представление 3-его символа в каждом слове. Нулевой шифр скрывает сообщение в огромном количестве бесполезных данных. Фактические данные могут быть смешаны с неиспользуемыми данными в любом порядке, позволяющем только человеку знающему порядок понять это.

Текстовые игры – это игры, которые используют текстовый пользовательский интерфейс из набора кодируемых символов, такие как *ASCII*, вместо растровой или векторной графики [4]. Пример подземелья из игры *Rogue* 1980 предствлен на рис. 1.

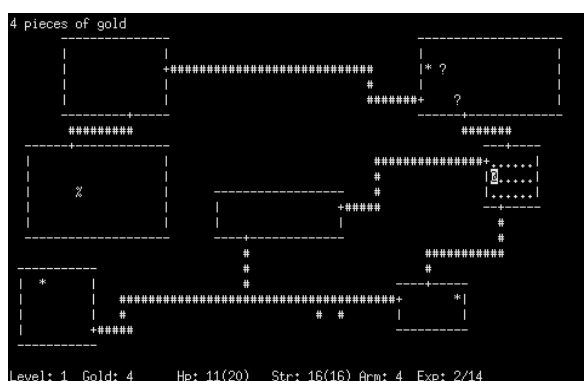


Рис. 1. Подземелье из игры *Rogue* 1980

В таких играх информация может быть спрятана в элементах интерфейса (стилизованный текст с помощью специальных символов *ASCII*) [5] или в самом игровом окружении.

Наиболее подходящие методы лингвистической стеганографии для текстовых игр:

- Семаграммы – скрытие в элементах игрового окружения или пользовательского интерфейса;
- Жаргоны – игра в особом сеттинге (к примеру, средневековье) где фразы, характерные для этого сеттинга, позволяют скрывать необходимую информацию;
- Решеточные шифры – например, для игры в стиле *Rogue* 1980 можно создать алгоритм, который будет генерировать подземелья, а в стенах подземелий оставлять по определенному шаблону некоторые символы, которые при чтении через «решетку» будут показывать скрытое сообщение;
- Нулевые шифры – в стенах подземелий игры *Rogue* 1980 можно каждый третий символ делать отличным от символа, который отвечает за стены, таким образом передавая третьим символом «0» или «1», вкладывая информацию побитово.

Визуальные новеллы – это отдельный жанр компьютерных игр, в котором зрителю демонстрируется история при помощи вывода на экран

текста, изображений, а также звукового и/или музыкального сопровождения. Степень интерактивности в таких играх обычно низка, и от зрителя лишь изредка требуется сделать определенный выбор, в частности – выбрать вариант ответа в диалоге. Персонажи этих игр обычно выполнены в стиле аниме. Пример визуальной новеллы «Бесконечное лето» представлен на рис. 2.



Рис. 2. Визуальная новелла «Бесконечное лето»

В таких играх для скрытия информации можно использовать:

- Семаграммы – скрывать информацию в элементах окружения на задних фонах. Игроки, обычно, сфокусированы на тексте, познавая историю игры, поэтому для знающих людей информация может быть скрыта в вывеске магазина на одной из игровых сцен.

Внутриигровой чат позволяет игрокам обмениваться информацией по игре и координировать действия игроков, если они преследуют общую геймлейную цель. Обычно игровой чат переполнен системными сообщениями и сообщениями игроков, но большинство чатов предлагают инструменты фильтрации: выводить только сообщения от определенных игроков, стандартный текстовый поиск и так далее. «Шумность» игрового чата делает его подходящим способом передачи скрытых сообщений. Пример чата игры *Minecraft* представлен на рис. 3.

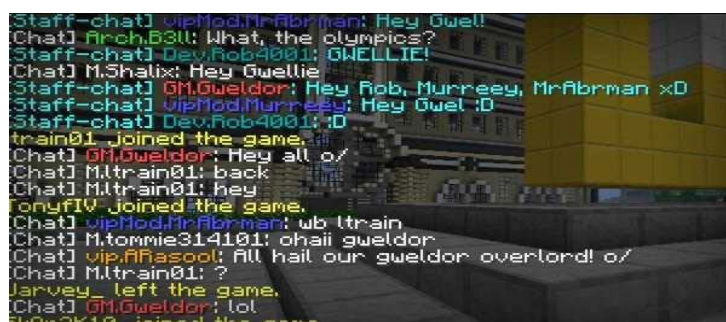


Рис. 3. Чат игры *Minecraft*

Во многих чатах присутствует ограничение на количество символов в сообщении, поэтому не все способы лингвистической стеганографии уместны при его использовании. Наиболее подходящими способами являются:



- Семаграммы – изменение количества букв или пробелов (принимается большинством игроков за простые опечатки, так как в динамичных играх игроки пишут в чат очень быстро и вероятность орфографической или пунктуационной ошибки высока);

- Нулевые шифры.

Во многих массовых многопользовательских онлайн-играх (ММО) присутствует возможность создания публичного профиля игрока, где он может публиковать различную информацию (готовность вступления в игровую группу, продажа ресурсов и так далее). Игры располагают различными редакторами, которые позволяют настраивать вид профиля по усмотрению игрока. Пример игрового профиля в игре *Sky2Fly* представлен на рис. 4.



Рис. 4. Пример игрового профиля в игре *Sky2Fly*

Игровые блоги обычно представляют более богатый инструментарий для форматирования текста, поэтому здесь могут быть уместны следующие методы лингвистической стеганографии:

- Текстовые семаграммы;
- Жаргоны – употребление игровых и геймплейных жаргонизмов и лексики;
- Нулевые шифры.

В современных компьютерных играх присутствует множество способов обмена текстовой информацией между игроками. Редакторы для форматирования текста обладают богатым функционалом, что позволяет использовать различные методы лингвистической стеганографии.

При этом не всегда передающей стороне и принимающей обязательно находится в игре в одно и то же время. Помимо передачи сообщений в играх в режиме реального времени, существуют способы и отложенной передачи или публикации текста, такие как публичные сообщения в профиле и блоге, или создание игровых посланий.



### **Список используемых источников:**

1. Бабина, О.И. Лингвистическая стеганография: современные подходы. Часть 1 / О.И. Бабина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Лингвистика». – 2015. – Т.12, №3. С. 27–33.
2. Русский алфавит. Частотность букв русского языка (по НКРЯ). Частотность русского алфавита – как часто встречается данная буква в массиве случайного русского текста: Инженерный справочник Таблицы DPVA.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://dpva.ru/Guide/GuideUnitsAlphabets/Alphabets/FrequencyRuLetters/> (дата обращения 22.11.2021).
3. Обзор различных видов лингвистической стеганографии и их применение в защите данных: Донецкий национальный технический университет Портал магистров [Электронный ресурс]. URL: <http://masters.donntu.org/2014/fknt/sokolenko/library/article10.htm> (дата обращения 22.11.2021).
4. Text-based game: Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Text-based\\_game](https://en.wikipedia.org/wiki/Text-based_game) (дата обращения 22.11.2021).
5. Rogue (video game): Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rogue\\_\(video\\_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rogue_(video_game)) (дата обращения 22.11.2021).

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩЕЙ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ДОВЕРЕННОЙ СРЕДЫ В UNIX-ПОДОБНЫХ ОС НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЦВЗ.

**В.И. Борисов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Актуальной проблемой в современном мире является защита программного продукта от незаконного использования, для этого в готовый программный продукт внедряются различные программные защиты, которые должны защитить программу от незаконной отладки и модификации с целью обхода получения лицензии.*

*Данный доклад представляет собой обзор существующей методики построения доверенной среды программного продукта в Unix-подобных системах на основе подхода, который принципиально отличается от защиты программ с помощью дополнительного кода – внедрение цифровых водяных знаков (ЦВЗ).*

### ***ЦВЗ, Unix, Linux, Доверенная Вычислительная среда***

В статье [1] авторы поднимают проблему обеспечения защиты программного продукта от незаконного использования, демонстрируя методики нейтрализации известных механизмов защит и на основании этого выделяют следующие требования к системе защиты от несанкционированного копирования (НСК):

1. Система защиты должна выявлять и реагировать на факт несанкционированного запуска программы;
2. Система защиты должна противостоять возможным атакам злоумышленников;
3. В защитные механизмы закладываются эталонные характеристики объекта, идентифицирующие конкретную копию программы, относительно которых будет проверяться легальность запущенной копии программы.

Помимо этого авторы делают акцент на том, что современные методики защиты создают неудобства для легального пользователя программы, выражаемые в более медленной работе программы, а в некоторых случаях приводят к неразрешимому парадоксу, при котором для штатной работы пользователя с программой ему ввиду особенностей проектирования механизма защиты требуется знать секретный компонент механизма защиты, что в свою очередь сводит всю защиту на нет.

В противовес этому авторы предлагают использование стеговложений в исполняемые файлы защищаемой программы для контроля целостности, обнаружения попыток модификации с целью обхода защитных механизмов и копирования на другие носители с целью обхода систем разграничения доступа.

Работы [1] и [2] представляют собой две части одного исследования и позволят сформировать общее представление о предлагаемом авторами решении.

За сканирование хостовой машины и встраивание стеговложений в данном решении отвечает программный агент (ПА), обладающий свойствами самораспространения, и автономности. Свойство самораспространения делает его схожим с компьютерным вирусом и позволяет самостоятельно распространяться между защищаемыми хостами.

Свойство автономности заключается в том, что данный ПА является самостоятельной программной системой и может выполнять следующее:

- проводить сканирование файловой системы среды на предмет подходящих для стеговложения файлов,
- производить непосредственное встраивание ЦВЗ в файл,
- а также самомодифицироваться, в том числе и предпринимая попытку отыскать исходный код в ИС, в которой он находится, реализующий необходимые ПА функции, загрузить его и изменить в соответствии с ним свой собственный, с последующей проверкой работоспособности модифицированной копии.

Кроме того, данный ПА выполняет функции журналирования событий безопасности, связанные в частном случае со сравнением стеговложений с эталонными значениями для каждой конкретной уникальной копии защищаемой программы, также ПА имеет функционал по отправке собранных данных центральному монитору.

Процесс управления ПО на основе краткосрочного прогнозирования темпов и направления распространения агента разбивается авторами на два больших этапа:

- Цикл обработки и анализа информации
- Цикл управления

Непосредственно, сама фаза прогнозирования состояния распространения ПА по узлам сети принадлежит циклу управления, и для ее реализации авторы статьи используют такой метод управления процессом, как Model Predictive Control (MPC), и в частности его модификация на основе пространства состояний - State-Space MPC (SSMPC).

Такой выбор авторы обуславливают возможностью исследования многофакторного процесса в опережающем режиме, так как адаптация метода MPC к использования в пространстве состояний действительно позволяет эффективно работать с моделью многофакторного процесса без потери точности. SSMPC дает возможность управлять процессом с учетом набора ограничений (критериев).

Моделью, которую авторы использовали для оценки эффективности распространения является упрощенная эпидемиологическая модель *PSIDR* [3], а именно для узла данной модели существует три состояния:

- I* – захвачен программным агентом,
- S* – уязвим к ПА,

*R* – невосприимчив к ПА.

Данная модель является событийной, следовательно позволяет экономить вычислительные ресурсы на обсчет тех, временных интервалов, на которых в модели ничего не происходит.

Монитор позволяет производить более детальный анализ, собранных данных о запуске программы и ключевых событиях, произошедших в системе, таких как изменения вносимые в учетные записи пользователей, сбои при попытке регистрации событий и др.

Для моделирования стеганографического воздействия авторы применяли одноуровневый СГА, а именно метод *Least Significant Bit (LSB)* для коэффициентов четырех областей файлов, была сформирована коллекция, на 20% процентов состоящая из модифицированных файлов, остальные 80% не были изменены, и использовались в качестве тестовой выборки.

Также авторами было проведено тестирование результатов работы ПА, созданного для встраивания стеговложений и по результатам анализа несколькими стегоаналитическими средствами был сделан вывод, что по умолчанию данные средства затрагивают не более 64% Hid-кода, а в комбинации с блоком коррекции ошибок вероятности успешных атак ни разу не достигали 100% при этом вероятности успешного сокрытия большого числа действий ПА на ходились на стабильном уровне, превышая 50% для всех проведенных испытаний.

Для определения устойчивости ЦВЗ в доверенной среде к таким воздействиям как, разрушение путем вставки во вложение инструкции, использованной для начального формирования вложения (“замусоривания”) и перестановка блоков кода (“обфускация”) авторы используют вероятностную модель на основе гибридных байесовских сетей. Рассматривая сценарий с 56-ю вложениями ЦВЗ длиной в 3 байта в исходный файл размером 21 Мб авторы приходят к выводу, что вероятность того, что вышеописанные воздействия разрушат 100% вложенных ЦВЗ стремится к нулю.

Модульность программы делает данное решение более гибким, позволяя заменять ее отдельные части как в рамках одной ДЗ, так и оперативно адаптировать под другие форматы файлов и архитектур, с целью переноса ее в другие системы, для организации более широкой доверенной зоны в гетерогенных вычислительных средах.

#### **Список используемых источников:**

1. Штеренберг С.И., Красов А. В. Разработка методики построения доверенной среды на основе распространения скрытого программного агента.
2. Красов А. В., Штеренберг С. И. Методика построения доверенной среды в Unix-подобных ОС на основе внедрения ЦВЗ.
3. Williamson M. Epidemiological model of virus spread and cleanup / M. Williamson, J. Leveille // HP Laboratories Bristol (February 27th, 2003) [Электронный ресурс].

## ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДАМПА ТРАФИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛАБОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

**Г.Е. Ворошнин, А.Э. Фёдорова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Дампы трафика необходимы для диагностики и настройки сетевых приложений, сети или сетевой конфигурации, а веб-приложения уже давно широко используются в повседневной жизни современного человека. Одним из преимуществ таких приложений является возможность их использования без необходимости установки дополнительного программного обеспечения, так как вся работа происходит с помощью браузера. Веб-интерфейсы применяются для работы с различными онлайн-сервисами, а также для настройки и подключения к сетевым устройствам. В данной статье рассматриваются особенности разработки веб-модуля для отслеживания трафика беспроводной сети на устройстве, обладающем крайне ограниченными ресурсами.*

### ***веб-интерфейс, беспроводные сети, система мониторинга***

Имеется маломощное устройство Raspberry Pi 3 Model B, при работе с которым требуется учитывать ряд особенностей, среди которых выделяется ограничение в энергопотреблении, небольшой запас постоянной памяти, отсутствие возможности увеличить оперативную память и медленная скорость работы [1].

Данное устройство обладает беспроводным интерфейсом, позволяющим перехватывать трафик Wi-Fi, а также установленной на него утилитой `tcpdump`, с помощью которой пользователь может снимать дампы трафика с необходимым количеством пакетов на выбранном интерфейсе [2].

Полученные дампы трафика могут быть полезны для различных исследований, диагностики и настройки сетевых приложений, сети или сетевой конфигурации и обнаружения аномалий.

Под аномалиями понимается трафик, который по каким-либо метрикам отличается от нормального, т. е. способен привести к нежелательным для пользователя последствиям [3].

Вследствие вышеизложенного возникла необходимость реализации модуля веб-приложения, позволяющего визуально взаимодействовать с настоящей системой создания дампа трафика с помощью обычного браузера.

Разработанный веб-интерфейс обладает формой авторизации, представленной на рис. 1, а также вкладкой с названием Дамп.

Логин:

Пароль:

Рис. 1. Форма авторизации

В модуле Дамп пользователь имеет возможность задать имя будущего дампа, выбрать интерфейс, с которого будет перехватываться трафик, а также указать необходимое количество пакетов, как это показано на рис. 2 [4].

Создание дампа трафика

Не защищено | 192.168.0.5/dump.php?

### Ввод информации о дампе

Введите название файла с расширением .pcap

Введите название интерфейса

Введите необходимое количество пакетов

---

Ранее созданные дампы трафика

[Скачать дамп dump1.pcap](#)

Рис. 2. Ввод информации о дампе

После успешного создания дампа у пользователя появится возможность сохранить его на свой персональный компьютер, что изображено на рис. 3.

Создание дампа трафика

Не защищено | 192.168.0.5/tcpdump.php?filen

### Создание дампа

Создан файл с 30 пакетами трафика

Рис. 3. Скачивание дампа

Чтобы произвести оценку работоспособности полученного решения была разработана схема сети, представленная на рис. 4.

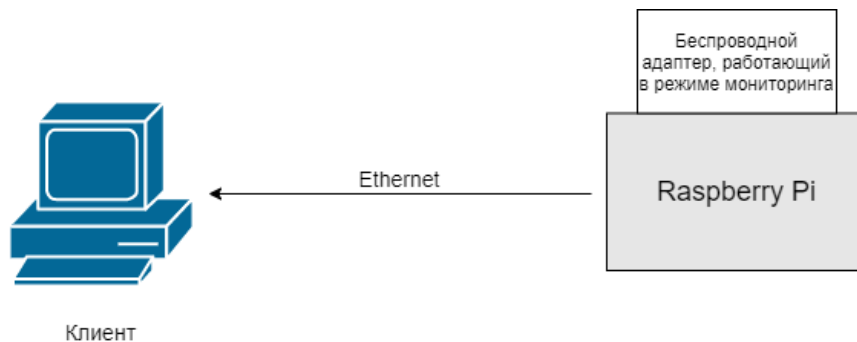


Рис. 4. Схема сети для эксперимента

Она включает в себя одноплатный компьютер Raspberry Pi, к которому подключен беспроводной USB-адаптер. Именно на данном устройстве развёрнут веб-модуль для отслеживания трафика в беспроводной сети.

Одноплатный компьютер Raspberry Pi соединён кабелем Ethernet с персональным компьютером (ноутбуком).

Исследование производительности маломощного устройства, на котором развёрнут веб-интерфейс системы мониторинга беспроводных сетей, включает в себя четыре эксперимента.

Любой сервер, каким бы мощным он ни был, имеет ограниченный объем ресурсов. Каждая программа, работающая в активном или фоновом режиме, использует определенное количество виртуальной и физической памяти, процессорного времени и т.д. Иными словами, создает определенную нагрузку на сервер. Чтобы посмотреть, насколько система загружена в данный момент времени, используют консольную команду `top`.

Команда `top` в Linux системах позволяет вывести в виде таблицы перечень запущенных процессов и оценить, какой объем ресурсов они потребляют, т.е., какую нагрузку создают на сервер и дисковую подсистему. Такая информация помогает в дальнейшем оптимизировать систему, а в данной работе используется для получения информации о проценте использованного времени центральным процессором и проценте ОЗУ, используемого процессором у процесса `tcpdump` [5].

В результате проведенного исследования было установлено, что при любой нагрузке беспроводной сети виртуальная память, которую использует процесс `tcpdump`, равна 8500, процент ОЗУ равен 1,1.

Использование центрального процессора увеличивается с ростом нагрузки на беспроводную сеть. Это видно из графика, представленного на рис. 5.

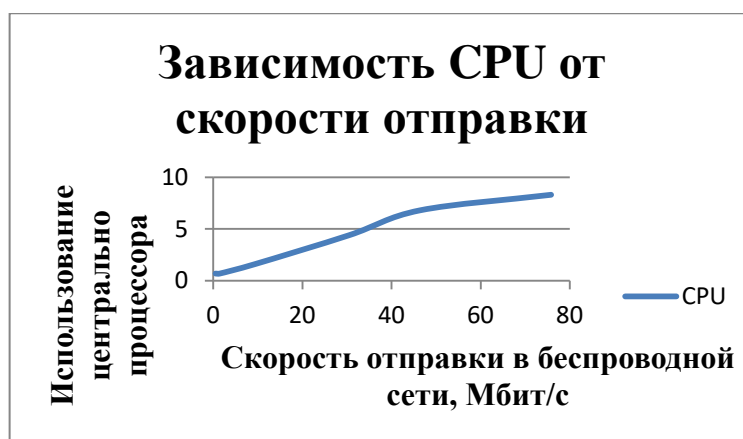


Рис. 5. График зависимости показателя CPU от скорости отправки

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод, что целесообразно использовать маломощное устройство для получения дампа беспроводной сети при малых нагрузках на Wi-Fi, потому что с её увеличением возрастает процент использования центрального процессора утилитой tcpdump, а также время создания дампа трафика необходимого размера.

Также уделить внимание нужно тому факту, что утилита tcpdump сохраняет полученный дамп на SD-карту одноплатного компьютера Raspberry Pi, из этого следует, что пользователю необходимо контролировать количество свободных ресурсов на данном носителе.

#### Список используемых источников:

1. Габуев А.Г., Красов А.В., Оценков Ф.Д., Тарасов Н.М. Анализ защищённости современных средств передачи информации посредством портативной лаборатории на основе микрокомпьютера Raspberry Pi // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей. Санкт-Петербург, 2020. С. 295-298.
2. Александрова Е.С., Иванов Г.Н., Ковцур М.М. Анализ механизмов защиты WI-FI сетей // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. Санкт-Петербург. 2018. С. 47-51.
3. Ахрамеева К.А., Ковцур М.М., Михайлова А.В. Обеспечение информационной безопасности баз данных web-приложений // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сборник научных статей. Санкт-Петербург, 2020. С. 107-110.
4. Ковцур М.М., Луеке П.Э. Разработка системы учёта посещаемости студентов масштаба ВУЗа // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции : в 4 т.. 2019. С. 532-537.
5. Ковцур М.М., Миняев А.А., Потемкин П.А., Хамза Д.Д. Обеспечение информационной безопасности web-приложений с использованием машинного обучения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сборник научных статей. Санкт-Петербург, 2020. С. 597-601.



## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

**Ю.С. Данилова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В настоящее время в индустрии информационных технологий можно наблюдать стремительные темпы развития информационных инфраструктур, построенных на основе облачных технологий. Облачные решения позволяют современным компаниям снизить расходы обслуживания инфраструктуры за счет использования виртуальной инфраструктуры поставщика облачных услуг. Благодаря облачным поставщикам услуг компании могут уменьшить затраты времени и ресурсов на администрирование информационных система.*

***аудит, облачные технологии, IaaS, PaaS, SaaS, информационные инфраструктуры***

Аудит информационной безопасности, проводимый для информационных инфраструктур, расположенных в облачных решениях, позволяет оценить степень защищенности критичных актив потребителя в «облаке». При этом требуется рассмотреть вопросы, связанные с сегментацией и управлением доступом в облачной среде, обеспечением физической безопасности ресурсов поставщика, выявлением уязвимостей, и разработать рекомендации по исправлению всех выявленных недостатков информационной безопасности.

Сегодня научные методики аудита информационной безопасности, позволяющие оценить защищенность такого объекта защиты как система облачных вычислений, а также проработанные отечественные и международные стандарты информационной безопасности в данной области отсутствуют. Это позволяет сделать вывод, что данное исследование, посвященное разработке методики экспертного аудита информационной безопасности в системе облачных вычислений, является актуальным.

Существует множество видов облачных услуг и моделей облачного размещения, представленных на рис. 1. Компании потребителя облачных услуг необходимо понять разницу между имеющимися типами облачных сред и определить, какие из них наилучшим образом соответствуют ее бизнес-процессам.

Различают несколько моделей облачного размещения. Частное облако (private cloud) – инфраструктура, предназначенная для использования одной организацией, включающей несколько потребителей (например, подразделений одной организации), возможно также клиентами и подрядчиками данной организации. Частное облако может находиться в собственности, управлении и эксплуатации как самой организации, так и третьей стороны (или какой-либо их комбинации), и оно может физически

существовать как внутри, так и вне юрисдикции владельца. При использовании частного облака снижается время ожидания предоставления ресурсов для сотрудников компании потребителя облачных услуг, облачная среда способствует эффективному распределению ресурсов внутри организации, помогает динамически распределить нагрузку между физическими системами ЦОД, появляется возможность отслеживать реальное потребление ресурсов внутри компании.

Следующим вариантом развертывания является публичное облако - это облачная система, подготовленная поставщиком облачных услуг для открытого использования несколькими компаниями. Облако существует только на территории облачного поставщика, в отличие от частного облака, которое, наряду с этим, может также развертываться в пределах информационной системы потребителя облачных услуг.

Смешанное (гибридное) облако - совместное использование двух вышеперечисленных моделей развертывания. Такая модель представляет собой композицию из двух или более различных инфраструктур облаков, имеющих уникальные объекты, но связанных между собой стандартизированными или собственными технологиями, которые позволяют переносить данные или приложения между компонентами [1].

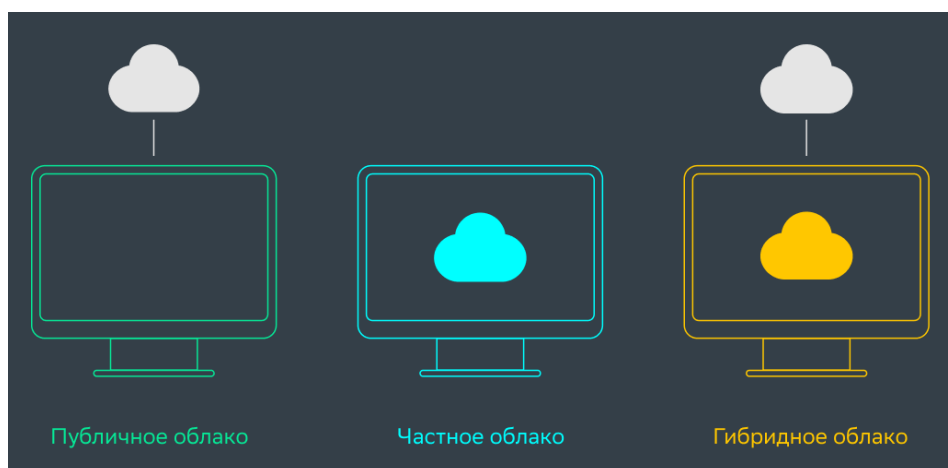


Рис. 1. Типы облачного размещения

Термин «аудит» означает независимую экспертизу отдельных областей функционирования организации. В [2] различается два вида аудита: внешний и внутренний. Внешний аудит – это, как правило, разовое мероприятие, проводимое по инициативе руководства организации или акционеров.

На сегодняшний день разработано несколько стандартов, посвященных процессному подходу к организации управления рисками, среди которых стоит отметить американский стандарт NIST SP 800-30:2002 [3] и британский стандарт BS 7799-3:2006, а также ISO 17799 и ISO 15408 [4].

Стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 27007 – 2014 предоставляет собой руководство по проведению аудитов и по определению компетентности аудиторов системы менеджмента информационной безопасности. В стандарте отдельно подчеркивается, что для успешного проведения аудита

информационной безопасности должна быть разработана программа аудита, основанная на ситуации, связанной с риском информационной безопасности проверяемой организации. Причем, под программой аудита понимается совокупность мероприятий по проведению одного или нескольких аудитов, запланированных на конкретный период времени и направленных на достижение конкретной цели.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» содержит рекомендации по выбору и применению методов оценки риска. К сожалению, в ходе анализа настоящего стандарта выяснилось, что ни один из предложенных в ГОСТ методов не удовлетворяет полностью всем факторам, влияющим на выбор метода оценки рисков.

Таким образом, проведенный анализ существующих стандартов и нормативных правовых документов в области информационной безопасности облачных сред показал, что принятые специализированные отечественные стандарты по данной тематике отсутствуют, проекты ГОСТ на данный момент не имеют юридической силы и не могут быть использованы для построения систем защиты облачных вычислений, а также для проведения аудита информационной безопасности. Зарубежные стандарты, посвященные безопасности в облачных вычислениях, в настоящий момент активно используются рядом стран, однако они не являются общепринятыми нормативными правовыми актами в РФ и не могут применяться для построения систем обеспечения информационной безопасности облаков.

#### **Список используемых источников:**

1. Сенцова А. Модели метод экспертного аудита информационной безопасности в системе облачных вычислений / Уфимский государственный авиационный технический университет, 2014 г. 208 с.
2. Ханна, Стив Безопасность облачных вычислений: есть вопросы? [Электронный ресурс] / Стив Ханна, Есус Молина. – Режим доступа: <http://cloudzone.ru/articles/analytics/11.html>
3. National Institute of Standards and Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nist.gov/>
4. Программные средства проверки политики безопасности на соответствие ISO 17799 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ixbt.com/cm/iso17799-cobra-kondor012004.shtml>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЗАЩИЩЕННОГО КОНТРОЛЯ ЛВС

**А.В. Докшина, А.Д. Докшин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В представленной статье рассмотрен отечественный программный комплекс АПКШ "Континент", который используется для защиты сетевой инфраструктуры и создания VPN-сетей с использованием алгоритмов ГОСТ. Актуальность темы обусловлена тем, что многие компании из-за пандемии перешли на удаленный режим работы и для того, чтобы сотрудники, работающие за пределами компании, могли осуществить безопасное соединение с внутренней сетью компании, необходимо позаботиться о безопасности ЛВС. Для оценки эффективности использования АПКШ "Континент" в качестве защиты сетевой инфраструктуры был произведен сравнительный анализ технических характеристик АПКШ "Континент" отечественного производства и популярного межсетевое экрана CheckPoint зарубежного производства. Полученные результаты представлены в данной статье.*

***АПКШ "Континент", VPN-сети, ЛВС, ГОСТ, безопасное соединение, сетевая инфраструктура***

Пандемия, возникшая в 2020 году, оказала огромное влияние на многие аспекты жизни человека. Были введены ряд ограничений, одно из основных – это самоизоляция. Многим компаниям в срочном порядке необходимо было разработать решение благодаря, которому сотрудники, работающие за пределами офиса, могли осуществить безопасное соединение с внутренней сетью компании.

Одним из возможных решений для осуществления безопасного соединения - является использование отечественного программного комплекса АПКШ "Континент".

АПКШ "Континент" предназначен для организации защиты сетевого периметра и обеспечения конфиденциальности данных при их передаче по общедоступным каналам связи. Использование комплекса в том числе позволяет:

- объединить через сети общего доступа распределенные локальные вычислительные сети или географически удаленные сегменты одной подсети в единую VPN;
- обеспечить безопасное подключение ЛВС к сетям общего пользования с помощью межсетевого экранирования;
- организовать доступ пользователей ЛВС к ресурсам сети Интернет с одного IP-адреса;
- скрыть внутреннюю структуру ЛВС;
- осуществить подключение удаленных пользователей к ресурсам VPN;

- выявить преднамеренный несанкционированный доступ к информации;
- автоматически регистрировать в соответствующих журналах события, связанные с функционированием комплекса и попытками НСД;
- централизованно управлять компонентами комплекса.

Комплекс предназначен для работы в сетях, использующих для передачи данных протоколы семейства TCP/IP версии 4, а также в общих сетях передачи данных, поддерживающих протоколы IPv6.

АПКШ "Континент" включает в свой состав следующие компоненты: криптографический шлюз (КШ), центр управления сетью (ЦУС), сервер доступа (СД), детектор компьютерных атак (ДА), криптокоммутатор (КК), программа управления комплексом (ПУ).

Ниже на Рис. 1 показаны локальные сети. На периметре каждой из них установлен криптошлюз. Связь между сетями осуществляется по общедоступным каналам (по сети интернет).

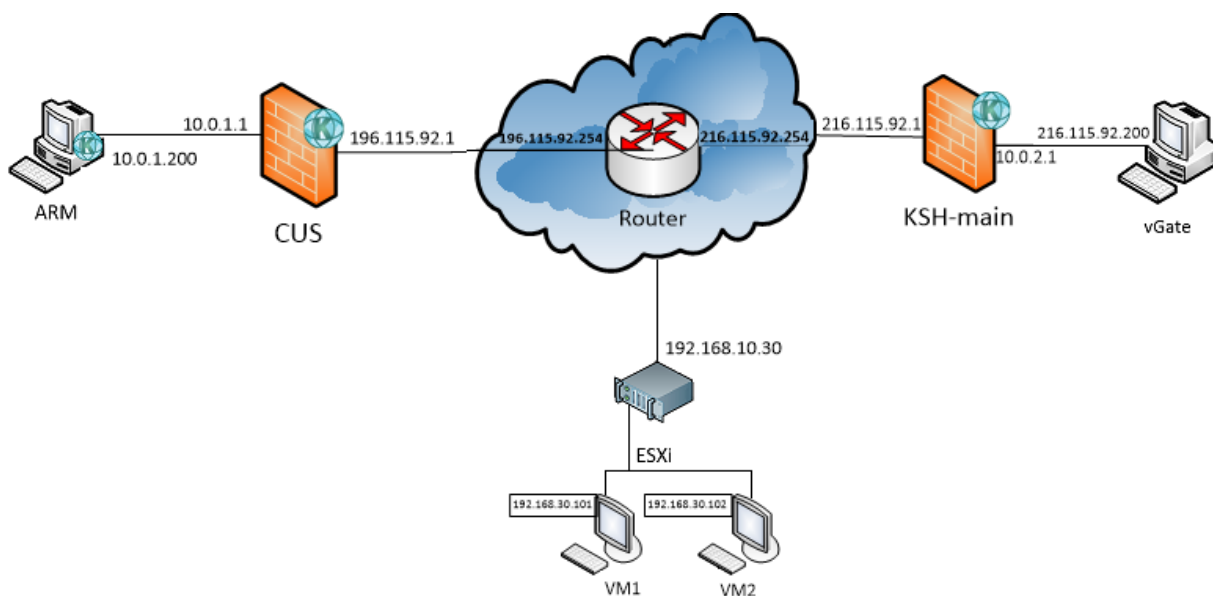


Рис.1. Схема подключения АПКШ "Континент"

Также, одним из возможных решений для осуществления безопасного соединения - является использование зарубежного производства межсетевого экрана CheckPoint.

Check Point обеспечивает полностью интегрированное комплексное предотвращение угроз для борьбы с возникающими угрозами ЛВС, используя: IPS, Anti-Bot, антивирус, контроль приложений и URL.

CheckPoint состоит из трёх компонентов: Security Gateway (SG), Security Management Server (SMS), Smart Console.

Ниже на Рис. 2 представлена возможная схема использования CheckPoint в ЛВС.

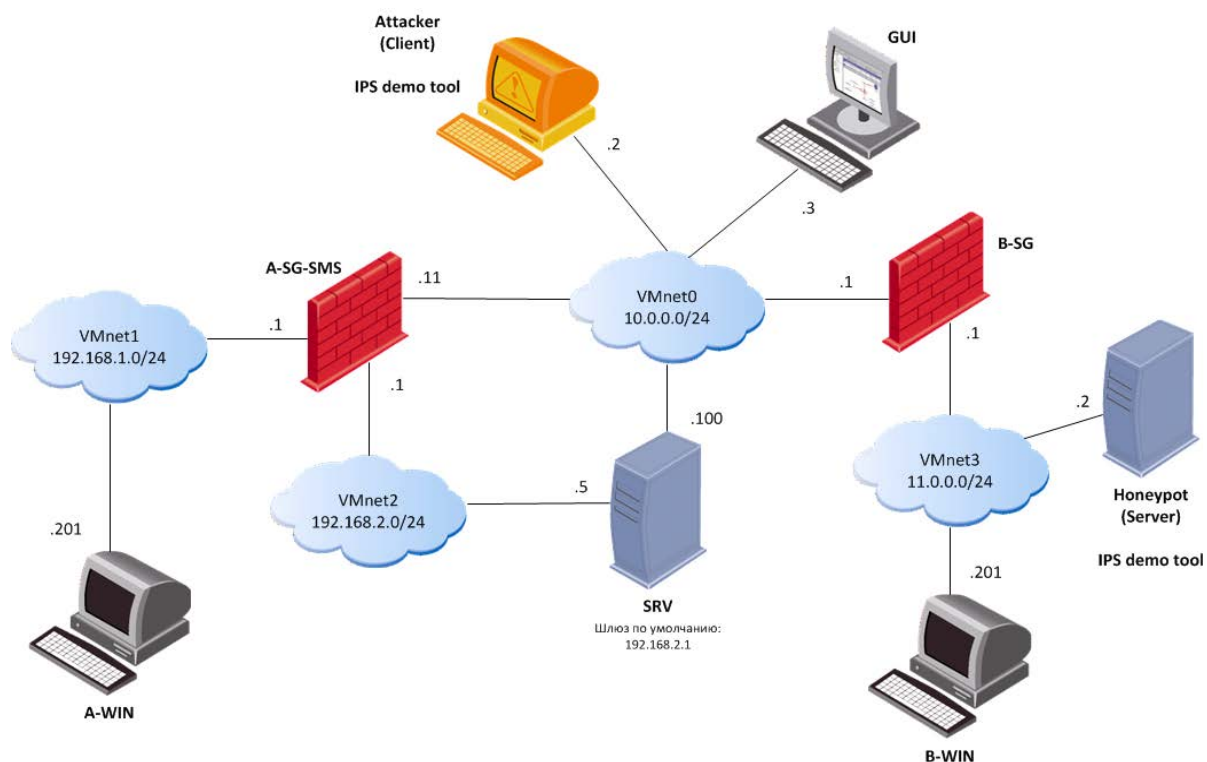


Рис. 2. Схема подключения CheckPoint

Изучив два продукта со схожими функциями, проанализируем их технические характеристики.

ТАБЛИЦА 1. Технические характеристики

	АПКШ "Континент"	CheckPoint
Производительность VPN (шифрование + фильтрация МЭ)	до 950 Мбит/с	до 980 Мбит/с
Производительность МЭ (открытый трафик)	до 1 Гбит/с	до 1 Гбит/с
Максимальное количество обрабатываемых конкурирующих TCP сессий	1000000	не ограничено
Количество защищенных соединений (VPN тоннелей)	не ограничено	не ограничено

Как видно из Таблицы 1, рассмотренные продукты: АПКШ "Континент" и CheckPoint имеют высокую производительность. Нельзя выделить фаворита, так как они являются хорошими кандидатами для использования их в качестве защиты ЛВС.

**Список используемых источников:**

1. Душин С.Е., Красов А.В., Литвинов Ю.В. Моделирование систем и комплексов: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. - 177 с.
2. Дойникова Е.В. Оценка защищенности и выбор защитных мер в компьютерных сетях на основе графов атак и зависимостей сервисов: дис. Канд. тех. наук: 05.13.19 / Дойникова Е.В. – Санкт-Петербург, 2017.
3. Курилов, Ф. М. Оптимизационный метод проведения сравнительного анализа средств защиты информации от несанкционированного доступа / Ф. М. Курилов // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы III Международная научная конференция (г. Санкт-Петербург, июль 2015 г.): Свое издательство, 2015. - С. 40-44. URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/126/8359/> (Дата обращения: 10.05.2021).
4. Машкина И.В., Управление защитой информации в сегменте корпоративной информационной системы на основе интеллектуальных технологий: автореферат дис. доктора технических наук: 05.13.19 / Машкина И.В.; [Место защиты: Уфим. гос. авиац.-техн. ун-т]. - Уфа, 2009. - 32 с.
5. Степанова, Ю. Н. Основные принципы и этапы моделирования информационных систем управленческого учета / Ю. Н. Степанова, Е. Г. Шипилова. - 2017. - С. 273-276. URL: <https://moluch.ru/archive/144/40303/> (Дата обращения: 05.05.2021).

## ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТА PCI DSS В ОРГАНИЗАЦИИ

**А.Л. Егорова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире люди все чаще и чаще для оплаты товаров и услуг выбирают использование платежных карт вместо наличных средств. В связи с этим растет и уровень утечек данных платежных карт. Для целей минимизации данных утечек был разработан стандарт безопасности данных платежных карт PCI DSS, которому должны соответствовать все компании, которые хранят, обрабатывают или передают данные платежных карт.*

***PCI DSS, информационная безопасность, платежные карты, организации, стандарт***

Потребители обеспокоены безопасностью своей личной конфиденциальной информации при использовании кредитных карт для покупки товаров и услуг. Компания Javelin Survey and Research опубликовала результаты исследования по мошенничеству с использованием личных данных в 2021 году, согласно которому 8,4 миллиона человек стали жертвами кражи личных данных. Денежный ущерб составил 49,3 миллиарда долларов, или в среднем 5720 долларов на жертву. Кроме того, на решение проблемы для каждой жертвы уходило в среднем 25 часов. Чтобы повысить безопасность данных клиентов, платежные системы объединились, чтобы создать стандарт безопасности, названный «Индустрия платежных карт - Стандарт безопасности данных» (PCI DSS), который включает обязательные требования для всех компаний, хранящих, передающих и (или) обрабатывающих платежные карты. Сейчас все предприятия, которые обрабатывают транзакции по платежным картам, должны соответствовать требованиям PCI DSS. К таким компаниям относятся банки-эквайеры, банки-эмитенты, процессинговые центры, платежные шлюзы, рестораны, магазины, ЦОДы, в которых стоит оборудование, обрабатывающее, передающее и (или) хранящее данные платежных карт, и многие другие. В случае несоответствия таких компаний требованиям стандарта PCI DSS, Совет PCI SSC выставляет штрафы вплоть до прекращения обработки транзакций по картам, чьи платежные системы входят в Совет PCI SSC. К таким платежным системам относится, например, MasterCard, Visa, МИР, China Union Pay и другие.

Стандарт PCI DSS содержит порядка 440 требований по информационной безопасности из 12 основных разделов:

1. Установка и обеспечение функционирования межсетевых экранов для защиты данных держателей карт.
2. Неиспользование выставленных по умолчанию производителями системных паролей и других параметров безопасности.



3. Обеспечение защиты данных держателей карт в ходе их хранения.
4. Обеспечение шифрования данных держателей карт при их передаче через общедоступные сети.
5. Использование и регулярное обновление антивирусного программного обеспечения.
6. разработка и поддержка безопасных систем и приложений.
7. Ограничение доступа к данным держателей карт в соответствии со служебной необходимостью.
8. присвоение уникального идентификатора каждому лицу, имеющему доступ к информационной инфраструктуре.
9. Ограничение физического доступа к данным держателей карт.
10. Контроль и отслеживание всех сеансов доступа к сетевым ресурсам и данным держателей карт.
11. Регулярное тестирование систем и процессов обеспечения безопасности.
12. Разработка, поддержка и исполнение политики информационной безопасности.

Все требования стандарта являются обязательными для выполнения. При этом проходить аудит соответствия требованиям PCI DSS необходимо не реже, чем раз в год. Из этого следует, что компаниям необходимо разработать комплексный подход внедрения стандарта в организацию, который позволит этим компаниям успешно проходить аудиты.

При планировании круглогодичного соответствия лучше всего планировать наихудшее: задокументировать, сформулировать и сделать доступными все политики и процедуры ИБ. Это краткий подход к обеспечению круглогодичной безопасности данных.

Также рекомендуется запланировать регулярные короткие встречи со всем персоналом, чтобы объяснить соблюдение требований и обсудить их вопросы, чтобы это стало обычным делом в их рабочие недели. Этот двусторонний разговор также даст возможность понять, где сотрудники могут испытывать трудности с пониманием политики или, возможно, где, по их мнению, процессы могут «мешать» их повседневным задачам.

Важно понимать, есть ли у них проблемы, которые могут повлиять на соблюдение требований в течение всего года.

Также рекомендуется организациям заранее планировать время с аудиторами, чтобы узнать их мнение – чтобы вся организация думала о соблюдении требований как о части «обычного ведения дел». Опасность, жертвами которой становятся некоторые компании, состоит в том, что они рассматривают аудиторов как противников, которых они должны «обмануть». Фактически, во всех вопросах, касающихся PCI DSS и соответствия, аудиторы являются важными заинтересованными сторонами. Поэтому стоит потратить время на консультации с аудиторами, чтобы узнать их мнения относительно управления расширением бизнеса, стандартов систем соответствия или любых проблем.

#### **Список используемых источников:**

1. Андрианов В.И., Романов Г.Г., Штеренберг С.И. Экспертные системы в области информационной безопасности. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2015). Сборник научных статей IV Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 2 томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2015
2. Бирих Э.В., Виткова Л.А., Гореленко В.В., Казаков Д.Б. Защита информации в базах данных. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017). Сборник научных статей VI Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2017
3. Пестов И.Е., Сахаров Д.В., Сергеева И.Ю., Чернобородов И.С. Выявление угроз безопасности информационных систем. Актуальные Проблемы Инфотелекоммуникаций в Науке и Образовании (АПИНО 2017). Сборник научных статей VI Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2017
4. Штеренберг С.И. Роль адаптивных интеллектуальных систем в науке и образовании. Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2016). Сборник научных статей V Международной научно-технической и научно-методической конференции. Под редакцией С.В. Бачевского. 2016
5. Штеренберг С.И., Виткова Л.А., Андрианов В.И., Небаева К.А. комплексный подход к защите электронного документооборота. Учебное пособие, СПб.: СПбГУТ, 2016г

## VIRTUAL PRIVATE NETWORK TECHNOLOGIES: USEFULNESS OF APPLICATION IN REMOTE EDUCATION

**E.P. Zheltova, A.V. Pankov, I.A. Ushakov**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*The relevance of this paper stems from the unstable situation both in the country and in the world as a whole; COVID-19 pandemic requires many educational facilities, schools, universities and institutes, to provide remote education instead of a traditional format. Due to that, a way for employees and students to access their workplaces is needed. The VPN protocol is one of solutions to this problem.*

### *EasyVPN, VPN, virtual private networks, remote education*

To begin with, it has to be defined what exactly is a Virtual Private Network, or a VPN. A VPN extends a private network across a public network and enables users to send and receive data across shared or public networks as if their computing devices were directly connected to the private network. The benefits of a VPN include increases in functionality, security, and management of the private network. It provides access to resources inaccessible on the public network and is typically used for telecommuting workers. Encryption is common, although not an inherent part of a VPN connection.

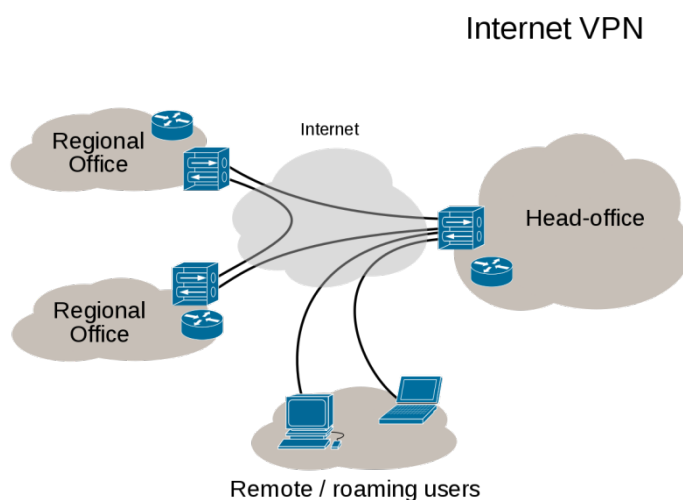


Fig. 1. Simplified VPN connectivity overview

A VPN is created by establishing a virtual point-to-point connection through the use of dedicated circuits or with tunneling protocols over existing networks. A VPN available from the public Internet can provide some of the benefits of a wide area network (WAN). From a user perspective, the resources available within the private network can be accessed remotely.

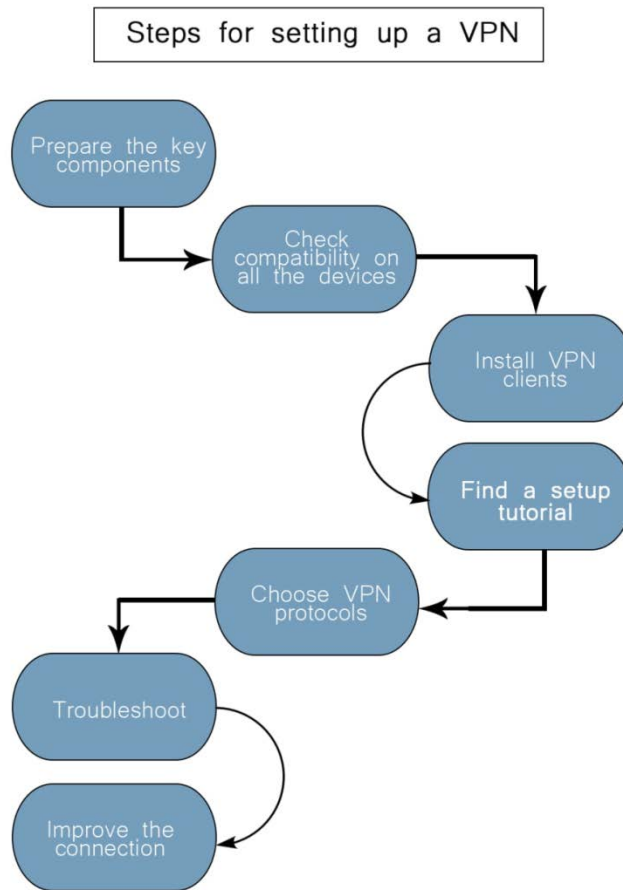


Fig. 2. The process of setting up a virtual private network

VPNs cannot make online connections completely anonymous, but they can usually increase privacy and security. To prevent disclosure of private information, VPNs typically allow only authenticated remote access using tunneling protocols and encryption techniques.

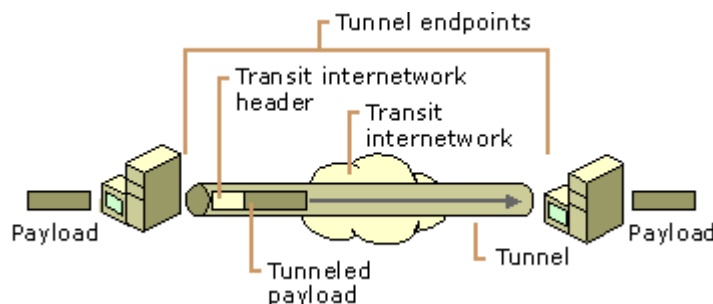


Fig. 3. Graphic depiction of a VPN tunnel at work

TABLE 1. Advantages and disadvantages of setting up a VPN

Advantages	Explanation	Disadvantages	Explanation
Convenience	A convenient way to give remote contacts easy access to a desired network without having to be physically present	<i>Configuration security risks</i>	Design and implementation of a VPN can be complicated. If the user does not have proper experience, an experienced network security professional might be

			required to make sure VPN security hasn't been compromised
Security	A higher level of security compared to other methods of remote communication, keeping private networks closed to unauthorized connections	<i>Questionable reliability</i>	Since VPN connections use the Internet itself, the unreliable or untested Internet service provider (ISP) might cause connection problems
Administration simplification	VPN software tools allow a flexible database, permitting simple processes of adding or removing user when needed	<i>Unstable scalability</i>	Infrastructure management might be a problem because of incompatibility issues, especially so if different devices from different vendors are set to work together
Availability of ready-made solutions	A big number of pre-made, pre-configured VPN solutions are available for purchase	<i>Unreliable connection speed</i>	Both the ISP and the VPN service provider might limit the connection speed, and this should be considered an issue or a disadvantage

The program that SUT has been known to use during pandemics, called Cisco AnyConnect Secure is a VPN-based solution. It allows a simple access to university networks for students, employees and lecturers. This program is using a VPN topology called Easy VPN.

Easy VPN is a hub-and-spoke VPN topology, which means that there is a center, or a “hub”, to which outlying points, or “spokes” are connected. This scheme allows simple set-up and can provide a great scalability. For a network of  $n$  nodes, only  $n - 1$  routes are necessary to connect them all together. Policies are defined mostly on the hub and pushed to remote spoke VPN devices, ensuring that clients have up-to-date policies in place before establishing a secure connection.

The obvious downside is that Easy VPN is a Cisco technology-based solution, and, as such, is best used with Cisco routers, PIX, and ASA devices.

Security Manager supports the configuration of Easy VPN policies on hub-and-spoke VPN topologies. In such a configuration, most VPN parameters are defined on the Easy VPN server, which acts as the hub device. The centrally managed IPsec policies are pushed to the Easy VPN client devices by the server, minimizing the remote (spoke) devices configuration.

The Easy VPN Server can be a Cisco IOS router, a PIX Firewall, or an ASA 5500 series device. The Easy VPN client is supported on PIX 501, 506, 506E Firewalls running PIX 6.3, Cisco 800-3900 Series routers, and ASA 5505 devices running ASA Software release 7.2 or later.

Beginning with version 4.17, Cisco Security Manager provides Easy VPN support with BVI. Typically, Easy VPN determines the highest and lowest security level interfaces during ASA startup. The lowest security level interface is used as the External interface on which VPN client initiates tunnel to the head-end, and highest security level interface is used as Internal Secured interface.

On ASA5506 platform, the default configuration includes BVI with highest security level interface 100 with security level of its member interfaces also set at level 100, along with an external interface with security level 0 (zero). VPN client rejects two or more interfaces having same highest security level. Easy VPN determines that there are more than two interfaces with same highest security level and hence vpn client is not enabled.

During its period of exploitation, Easy VPN-based AnyConnect proved itself to be a highly-available, easily set up solution which was used on a daily basis by all the participants of the remote education process. It was a valuable addition in maintaining the stability during an unforeseen situation.

**Список используемых источников:**

1. User Guide For Cisco Security Manager 4.22 [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/security\\_management/cisco\\_security\\_manager/security\\_manager/422](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/security_management/cisco_security_manager/security_manager/422) (дата обращения 06.10.2021).

2. Virtual Private Networking^ An Overview [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-2000-server> (дата обращения 25.10.2021).

3. Абдурайимов Л.Н., Мамбетов Р.А. / Особенности создания VPN-соединений // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. 2017. № 1 (15). С. 152-159.

4. Cisco Easy VPN [Электронный ресурс]. URL: [http://xgu.ru/wiki/Cisco\\_Easy\\_VPN](http://xgu.ru/wiki/Cisco_Easy_VPN) (дата обращения 06.10.2021).

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЗАЩИТЫ ОТ ИНСАЙДЕРОВ ПРИ ПОМОЩИ ГЕНЕРИРОВАНИЯ САМОИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КОДА

**А.Д. Иванов**

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

*В данной статье анализируется способ цифровой стеганографии с применением самомодифицирующихся кодов как защита от инсайдеров. В анализируемом способе указываются особенности самомодифицирующегося кода для защиты авторского программного обеспечения от инсайдерских вторжений.*

*самомодификация, протоколирование, стеганография, инсайдер, PE*

### **Введение:**

Возможности хищения данных в разных системах непосредственно связаны с чрезмерностью данных системы и окружения. Для компьютерной стеганографии (выполняемых файлов) чрезмерным служит синтаксис самих языков программирования, на которых программы исполнены.

### **Проведение исследования:**

Из рис. 1 модификация файла будет протекать в 3 этапа: исходник будет дизассемблирован с целью вычленения кода от информации, после чего анализ листинга на способность замены, далее байт-код исходного файла будет изменён в соответствии с полученными модификациями. При изменении кода языка можно воспроизвести следующие вещи: замена инструкций на аналогичные со следующим просчетом аргументов, изменение инструкций с помощью замены байта режима адресации, а так же сокращение байт ModRM и обращение условных переключений [2].

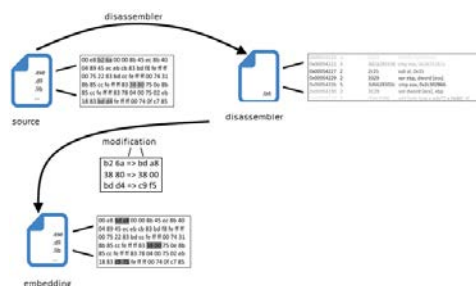


Рис. 1. Алгоритм модификации файла.

### **Разработка методики:**

Описанная в работе [3] методика реализации самомодифицирующегося кода в исполнимом файле имеет следующий последовательный принцип действия. Имеется алгоритм (см. рис. 2 а) и структурная схема (см. рис. 2 б), выделяются в них основные функции, выполняемые компонентами решателя.





```

File Edit Selection Project Tools Code Conversions Script Window Help
.asm
; 01 0B101C8 //Адрес с которого начнется стеговложение
.code
start:
mov edx, 25h //Количество байт которые надо скрыть
bin:
mov eax, 0 //Помогает адрес в едх
xor word ptr [eax], 0606h //Изменяем код
add ax, 2 //Добавляем 2 чтобы перейти к следующему слову
dec edx //Уменьшаем счетчик байт
jnz bin

add eax, 2 //Этот код будет изменяться
nop
nop
mov ebx
xor eax, ebx
inc cl
dec dl
xor dx, bx
add ax, 56
sub ax, 06
xor eax, ebx
nop ebx
mov ax
nop
nop
push eax
xor ax
invoke ExitProcess, 0

```

Рис. 4. Исходник Ассемблерной вставки для подготовки стеговложения используемого в самомодифицирующемся коде.

В рисунке 3 показано как самомодифицирующийся код (далее - СМК) заменяет машинную команду "ADD" на "SUB", а "SUB" на "ADD", и по этому циклический вызов операции self\_mod\_code отдаёт следующую ряд цифр: "06 02 06 02...", сообщая этим удачное окончание акта самомодификации. Наш СМК способен вложить информацию в каждый тип исполняемого файла за счет его лаконичности кода, однако из-за различной активности файлов и разной величины данных трудно представить распространение СМК в ЛВС. Имеется перспектива выбора наилучшего решения при предпочтении между численностью стеганографируемой информации и уровнем сокрытия к вероятному анализу сигнала-контейнера [5]. Стоит сказать, что изучение способов, приведенных в таблице 1 и на рисунке 6 (а) содержат схожую зависимость, воссозданную в рисунке 6 (б), так как там сверяется объём вкладываемой информации Z (формула 1):

$$Z = \frac{1}{S_n} \quad (1)$$

, где параметр  $S_n$  – величина количества вложенной информации в битах.

**Проверка результатов методики:**

В трудах [7] и [8] было выяснено, что чем значительнее глубина поиска при скрывании любого размера данных, тем выше информации можно вложить в данные, применяя тривиальную подмену черед NOP для разнообразных операторов ассемблера, не влияя при этом на структуру данных используемого пространства и объема сегмента [9]. Соответствие результатов предоставленного изучения станет корреляционный разбор на графике (рис. 5 а). Располагая информацией о рассмотрении частот возникновения инструкций (рис. 5 (б)), необходимо вывести статистику работы СМК в локальной сети (далее - ЛВС) с помощью техники формирования кода с применением параметров, представляющий оценку сравнения итогов случайного создания СМК и размеры риска раскрытия стеговложения:

$$F = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{S_n^n}{n!} W \quad (2)$$

Глядя на вышеперечисленные параметры, нужно выстроить должную последовательности действий, в которой представлен путь стеговложения [9] (рис. 5 а).

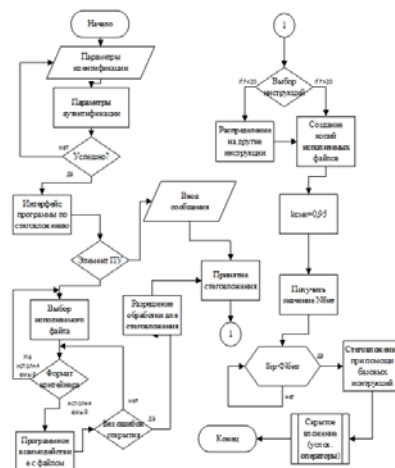


а.

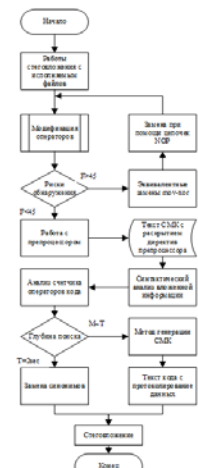


б.

Рис. 5. Корреляционный анализ: а) влияния самомодифицирующегося кода для защиты информации в исполняемых файлах, б) число инструкций в исполняемых файлах для стеговложения



а.



б.

Рис. 6. Блок-схемы: а) работы программных приложений для внедрения стеговложения в исполняемые файлы, б) алгоритма понижения рисков обнаружения стеговложения при использовании техники генерации СМК

Критическая величина увеличения наличия СМК  $k_{смк}$  (коэффициент присутствия) позволяет определять нужные габариты для используемых величин  $N_{бит}$  (численность обрабатываемой информации в битах), что даёт затем ссылаться на  $S_n$ . Обусловивши зависимость характеристик вложения на образе отдельных заблаговременно ведомых данных о скрытой информации, к которой можно использовать подмену цепочек NOP, где в обработку пойдёт небольшой объём, в соответствии которому, при 100% содержании исполнимого файла вложением, 40% вложенной информации, возможно, оставить незвидимой при общем параметре  $F = 45\%$  (алгоритм на рис. 6 б). В формуле 2 можно соотнести переменные  $F$  и выявить их для получения коэффициента  $k_{смк}$ . Из-за связанности параметров на совместное взаимодействие с обменами битами в исполняемых файлах. От

вышеперечисленных параметров рождается зависимость любого изменения  $F$  из-за наличия значение  $S_n$ .

$$k_{\text{СМК}} = e^n F \quad (3)$$

, где  $e^n$  – растущая по экспоненте функция, служащая для сверки результативности стеговложения. Но полученные при этом результаты не разрешат получить конечные данные в функцию зависимости для  $P$ . Отчего предлагается реорганизовать приобретенные подсчёты для  $P$ .

$$P(t) = \sum_{n=1}^{\infty} k_{\text{СМК}} \quad (4)$$

Формула 4 будет служить прогнозированием увеличения СМК по ЛВС, где наблюдаются вероятные исполняемые файлы для стеговложения. Отсюда следует, что коэффициент  $k_{\text{СМК}}$  будет проявлять воздействие на уровень распространения СМК (величины в битах. Смотри рис. 7).



Рис. 7. Анализ распространение СМК по прогнозированию  $P$

### **Вывод:**

Будущими целями труда является разрабатывать комплекс самомодифицирующихся программ для осуществления защиты информации от инсайдерских атак, а также модификация решений с помощью слияния с элементами стеганографии в описанные методы повышения безопасности.

В предоставленной статье также упоминается способ скрытого вложения в исполняемые файлы [1], [5] при помощи СМК, который не затрагивает целостность и структуру программы. В защищаемом программном обеспечении был предложен способ создания самомодифицирующегося кода(СМК), где процентное соотношение по объёму вложений данных к объёму исполнимого кода (рисунок 6 а), порождает причину предполагать, что при ориентировочном числе подмен разнообразных операторов  $N$  (рисунок 6 б), зона исследования вложения информации на основе СМК доходит до 40% от общем уровне численности скрытой информации в битах в исполнимый файл при всех 100%. Особо это актуально при следовании процессам протоколирования данных по целой системе, где присутствуют исполняемые файлы и работающие с ними СМК.

### **Список используемых источников**

1. Shterenberg S.I., Krasov A.V., Ushakov I.A., Analysis of using equivalent instructions at the hidden embedding of information into the executable files, / Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2015. Т. 80. № 1. С. 28-34.
2. Штеренберг С.И., Кафланов Р.И., Дружин А.С., Марченко С.С., Методика применения самомодификации файлов для скрытой передачи данных в экспертной системе. / Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2016. Т. 8. № 1. С. 71-75.
3. Штеренберг С.И., Методика применения в адаптивной системе локальных вычислительных сетей стеговложения в исполнимые файлы на основе самомодифицирующегося кода., / Системы управления и информационные технологии. 2016. Т. 63. № 1. С. 51-54.
4. Красов А.В., Верещагин А.С., Цветков А.Ю. Аутентификация программного обеспечения при помощи вложения цифровых водяных знаков в исполняемый код, / Телекоммуникации. 2013. № S7. С. 27-29.
5. Красов А.В., Верещагин А.С., Абатуров В.С., Методы скрытого вложения информации в исполняемые файлы, / Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2012. № 8. С. 51-55.
6. Виткова Л.А. Исследование распределённой компьютерной системы адаптивного действия // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2015. Т. 7. № 5. С. 44-48.
7. Коржик В.И., Токарева М.В. Метод обнаружения стегосистем на основе анализа статистики криптограмм, формируемых при помощи шифрования вкладываемых сообщений / В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании сборник научных статей V международной научно-технической и научно-методической конференции. 2016. С. 431-436.
8. Буйневич М.В., Израилов К.Е. Метод алгоритмизации машинного кода телекоммуникационных устройств. / Телекоммуникации. 2012. № 12. С. 2-6.
9. Кузнецов И.А., Липатников В.А., Сахаров Д.В. Способ управления информационно-вычислительной сетью на основе краткосрочного прогнозирования распространения компьютерного вируса. / В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании сборник научных статей V международной научно-технической и научно-методической конференции. 2016. С. 441-446.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ ДЛЯ IDS БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**А.Ю. Киструга, Д. Пири, В.А. Петров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В последние несколько лет наблюдается значительный рост беспроводных сетей. Одна из основных причин такого роста - массовое использование портативных и автономных устройств с возможностью подключения к беспроводной сети. Поскольку количество беспроводных сетей увеличилось, возросло и число атак на них. Для обнаружения этих атак необходимы системы обнаружения сетевых вторжений с высокой точностью и малым временем обнаружения. В этой работе предлагается рассмотреть систему обнаружения вторжений в беспроводные сети на основе машинного обучения. Она состоит из двух этапов, которые работают вместе в определенной последовательности. Для каждого этапа разрабатывается модель машинного обучения, чтобы классифицировать сетевые записи по одному из классов конкретной атаки.*

*беспроводные сети, IEEE 802.11, Wi-Fi, Machine learning, Intrusion Detection Systems*

В последние несколько лет количество смартфонов и других портативных вычислительных устройств (например, ноутбуков, планшетов) превысило количество традиционных компьютеров. В мире насчитывается около 3,5 миллиардов пользователей смартфонов. Вычислительная мощность и возможности смартфонов за эти годы выросли в несколько раз. Их можно использовать практически для всех видов задач, выполняемых на традиционных персональных компьютерах, таких как совместное использование документов, обмен мгновенными сообщениями, онлайн-встречи, просмотр и вещание потокового видео, просмотр веб-страниц и обработка текста. Кроме того, в вычислительной технике происходит смена парадигмы - в настоящее время многие программы доступны в виде облачных сервисов [1].

Таким образом, системы обнаружения вторжений (англ. Intrusion Detection Systems (IDS)) на основе машинного обучения становятся все более популярными среди исследовательского сообщества и компаний, требующих повышенного внимания к информационной безопасности. В этом направлении предлагается IDS на основе машинного обучения для сетей Wi-Fi.

Предлагается двухэтапная система обнаружения вторжений в сеть Wi-Fi (англ. Wireless Network Intrusion Detection Systems (WNIDS)) на основе машинного обучения для повышения точности обнаружения с использованием Aegean Wi-Fi Intrusion Dataset (AWID), общедоступного

маркированного набора данных, созданного из реальных трассировок сетевого трафика Wi-Fi.

Значительное улучшение производительности по времени вычислений и точности обнаружения IDS на основе машинного обучения (англ. Machine learning (ML)) достигается за счет правильного анализа данных и выбора признаков, которые помогают понять релевантные признаки для задачи классификации и отфильтровать шумные признаки при разработке ML-модели.

Рассмотрим предыдущие работы (сведенные в таб. 1), связанные с разработкой Wi-Fi IDS на основе Machine learning (ML) с использованием набора данных AWID, выпущенного в 2015 году Колиасом и др. Некоторые исследователи в своих работах рассматривали разные наборы данных вместе с набором данных AWID [2].

ТАБЛИЦА 1. Сводка связанных работ для Wi-Fi NIDS с использованием набора данных AWID

Study	ML Algorithm	Features	Classes	Accuracy
Kim [15]	SAE & K-means	50	2	94.81%
Lee [14]	SAE & SVM	5	2	98.22%
Vaal [6]	Random Forest	36	2	99.11%
Ran [12]	Ladder Network	95	2	99.28%
Kaleem [10]	ANN	7	2	99.30%
Sydney [17]	FFDNN	26	2	99.66%
Aminanto [8]	ANN	11	2	99.86%
Aminanto [13]	SVM	21	2	99.97%
Wang [16]	DNN	71	4	92.49%
Udaya [9]	Random Tree	41	4	95.12%
Vaca [6]	Random Forest	36	4	95.88%
Kolias [7]	J48	20	4	96.20%
Ran [12]	Ladder Network	95	4	98.54%
Thing [11]	Deep Learning	154	4	98.67%
Zhou [18]	CSF-BA-Ensemble classifier	8	4	99.50%
Sydney [17]	FFDNN	26	4	99.77%

Используется Aegean Wi-Fi Intrusion Dataset (AWID) для реализации двухэтапных WNIDS. В наборе данных есть четыре основных класса (i) Impersonation, (ii) Injection, (iii) Flooding, and (iv) Normal [3]. Первые три класса относятся к атакам вторжения, а последний представляет обычный трафик [4].

Рассмотрен двухэтапный подход, который последовательно работает для предлагаемых WNIDS, а также разработана модель машинного обучения для каждого этапа отдельно [5,6]. На первом этапе создавалась трехклассовая модель, в которой классы атак Impersonation и Injection объединены в один класс, а два других класса включают трафик для Normal и Flooding трафика. Чтобы разработать модель машинного обучения для первого этапа, записи были помечены для Impersonation и Injection одинаковыми метками в обучающих и тестовых наборах сокращенного AWID. На втором этапе была

разработана модель машинного обучения, чтобы классифицировать запись как атаку Impersonation и Injection. Ниже, на рисунке 1, приведены описания выбора функций для разработки модели машинного обучения для каждого этапа:

---

Algorithm 1: Pseudocode for two-stage WNIDS

---

```

Input: A captured Wi-Fi frame
Output: The Wi-Fi frame labeled with normal or specific attack type
1 record := a vector created from the frame by extracting features for first stage ML model
2 label := WNIDS_ML_model1 (record) /* label will be "Normal", "Flooding", or "Imper/Inject"
   traffic for first stage ML model */
3 if label == "Imper/Inject" then
4   record1 := a subset of record vector containing features for second stage ML model
5   label = WNIDS_ML_model2 (record1) /* label will be only "Impersonation" or "Injection"
   for second stage */
6 return (frame, label)

```

---

Рисунок 1. Выбор функций для разработки модели машинного обучения для каждого этапа

Рассмотрим выбор функций для системы. Для начала идентифицируются и выбираются функции, которые вносят значительный вклад в прогнозирование выходных данных. Это сокращает количество функций (таб. 2-3), чрезмерную подгонку модели и время обработки наряду с повышением точности модели [7,8].

ТАБЛИЦА 2. Выполнение методов выбора характеристик для модели машинного обучения первого этапа.

Feature Selection Method	# of Features	Training Accuracy	Test Accuracy
Recursive Feature Elimination	19	98.28%	95.59%
Feature Importance	8	98.87%	95.05%
Chi-square Test	24	98.84%	95.43%
Feature Correlation	19	99.46%	96.19%
Particle Swarm Optimization	23	97.47%	95.77%

ТАБЛИЦА 3. Функции, выбранные для модели машинного обучения первого этапа.

Feature #	Feature's Name	Feature #	Feature's Name
0	frame.len	10	wlan.fc.retry
1	radiotap.present.flags	11	wlan.fc.pwrmgt
2	radiotap.datarate	12	wlan.fc.moredata
3	radiotap.chartnel.freq	13	wlan.fc.protected
4	radiotap.channel.type.cck	14	wlan.duration
5	radiotap.dbm antsignal	15	wlan.ra
6	wlan.fc.type	16	wlan.da

7	wlan.fc.subtype	17	wlan.frag
8	wlan.fc.ds	18	wlan.seq
9	wlan.fc.frag		

Алгоритмы, используемые при разработке модели машинного обучения для двухэтапных WNIDS:

Bootstrap Aggregation (Bagging), Random Forest, Extra Trees, Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Naive Bayes (NB).

Все вышеупомянутые алгоритмы использовались для разработки модели на обоих этапах, чтобы классифицировать записи по четырем классам с использованием выбранных признаков [9]. Точность и время обучения были записаны для моделей, которые помогли окончательно разработать наиболее эффективный алгоритм для модели машинного обучения на каждом этапе в используемой WNIDS. Был реализован и оценен модели на компьютере, оснащенный процессором Intel (R) Core (TM) i5-7400 @ 3,00 ГГц и 8 ГБ оперативной памяти, результат показан в таб. 4.

ТАБЛИЦА 4. Выполнение алгоритмов машинного обучения на обучающей выборке на каждом этапе.

ML Algorithm	First Stage ML Model		Second Stage ML Model	
	Accuracy	Training Time	Accuracy	Training Time
Bagging	99.41%	4854.25 s	99.99%	54.63 s
Random Forest	99.57%	2168.85 s	99.99%	30.94 s
Extra Trees	99.55%	1802.91 s	99.99%	29.78 s
XGBoost	99.49%	854.50 s	99.99%	4.35 s
Naive Bayes	87.85%	320.79 s	100.00%	0.22 s

В этой работе был реализован двухэтапный WNIDS на основе машинного обучения для повышения точности обнаружения атак Impersonation и Injection в сети Wi-Fi. Для WNIDS были разработаны две отдельные модели машинного обучения, которые работают вместе в последовательности. Модель машинного обучения первого этапа — это трехклассовая модель, основанная на Random Forest, которая идентифицирует кадр (запись) сети Wi-Fi как класс Flooding, Normal, unified Injection или Impersonation. Модель ML второго этапа основана на Naive Bayes, которая классифицирует записи фреймов, идентифицированные как унифицированный класс моделью ML первого этапа, на класс Impersonation или Injection. Хотя это ограничение WNIDS может повлиять на доступность сети в случае атаки Flooding рассылки, конфиденциальность и целостность пользовательской информации останутся неизменными. В будущей работе будет предпринята попытка преодолеть это ограничение путем дальнейшего повышения производительности WNIDS. Будет исследовано реальное развертывание предлагаемых WNIDS в корпоративной сети Wi-Fi.



#### **Список используемых источников:**

1. Xue, B.; Zhang, M.; Browne, W.N. New fitness functions in binary particle swarm optimization for feature selection. In Proceedings of the 2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation, Brisbane, Australia, 10–15 June 2012; pp. 1–8.
2. Breiman, L. Bagging predictors. *Mach. Learn.* 1996, 24, 123–140.
3. Breiman, L. Random forests. *Mach. Learn.* 2001, 45, 5–32.
4. Introduction to Boosted Trees. [Электронный ресурс] URL: <https://xgboost.readthedocs.io/en/latest/tutorials/model.html> (дата обращения 17.11.2021).
5. Cisco. Cisco VNI Global—2021 Forecast Highlights. [Электронный ресурс] URL: [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global\\_2021\\_Forecast\\_Highlights.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global_2021_Forecast_Highlights.pdf) (дата обращения 17.11.2021).
6. Vanhoef, M.; Piessens, F. Key Reinstallation Attacks: Forcing Nonce Reuse in WPA2. In Proceedings of the 24th ACM Conference on Computer and Communications Security (CCS), Dallas, TX, USA, 30 October–3 November 2017.
7. Cermak, M.; Stefan Svorencik, S.; Lipovsky, R. KR00K-CVE-2019-15126, Serious Vulnerability Deep Inside Your Wi-Fi Encryption. 2020 [Электронный ресурс] URL: [https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2020/02/ESET\\_Kr00k.pdf](https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2020/02/ESET_Kr00k.pdf) (дата обращения 17.11.2021).
8. Koliass, C.; Kambourakis, G.; Stavrou, A.; Gritzalis, S. Intrusion detection in 802.11 networks: Empirical evaluation of threats and a public dataset. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2015, 18, 184–208.
9. Aminanto, M.E.; Tanuwidjaja, H.; Yoo, P.D.; Kim, K. Weighted feature selection techniques for detecting impersonation attack in Wi-Fi networks. In Proceedings of the Symposium on Cryptography and Information Security (SCIS), Naha, Japan, 24–27 January 2017; pp. 1–8.

## МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РУКОПИСНОГО ПОЧЕРКА

**П.А. Корчагин, А.И. Протопопова**

Казанский (Приволжский) Федеральный университет

*Рассматривается задача аутентификации с использованием рукописного почерка. Данная задача является одной из востребованных и актуальных и ей посвящено огромное количество работ. В связи с этим, предложен метод, позволяющий реализовать систему идентификации пользователя с использованием рукописного почерка. Среди большого количества методов наибольшая эффективность для идентификации пользователя достигается путем использования метода Кронекера-Чебышева и Кронекера-Чебышева-Ахизера.*

**рукописный почерк, идентификация пользователя, биометрическая идентификация.**

**Введение.** В современном мире большими перспективами среди аутентификации стали обладать биометрические системы, которые используют поведенческие характеристики человека, основанные на его особенностях, присущие для подсознательных движений в процессе воспроизведения какого-либо действия. В связи с этим, благодаря методу Кронекера-Чебышева, по точным данным можно определить точную интерполяционную функцию, а при заданном допуске, возможно, также провести идентификацию при наличии шума. Данный метод основан на итерационном алгоритме Кронекера построения по исходным данным рациональной функции и применения базисов многочленов Чебышева и Чебышева-Ахизера комплексного переменного.

**Постановка задачи идентификации.** Возьмем ситуацию, в которой идентифицируемый объект описывается передаточной функцией:

$$W_n(p) = \frac{A_{n-1}(p)}{B_n(p)}, p = j \quad (1)$$

где  $A_{n-1}(p) = \sum_{k=0}^{n-1} a_{n,k} p^k$ ,  $B_n(p) = \sum_{k=0}^n b_{n,k} p^k$ ,  $b_{n,n} = 1$ , и коэффициенты многочленов  $\{a_{n,k}\}_{k=0}^{n-1}$ ,  $\{b_{n,k}\}_{k=0}^{n-1}$  и структурный параметр  $n$  неизвестны.

На практике же из-за погрешностей измерения и внешнего возмущения, присутствующих при эксперименте или появляющихся за счет нелинейности реального объекта в рассматриваемом диапазоне частот, значения идеальной функции (1) искажаются нерелевантными и «шумовыми» признаками. Тогда передаточная функция будет иметь вид:

$$\underline{W}_n(p) = \frac{A_{n-1}(p)}{B_n(p)}, p = j \quad (2)$$

**Метод Кронекера-Чебышева и Кронекера-Чебышева-Ахиезера.** Для решения задачи идентификации предлагается улучшенный метод Кронекера рациональной интерполяции функций [1, 2], основанный на последовательной трансформации интерполяционного полинома, построенного по исходным данным, в интерполяционную функцию.

По исходным данным аналогично методу Кронекера, строится интерполяционный полином с вещественными коэффициентами, удовлетворяющий равенствам:

$$Re \underline{H}_{2N-1}(\underline{p}_k) = \underline{u}_{n,k}, Im \underline{H}_{2N-1}(\underline{p}_k) = \underline{v}_{n,k}, k = 1, \dots, N. \quad (3)$$

В данном случае рекуррентная процедура построения передаточной функции, как и в методе Кронекера, сводится к нахождению последовательности многочленов и вспомогательных параметров  $\{\alpha_k, \beta_k\}_0^{N-1}$ :

$$\underline{A}_{2N-k-2}(\underline{p}) = (\alpha_k \underline{p} + \beta_k) \underline{A}_{2N-k-1}(\underline{p}) - \underline{A}_{2N-k}(\underline{p}), k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (4, a)$$

$$\underline{B}_{k+1}(\underline{p}) = (\alpha_k \underline{p} + \beta_k) \underline{B}_k(\underline{p}) - \underline{B}_{k-1}(\underline{p}), k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (4, б)$$

Но модификация Кронекера заключается в записи полиномов  $\{\underline{A}_{2N-k}(\underline{p})\}_0^{N+1}$  по базису  $\{C_k(\underline{p})\}_0^\infty$  [3], где  $C_k(\underline{p})$  – многочлен Чебышева комплексного переменного. Тогда

$$\underline{H}_{2N-1}(\underline{p}) = \sum_{k=0}^{2N-1} \underline{h}_k C_k(\underline{p}) \quad (5)$$

Свойства многочленов Чебышева позволяют по исходным данным находить коэффициенты  $\{\underline{h}_k\}_0^{2N-1}$  в выражении (5) при двух случаях:

1.  $\{j\underline{w}_k\}_1^N$  – узлы Чебышева I рода на мнимой оси являются нулями многочлена  $\underline{A}_{2N}(\underline{p}) = K C_{2N}(\underline{p})$ ;

2.  $\{j\underline{w}_k\}_1^N$  – узлы Чебышева II рода на мнимой оси являются точками экстремума этого многочлена и нулями многочлена  $\underline{A}_{2N}(\underline{p}) = K C_{2N}(\underline{p}) - C_{2N-2}(\underline{p})$ ;

Следовательно, модифицированный метод Кронекера – это метод Кронекера-Чебышева.

На основе метода Кронекера-Чебышева при наличии шума в частотной области для структурно-параметрической идентификации используется метод Кронекера-Чебышева-Ахиезера. Суть его в том, что в случае невыполнения отмеченных ограничений вместо многочленов Чебышева используют многочлены Чебышева-Ахиезера на отрезках  $[-1, -\epsilon] * [\epsilon, 1]$  вещественной оси [4].

Здесь же, многочлены Чебышева-Ахиезера связаны с многочленами Чебышева соотношением:  $T_{2m}(\underline{p}) = T_m((2\underline{p}^2 - 1 - \epsilon^2)/(1 - \epsilon^2))$ .

Тогда, модифицированные многочлены Чебышева-Ахиезера комплексного переменного  $\underline{p}[-j, -j][j, j]$  для четных и нечетных степеней находятся:

$$\underline{C}_{2m}(\underline{p}) = C_m\left(\frac{2\underline{p}^2 + 1 + \epsilon^2}{1 - \epsilon^2}\right), \underline{C}_{2m+1}(\underline{p}) = \underline{p}\underline{C}_{2m}(\underline{p}),$$

При  $\underline{A}_{2N}(\underline{p}) = K C_{2N}(\underline{p})$  интерполяционный многочлен  $\underline{A}_{2N-1}(\underline{p}) = \underline{H}_{2N-1}(\underline{p})$  будет выглядеть так:

$$\underline{H}_{2N-1}(\underline{p}) = \sum_{k=0}^{2N-1} \underline{h}_k \underline{C}_k(\underline{p}) \quad (6)$$

Тогда построение функции  $\underline{W}_n(\underline{p}) = \underline{A}_{n-1}(\underline{p})/\underline{B}_n(\underline{p})$  будет аналогично методу Кронекера-Чебышева.

Для получения последовательностей многочленов  $\{\underline{A}_{2N-k}(\underline{p})\}_0^{N+1}$ ,  $\{\underline{B}_k(\underline{p})\}_{-1}^N$  интерполяционные узлы являются нулями многочлена  $\underline{A}_{2N}(\underline{p}) = K C_{2N}(\underline{p})$  и представляют набор  $\{j\underline{w}_k\}_1^N$ , где

$$\underline{w}_{-k} = \sqrt{\frac{1 - \epsilon^2}{2} \cos\left(\frac{(2N - 2k + 1)\pi}{2N}\right) + \frac{1 + \epsilon^2}{2}} \quad (7)$$

**Практическая часть.** Разрабатываемое программное обеспечение будет представлять собой прототип системы аутентификации компьютерной системы на основе идентификации с использованием рукописного почерка на тачпаде, для которого выбраны методы Кронекера-Чебышева и Кронекера-Чебышева-Ахиезера.

Блок-схема выглядит следующим образом:

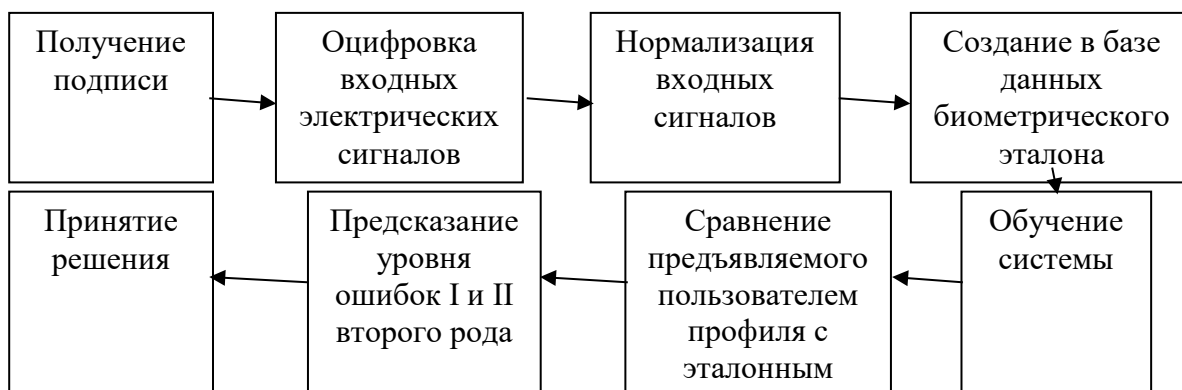


Рис. 1. Блок-схема, разрабатываемой программы

Следовательно, биометрическую аутентификацию по подписи можно разбить на следующие этапы:

- получение от пользователя биометрического образца, используя ввод на тачпаде;
- оцифровка данных, то есть измерение биометрических параметров в предъявляемом образце;
- нормализация данных, приводящая их к некоторому эталонному значению, в процессе которого изображение обрабатывается путем применения порогового значения для удаления фонового шума, а также корректируется размер до правильной ориентации благодаря сегментации;
- создание в базе данных системы биометрического эталона идентифицируемой личности;
- обучение системы;
- обученная нейронная сеть сравнивает подпись пользователя с эталонной, для получения доступа. При этом, входными данными являются образец подписи, и весовые коэффициенты рассчитываются в процессе обучения;
- предсказание уровня ошибок первого и второго рода для полученной подписи во время идентификации, с последующим принятием решения.

Из вышесказанного следует, что в качестве биометрического идентификатора при анализе почерка могут выступать мускульные движения руки, сила давления, или скорость движения, то есть динамика подписи. Стойкость систем анализа динамической характеристики заключается в том, что невозможно в точности скопировать динамику движения руки автора подписи.

Организовать такую систему довольно просто: зачастую достаточно наличие персонального компьютера с тачпадом. В перспективе системы идентификации по почерку могут быть внедрены там, где сейчас используется «классический» анализ почерка – графология. То есть – в банковское дело, криминалистику, системы документооборота.

**Вывод.** Таким образом, благодаря методу идентификации с использованием рукописного почерка в дальнейшем будет разработано

программное обеспечение, с целью повышения надежности традиционной парольной защиты, состоящее из тачпада, который будет подключен к компьютеру, для сравнения и проверки шаблонов. Для программной реализации выбраны очень эффективные и популярные для решения задач структурно-параметрической идентификации в частотной области, методы Кронекера-Чебышева и Кронекера-Чебышева-Ахиезера. Уровень безопасности при этом высок, что дает востребованность во многих сферах.

**Список используемых источников:**

1. Бейкер, Дж., мл. Аппроксимации Паде / Дж. Бейкер мл., П. Грейвс-Моррис. – М. : Мир, 1986. – 502 с.
2. Бондаренко, Л. Н. Определение параметров передаточной функции средств измерений по значениям амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик / Л. Н. Бондаренко // Датчики и системы. – 2004. - №7. – С. 18-20.
3. Бабенко, К. И. Основы численного анализа / К. И. Бабенко. – М. : Наука, 1986. – 744с.
4. Ахиезер, Н. И. Элементы теории эллиптических функций / Н. И. Ахиезер. – М. : Наука, 1970. – 304 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПРОТОКОЛАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ

**В.В. Косенков, Д. Пири, А.С. Салита, Д. Сикуте**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Усиление решений безопасности для компьютерных сетей увеличивает интерес к новым методам передачи скрытой информации. В данной статье рассмотрена возможность создания стеганографических каналов на основе использования протоколов динамической маршрутизации. Были исследованы определенные протоколы, их поля заголовков, с помощью которых можно создавать стего-контейнеры.*

***стеганография, сетевая стеганография, безопасность, протоколы динамической маршрутизации, канальная стеганография, сокрытие данных, сети передачи данных***

Скрытые каналы используются для передачи информации, стеганография - это метод сокрытия данных внутри существующих каналов связи, поэтому никто, кроме участников, не может их обнаружить. Скрытая коммуникация может существенно повлиять на уровень безопасности и репутации определенной системы. Со стороны клиента разумно сомневаться в безопасности и качестве системы, имеющей слабые места, которые можно использовать для необнаруженной утечки конфиденциальных данных. Следовательно, скрытые каналы связи представляют большой интерес для служб безопасности, стремящихся уменьшить утечки информации и повысить стандарты безопасности. Подробнее о реализации стеганографии можно прочесть в [1-3].

В основе любой современной сети лежат устройства, способные управлять сетевым трафиком и контролировать его. Одним из основных сетевых устройств является маршрутизатор, который соединяет как минимум две сети и выполняет функции направления трафика. Устройства маршрутизации реализуют протоколы маршрутизации, которые имеют решающее значение для определения доступности сетевых узлов и состояний сети. Учитывая незаменимую роль и наличие протоколов маршрутизации в сетях связи, в этой статье рассмотрено использование протоколов маршрутизации для передачи скрытой информации нескольким получателям, что определяется как стеганография многоадресной рассылки. Такая стеганография требует отправки одного и того же стеганографического сообщения всем ранее определенным получателям, и ее можно реализовать только при многоадресной передаче, чтобы снизить стоимость и возможность обнаружения по сравнению с многократной одноадресной стеганографией.

Большинство методов сетевой стеганографии основаны на протоколах, которым свойственно иметь «неплотные поля», т.е. поля, которые зачастую

не используются, именно поэтому в них проще встроить стего-сообщение. Но если коснуться динамических протоколов, тут все неоднозначно, принимая во внимание преобладающее использование протоколов OSPF и BGP.

OSPF – (англ. Open Shortest Path First) основанный на технологии отслеживания состояния канала, и использующий для нахождения кратчайшего пути Алгоритм Дейкстры (Dijkstra's algorithm). Маршрутизаторы обмениваются hello-пакетами через все интерфейсы, на которых активирован OSPF. Устройства, разделяющие общий канал передачи данных, становятся соседями после согласования определенных параметров, указанных в hello-пакетах.

Пакеты OSPF подразделяются на следующие типы:

- Hello (Привет, пакет)
- Database Description (Пакет описания базы данных)
- Link State Request (Пакет запроса состояния связи)
- Link State Update (Пакет обновления состояния канала)
- Link State Acknowledgment (Пакет подтверждения состояния связи)

Все эти пакеты имеют одинаковый формат заголовка пакета. Длина заголовка пакета OSPFv3 составляет 16 байт. В него входят такие данные как: Версия, Тип, Длина пакета, Идентификатор источника, Идентификатор области, Контрольная сумма, Идентификатор экземпляра, 0(reserved).

Более подробно были рассмотрены поля пакета Hello (Приветственный пакет) на возможность создания стего-канала. Он включает в себя 8 полей,

- Interface ID, ID интерфейса, 32-битное число, однозначно идентифицирующее этот интерфейс среди коллекции интерфейсов этого роутера.

- Rtr Priority, Приоритет маршрутизатора, используется в (резервном) назначенном маршрутизаторе.

- Options, Параметры, Дополнительные возможности, поддерживаемые маршрутизатором.

- HelloInterval, Количество секунд между пакетами Hello этого маршрутизатора.

- RouterDeadInterval, Количество секунд до объявления беззвучного роутера отключенным.

- Designated Router ID, Идентификатор маршрутизатора-отправителя назначенного для этой сети.

- Backup Designated Router ID, Идентификатор маршрутизатора-отправителя назначенного резервным маршрутизатором для этой сети.

- Neighbor ID, Идентификаторы других маршрутизаторов в сети с соседним состоянием.

Из подробного осмотра строения пакета, следует, что для создания стеганографических каналов на основе OSPFv3 подходят следующие поля: Идентификатор маршрутизатора, Идентификатор экземпляра, HelloInterval, Rtr Priority. Поле Res (0). Поля Идентификатор маршрутизатора, Rtr Priority и



Идентификатор экземпляра должны быть постоянными, если нам необходимо получить данные и отправить, однако, если у нас стоит цель организации сокрытого потока информации, то данные поля применимы для создания стеганографического канала. Поле Res всегда зарезервировано и должно быть установлено на 0, и при отправке протокола должно игнорироваться. Подробнее о работе протокола OSPF можно прочесть в [4-5].

Исходя из вышеперечисленной информации, можно сделать вывод, что для создания стеганографического канала, пригодны поля HelloInterval и Res(0). Но и они гарант передачи стеганографического сообщения, так как стоит пакету дойти до узла, перед пересылкой, он пройдет фильтрацию и стеганография с большей вероятностью будет обнаружена.

Также был рассмотрен такой протокол как BGP. BGP (Border Gateway Protocol) – протокол пограничного шлюза. Он управляет тем, как пакеты маршрутизируются из сети в сеть посредством обмена информацией о маршрутизации и доступности между пограничными маршрутизаторами. BGP обеспечивает стабильность сети, гарантируя, что маршрутизаторы могут адаптироваться к сбоям маршрута: когда один путь выходит из строя, быстро находит новый путь. BGP принимает решения о маршрутизации на основе путей, определенных правилами или сетевыми политиками, установленными сетевыми администраторами. Как устроена маршрутизация BGP можно прочесть в [6]. Как и в протоколе OSPF, все типы пакетов BGP имеют одинаковый формат заголовка.

Более подробно было рассмотрено открытое сообщение протокола BGP. Оно используется для установления соединения BGP. Формат кадра представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Формат кадра BGP

- Версия (1 октет) - Указывает номер версии BGP. Для BGP-4 значение поля равно 4.
- Моя Автономная Система (2 октета) - Указывает номер AS отправителя сообщения.
- Время Ожидания (2 октета) - Указывает время ожидания, установленное отправителем сообщения, в секундах.

- Идентификатор BGP (4 октета) - Указывает идентификатор маршрутизатора отправителя сообщения.
- Дополнительные параметры длины (1 октет) - Указывает длину поля необязательных параметров.
- Дополнительные Параметры - Указывает список необязательных параметров BGP, каждый из которых представляет единицу измерения в формате TLV. Это могут быть параметры: Тип, Длина, Значение. Каждая единица в списке значений состоит из TLV значения и имеет по 1 октету, кроме «Значение возможности», может включать AFI (2 октета), Res (1 октет) , SAFI (1 октет). Res – это аналогичное поле резервации, которое в теории может быть использовано.

Анализируя строение протокола, можно выделить поля для создания стеганографических сообщений, такие как: Моя Автономная Система (My Autonomous System), Время Ожидания (Hold Time), Дополнительные параметры длины (BGP Identifier), Дополнительные Параметры – Reserved.

Исходя из исследования обоих протоколов (OSPF и BGP), следует сделать общий вывод по возможности создания стеганографического канала. Оба эти протокола имеют Res поля по 8 бит информации, поля которые зарезервированы на случай экстренной необходимости, и явное использование их для стеганографии увеличивает риск обнаружения. Также, оба протокола имеют такие поля как Время Ожидания (количество секунд, через которое протокол будет высылать пакеты «Hello», для проверки активности). Использование данных полей для создания стеганографического канала явно подходит больше. К примеру:

Каждый интерфейс отправляет пакет «Hello» через определенное число секунд. Допустим, мы введем вариацию интервала времени между этими пакетами, например четное количество секунд – будет характерно 0, нечетное кол. сек. – будет характерно 1. На основе такого метода задержек можно будет считать, что стеганографический канал создан.

Для примера, с помощью Python скрипта, были отправлены 3 пакета, с задержкой 5, 6, 5 секунд соответственно. Перехват осуществлялся с помощью анализатора сетевого трафика Wireshark (рисунок 2-3).

5:62ff:fe6a:fef1	fe80::21e:7aff:fe79:3f10	OSPF	Hello Packet
e:7aff:fe79:3f10	fe80::225:45ff:fe60:17c1	OSPF	Hello Packet
e:7aff:fe79:3f10	fe80::215:62ff:fe6a:fef1	OSPF	DB Description
e:7aff:fe79:3f10	fe80::225:45ff:fe60:17c1	OSPF	DB Description
e:7aff:fe79:3f10	fe80::215:62ff:fe6a:fef1	OSPF	Hello Packet
5:45ff:fe60:17c1	fe80::21e:7aff:fe79:3f10	OSPF	DB Description
5:62ff:fe6a:fef1	fe80::21e:7aff:fe79:3f10	OSPF	DB Description
e:7aff:fe79:3f10	fe80::225:45ff:fe60:17c1	OSPF	DB Description
e:7aff:fe79:3f10	fe80::215:62ff:fe6a:fef1	OSPF	DB Description

Рис. 2. Перехват пакетов Hello в Wireshark.

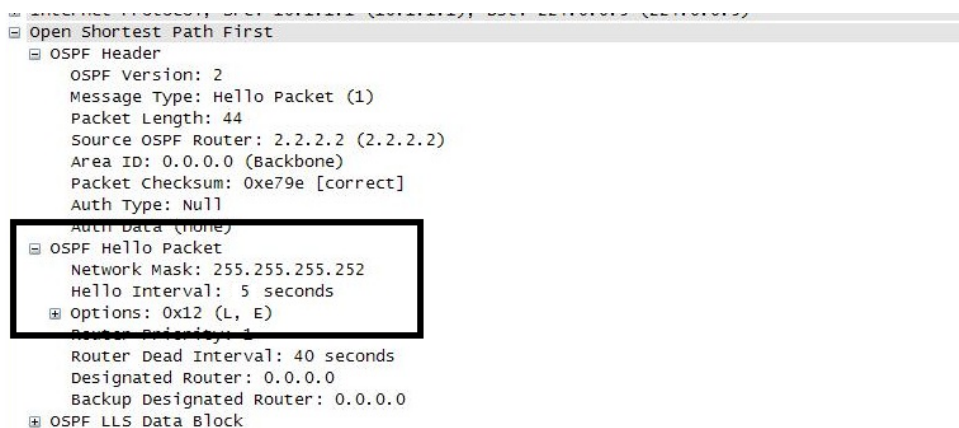


Рис. 3. Измененное поле «Hello Interval» пакета в Wireshark.

Основным вкладом данной статьи является исследование и анализ протоколов динамической маршрутизации на возможное создание стеганографических каналов. Резюмируя проведенные исследования и подводя итоги, следует сказать, что сетевые протоколы уже довольно редко имеют неиспользуемые поля, ведь лишние расходы никому не нужны. Может быть, иногда это работает, но и использовать поля, которые были приведены в этой статье, следует под тщательным осмотром, на свой страх и риск, так как гарантий, как таковых, нет.

**Список используемых источников:**

1. Research of the Possibility of Hidden Embedding of a Digital Watermark Using Practical Methods of Channel Steganography / P. I. Sharikov, A. V. Krasov, A. M. Gelfand, N. A. Kosov // Intelligent Distributed Computing XIII, St.-Petersburg, 07–09 октября 2019 года. – St.-Petersburg: Springer Verlag, 2019. – P. 203-209. – DOI 10.1007/978-3-030-32258-8\_24.
2. Салита, А. С. Стеганографические вложения в протоколах VOIP / А. С. Салита, Е. М. Гетьман, А. В. Красов // Технологии информационного общества : Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03–04 марта 2021 года. – Москва: ООО "Издательский дом Медиа паблишер", 2021. – С. 52-54.
3. Красов, А. В. Практическое применение сетевой стеганографии на примере протокола ICMP / А. В. Красов, Е. И. Степанов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) : VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах, Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 2018 года / Под редакцией С.В. Бачевского. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. – С. 510-513.
4. Apostolopoulos, G., Guerin, R., Kamat, S.: Implementation and performance measurements of QoS routing extensions to OSPF. In: IEEE INFOCOM 1999 Conference on Computer Communications Proceedings, Eighteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. The Future is Now (Cat. No.99CH36320). vol. 2, pp. 680–688. IEEE (1999)
5. Moy, J.T.: OSPF: Anatomy of an Internet Routing Protocol. Addison-Wesley Professional, Reading (1998)
6. M Zhao, S W Smith and D M. Nicol, "Aggregated path authentication for efficient BGP security[C]", Proceedings of the 12th ACM conference on Computer and communications security, pp. 128-138, 2005.

## ПРОТОКОЛЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В СИСТЕМЕ УМНЫЙ ГОРОД

**А.В. Крылов, И.А. Ушаков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Интернет вещей (IoT) - это сеть устройств, имеющих уникальную идентификацию и встроенное программное обеспечение, необходимое для передачи информации. Конечные сетевые устройства и протоколы используются для связи с облачным сервером, который обрабатывает и агрегирует большие данные, поступающие от различных устройств, выполняет аналитику и помогает в принятии бизнес-решений. IoT является значимой частью современной революции в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и "умных" городах. Обеспечение безопасности всех субъектов, вовлеченных в сеть IoT, является особенно важным, поскольку она предполагает повсеместный сбор и распространение данных.*

*умные города, Интернет вещей (IoT), Безопасность IoT, Оценка рисков безопасности, Протоколы IoT, Угрозы IoT*

Существует более миллиардов устройств с элементом IoT. Данные, доступные в экосистеме, должны собираться и анализироваться, чтобы видеть, можно ли получить какую-либо информацию, полезную для клиента, бизнеса или органов управления. Элементами Интернета вещей являются люди, вещи, данные и процессы. Системы IoT нацелены на объединение в сеть этих элементов, которые взаимодействуют друг с другом через проводную или беспроводную среду, как представлено на рис. 1. Система устройств IoT формируются из датчиков, которые собирают данные, исполнительных устройств, и шлюзов, которые действуют как интерфейс для связи и автоматизации [1]. Интернет вещей разделяют на модели: связь устройство и устройство (D2D), от человека к устройству (H2D), от человека к человеку (H2H) и от устройства к человеку (D2H).

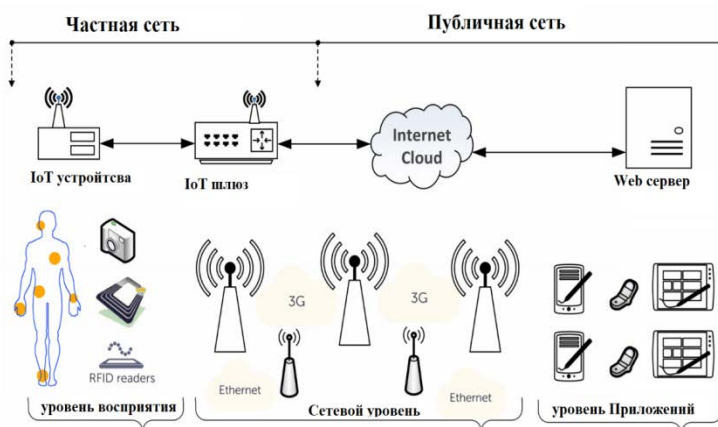


Рис. 1. Структура IoT

Благодаря Интернету вещей появилось множество автономных приложений в области здравоохранения, бизнес-решений, умного города, домашней автоматизации, автоматизации производства и интеллектуальной транспортной системы. Успех Интернета вещей заключается в распределенном сборе, агрегировании, обработке и анализе данных, которые могут выполняться из любого места и обычно выполняются в виде облачной службы. В связи с развитием и распространением Интернета вещей риски безопасности возрастают. Открытый доступ к данным на облачных серверах делает их уязвимыми для угроз безопасности. Один скомпрометированный объект в сети IoT делает уязвимыми все остальные объекты. Поскольку Интернет вещей представляет собой совокупность устройств или датчиков, объединенных в сеть вместе с облаком для предоставления информационных услуг, все угрозы безопасности, применимые к беспроводным сетям датчиков (WSN), Интернету и облачным сервисам, являются актуальными и в сети IoT [2]. Отсутствие надежной аутентификации устройств IoT, шифрования данных IoT, управления ключами и т. д. делает сеть IoT уязвимой для внешних атак и угроз [3].

Концепция Умный Город, с технической точки, заключается в подключении датчиков и интеллектуальных устройств через Интернет для удаленного мониторинга, доступа и управления инфраструктурной средой [4]. Умный город автоматизируется с помощью парадигмы Интернета вещей и способен реагировать на требования его жителей и обеспечивать комфорт и безопасность [5]. Основные цели умного города - повысить автоматизацию городов, упростить управление энергопотреблением и сократить количество выбросов в окружающую среду. Кроме того, уровень потребления энергии и комфорт горожан являются ключевыми факторами при проектировании любой среды умного города. Беспроводные интеллектуальные датчики стали очень популярными устройствами для мониторинга и отслеживания перемещений объектов в среде умного города, в следствии этого они стали целью различных атак [6].

Безопасность сети Умного города необходимо решать на протяжении всего жизненного цикла устройства IoT. Ниже перечисляются требования безопасности, которые необходимо проверять на различных этапах внедрения IoT, чтобы предотвратить угрозы безопасности [7,8]:

- Криптографические алгоритмы. Асимметричные алгоритмы были рекомендованы для защиты передачи данных. Однако у них есть проблемы с обменом ключами, конфиденциальностью, цифровой подписью и аутентификацией сообщений. Поэтому были рекомендованы алгоритмы с открытым ключом, поскольку они могли обеспечивать управление ключами, аутентификацию узлов, масштабируемость и безопасность [9].

- Методы управления ключами. Управление ключами является важной функцией безопасности в Интернете вещей. Основное внимание в исследованиях управления ключами уделяется снижению сложности передачи, энергопотреблению и безопасности.

- Алгоритмы защищенной маршрутизации. Традиционные протоколы сетевой маршрутизации не могут применяться в сети IoT. Протокол маршрутизации должен гарантировать подлинность маршрутизируемой информации. Протоколы маршрутизации должны предотвращать такие атаки, как DOS, петля, человек по середине, и выборочная пересылка [10].

- Классификация данных. Степень защиты, необходимая для данных, зависит от конфиденциальности данных. Данные могут быть защищены на основе классификации.

- Защита устройств во время производства. Устройства IoT могут быть защищены во время производства и разработки. Любой интерфейс, используемый во время производства, должен быть удален перед развертыванием и установлены только необходимые, все порты устройств IoT должны иметь надлежащий контроль доступа. Устройства, размещаемые в незащищенных местах, должны иметь защиту от несанкционированного доступа и быть экранированы, чтобы избежать атак по побочным каналам.

- Защищенная операционная система. Операционная система должна иметь ограниченные права доступа и уменьшать видимость системы. Операционная система должна быть спроектирована так, чтобы иметь только компоненты, пакеты и библиотеки, необходимые для работы устройства IoT. Обновление ОС должно обеспечиваться на протяжении всего срока службы развернутого устройства. Неиспользуемые порты, протоколы и службы должны быть отключены. Должны разделяться права доступа для пользователей и администраторов для. Должна использоваться зашифрованная файловая система.

- И другие требования такие как: безопасность приложений, управление учетными данными, надежная и поэтапная последовательность загрузки, шифрование передаваемых данных, сетевые подключения, обновление программного обеспечения, регистрация событий [11].

Проблемы, связанные с безопасностью IoT, - это не только проблемы, связанные с безопасностью среды передачи данных и Интернета, но также проблемы контроля доступа, аутентификации и конфиденциальности, связанные с IoT, такие как: встроенные устройства с низким энергопотреблением, управление правами доступа, неоднородность сети, защищенный контроль доступа, управление идентификацией.

Список потенциальных угроз обширен и новые угрозы появляются постоянно, самые известные и опасные из них приведены далее [12]:

- Отказ в обслуживании. DoS-атака в IoT направлена на исчерпание ресурсов поставщиков услуг и пропускной способности сети. Заглушка канала в беспроводной сети также является типом DoS-атаки.

- Отключение канала связи. Злоумышленник может захватить узел, доступный для внешней среды, чтобы получить доступ к данным хранилища.

- Атака MQTT - серверы Интернета вещей, использующие транспортную телеметрию очереди сообщений (MQTT) в Интернете, подвергается атаке из-за неаутентифицированной и незашифрованной связи.

Серверы MQTT также уязвимы для SQL-инъекций и кросс-сторонних сценариев. Серверы MQTT, используемые для обновлений микропрограмм, могут использоваться для внедрения вредоносного кода.

- Программы-вымогатели - сети IoT подвергаются атакам программ-вымогателей, во время которых они крадут данные из любого шлюза или облачного агрегатора и требует деньги за эти данные.

- Подделка запросов Интернета вещей. Злоумышленник, имитирующ сетевые запросы, пытается атаковать устройства, подключенные к корпоративной сети, а не взламывать несколько уровней безопасности.

Стек протоколов IoT не стандартизирован как набор протоколов TCP / IP или OSI. Большинство протоколов безопасности IoT предназначены для работы на нескольких уровнях для обеспечения безопасности. В таблице 1 перечислены некоторые атаки на IoT и методы защиты против них.

ТАБЛИЦА 1. Стек протоколов IoT, угрозы и защита.

Уровень	Атака	Защита
Physical	Подавление	Переключение по каналам, пространственное отступление, приоритетные сообщения
	Радиопомехи	Отложенная передача ключей
	Взлом	Защита от взлома, сокрытие
MAC	Коллизия	Код исправления ошибок
	Превышение скорости передачи данных	Ограничение скорости
Network	Sink-hole	Протокол гео-маршрутизации
	Червоточина/ black hole	Избыточность мониторинга
	Неверное направление	Исходящая фильтрация, авторизация, мониторинг
Transport	Десинхронизация	Аутентификация
	Флуд / Flooding	Фильтрация трафика
Application	Избыточность трафика	Ограничение скорости
	Перепрограммирование	Аутентификация

**Список используемых источников:**

1. King, J.; Awad, A.I. A Distributed Security Mechanism for Resource-Constrained IoT Devices. *Informatica (Slovenia)* 2016, 40, 133–143.
2. Ning, H. *Unit and Ubiquitous Internet of Things*; CRC Press, Inc.: Boca Raton, FL, USA, 2013.
3. Miller, M. *The Internet of Things: How Smart TVs, Smart Cars, Smart Homes, and Smart Cities are Changing the World*; Que Publishing: Indianapolis, Indiana, 2015.
4. Al-Fuqaha, A.; Guizani, M.; Mohammadi, M.; Aledhari, M.; Ayyash, M. *Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications*. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2015, 17, 2347–2376.
5. Suryadevara, N.K.; Mukhopadhyay, S.C. *Smart Homes: Design, Implementation and Issues*; Springer: Cham, Switzerland, 2015.
6. Савинов Н.В., Токарева К.А., Ушаков И.А., Красов А.В., Сахаров Д.В. Исследование модели сети цод на основе политик *Cisco Aci* // *Защита информации. Инсайд*. 2019. № 4 (88). С. 32-43.

7. Absolute security <https://www.absolutesecurity.co.uk/>
8. Prevent enterprise IoT security challenges with preparation. <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/essentialguide/Prevent-enterprise-IoT-security-challenges-with-preparation>
9. Applications and Key Challenges. In Proceedings of the 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, Islamabad, India, 17–19 December 2012; pp. 257–260.
10. Сахаров Д.В., Красов А.В., Ушаков И.А., Орлов Г.А. Защищенная модель программно-определяемой сети в среде виртуализации *Кvm* // Электросвязь. 2020. № 3. С. 26-32.
11. Сахаров Д.В., Красов А.В., Ушаков И.А., Бирих Э.В. Моделирование защищенной масштабируемой сети предприятия с динамической маршрутизацией на основе *Ipv6* // Защита информации. Инсайд. 2020. № 1 (91). С. 51-57.
12. Khan, R.; Khan, S.U.; Zaheer, R.; Khan, S. Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ФОРМАТОВ ФАЙЛОВ LINUX ДЛЯ ПРОЦЕДУР СТЕГОВЛОЖЕНИЯ

**А.Д. Лебедева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Наиболее популярными в мире информационной безопасности становятся методы защиты ПО на базе скрытых агентов. Хранимая информация должна быть устойчива к различным преобразованиям, например, таким, как обфускация и подмена авторского ПО. Использование данной техники позволяет организовывать защиту для защиты целостности доверенной среды ОС Linux. Цель работы – оснастить предоставленный ОС Linux скрытым привязанным к ключу программным агентом, который будет заниматься внутренним мониторингом*

*операционная система Linux, защищенный контроль учета рабочего времени сотрудников, стеганография, информационная безопасность, целостность*

В процессе разработки программы часто используется имена для ссылки на объекты в коде, такие как функции или переменные, которые используются во всей программе. Эта информация называется символической информацией программы. Символьные ссылки в машинном коде переводятся в смещения и адреса в процессе компиляции. Однако компиляторы не ограничиваются генерацией машинного кода, они также экспортируют символическую информацию из исходного кода. Символическая информация экспортируется для улучшения интерпретации сгенерированного машинного кода.

Интересно, что вредоносное ПО также взаимодействует с таблицами символов как механизм антианализа. Таблицы символов могут казаться полностью удаленными из двоичного файла как попытка ужесточить процесс анализа, или в других случаях их записи в таблице строк могут поменяться местами, так что символы будут неправильно интерпретированы.

Основное различие между видимостью символа и связыванием символа заключается в том, что первый применяется к хост-объекту данного символа и применяется к любому внешнему объекту, на который он ссылается. Связывание символов, с другой стороны, задается внешним объектом, ссылающимся на символ, и применяется во время соединения. Другими словами, привязка объекта зависит от объекта, ссылающегося на символ, а видимость символа зависит от того, как был скомпилирован объект, содержащий символ. Единственное релевантное содержимое этого поля – его три последних значащих бита. Другие битовые поля не содержат определенного значения [6].

Один объект исполняемого файла Linux может содержать максимум две *таблицы символов*. Это *.symtab* и *.dynsym*. Разница между этими двумя экземплярами заключается в количестве и типе символов, которые они

содержат. Мы называем `.symtab` глобальной *таблицей символов* в двоичном коде, содержащей все ссылки на символы в текущем объекте. Раздел `.strtab` является *таблицей строк* из `.symtab` *таблицы символов*. Таблицы строк хранят строки с нулевым символом в конце, используемые для ссылки на объекты из другого раздела. Каждая таблица строк содержит точное количество записей в качестве соответствующей таблицы символов. Это влечет за собой то, что каждая запись строки в данном индексе в `.strtab` соответствует записи `Elfxx_Sym` с тем же индексом в `.symtab`.

С другой стороны, у нас есть `.dynsymSymbolTable`. Эта *таблица* символов содержит только символы, необходимые для *динамического связывания*. В качестве обзора при разработке приложения иногда хотелось бы использовать символы, которые не находятся в контексте нашей программы, но вместо этого определяются во внешних объектах, таких как библиотеки (*общие объекты*). *Динамическое связывание* — это процесс, в котором компоновщик пытается динамически связывать эти внешние символы во время выполнения, чтобы на них можно было безопасно ссылаться в контексте программы.

Если данный двоичный файл был удален (`.symtab` / `.strtab` были удалены), и этот же двоичный файл был скомпилирован так, чтобы подмножество его символов было динамически связано, это подмножество символов может быть восстановлено путем анализа таблицы `.dynsym`, расположенной в `DT_SYMTAB` запись в `PT_DYNAMIC` сегменте. Для динамически связанных исполняемых файлов `.dynsym` не будет удален, даже если целевой двоичный файл был удален, поскольку он необходим во время выполнения `RTLD` в процессе *динамического связывания*.

Как и в `.symtab`, `.dynsym` имеет свою собственную таблицу строк с именем `dynstr`. Все отношения, ранее рассмотренные между `.symtab` и `.strtab`, также применяются между `.dynsym` и `dynstr`. Следующая диаграмма (рис. 1) иллюстрирует концепции таблиц символов и строк, которые мы только что обсудили:

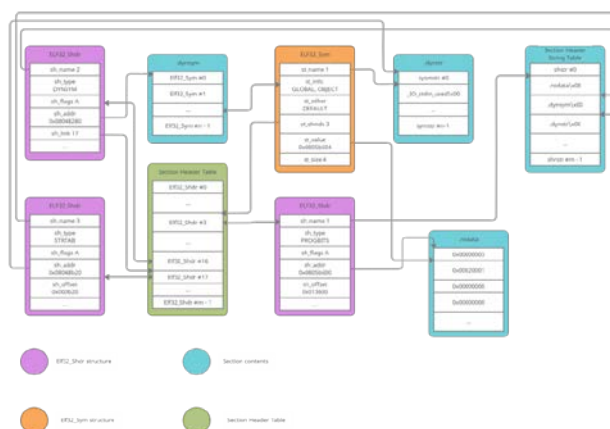


Рис. 1. Диаграмма концепции таблиц символов и строк файловой системы ОС Linux

На этой диаграмме мы видим пример представления различных структур данных из двоичного файла, содержащего символ `_IO_stdin_used`. Этот символ представлен в виде второго `Elf32_Sym`, например, в `.dynsym` таблице символов. Обратите внимание, что `.dynsym` раздел представлен как `Elf32_Shdr` структуры, а индекс его таблицы строк в заголовке раздела таблицы могут быть извлечены с помощью своего `sh_linkElf32_Shdr` в поле.

Кроме того, этот символ находится в разделе `.rodata`, как показано в его поле `Elf32_Symst_shndx`, которое обозначает четвертый экземпляр `Elf32_Shdr` в таблице заголовков разделов. В этом `Elf32_Shdr` экземпляре в `sh_name` поле указывает на второй нулевой строку в секции заголовка Строка таблицы, которая является «`.rodata`» строка.

Кроме того, мы можем получить атрибуты `_IO_stdin_used` на основе его экземпляра `Elf32_Sym`. Мы можем видеть, что он имеет тип `OBJECT`, а его привязка имеет тип `GLOBAL`. Следовательно, мы можем предположить, что этот символ является глобальной переменной. Обратите внимание, что поле `st_value` может привести к неправильным представлениям, поскольку оно содержит виртуальный адрес, обозначающий местоположение символа в его соответствующем разделе, но не фактическое значение символа.

Таким образом, программа разделена на отдельные модули, которые могут быть рассмотрены и заменены на аналоги для других форматов файлов или других архитектур независимо от других частей программы, что позволяет создать транслятор для других систем команд и других форматов файлов, основываясь на существующем решении. Каждый из модулей решают одну строго определённую задачу.

Данная методика имеет практическую реализацию в виде конкретных элементов действующего стеговложения, а также скрытый агент проверен с позиции воздействия механизмов обфускации файлов Linux. На данный момент методика функционирует в основном на исполняемых файлах и образах (ISO, ELF, a.out и др.), но в дальнейшем может быть полностью перенесена на всю файловую систему Linux.

#### Список используемых источников:

1. Штеренберг С.И. Методика построения поисковой системы для примитивной программы адаптивного действия / Штеренберг С.И. // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2015 Т. 7 № 4 С. 52-57.
2. Штеренберг С.И., Андрианов В.И., Липатников В.А., Костарев С.В. RPA (rationabile progressio aggredi) (лат.) / Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015611539, 30.01.2015. Заявка № 2014662384 от 02.12.2014.
3. Штеренберг С.И. Методика применения в адаптивной системе локальных вычислительных сетей стеговложения в исполнимые файлы на основе самомодифицирующегося кода / Штеренберг С.И. // Системы управления информационными технологиями. 2016 № 1 (63). С. 51-54.
4. Штеренберг С.И. Анализ работы алгоритмов защиты информации на основе самомодифицирующегося кода с применением стеговложения / Штеренберг С.И. //
5. Васильева, Е.К. Изучение проблемы несанкционированного доступа к конфиденциальной информации / Васильева Е.К., Гусева О.А., Каратова Д.Д.,

Подвиженко Д.А., Тихонова Ю.А. // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2018. № 1. С. 98-102.

6. Радынская В.Е. Разработка метода защиты ядра программных приложений с применением самомодифицирующегося кода / Радынская В.Е., Поляничева А.В., Ахрамеева К.А. // В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. 2019. С. 136-141.

## УЯЗВИМОСТИ И УГРОЗЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

**С.Е. Мадонов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены основные, часто встречающиеся уязвимости веб-приложений на сегодняшний день. Вследствие данных уязвимостей злоумышленники могут проводить атаки как на пользователей, так и на корпоративные данные. Чаще всего уязвимости выявляются в коде веб-приложения, что говорит о нехватке знаний об уязвимостях либо возможностей защиты от них. В статье рассматриваются методы защиты от атак на веб-приложения.*

### ***информационная безопасность, веб, веб-ресурс, уязвимость***

В настоящее время сеть Интернет развивается бурными темпами, это обусловлено повышенным спросом пользователей на онлайн-услуги, например: приобретение различных товаров, просмотр кино, различные социальные сети, получение актуальной информации и др. С ростом популярности таких сервисов, увеличивается количество соответствующих им веб-ресурсов. Организации мотивированы поддерживать высокий технологический уровень своих веб-приложений, чтобы еще больше увеличить приток новых пользователей на свой веб-ресурс.

В то же время растет и количество атак на веб-ресурсы. Актуальность проблем, связанных с обеспечением безопасности веб-приложений обусловлена необходимостью конфиденциального доступа к критически важной информации. Кража этих данных или нарушение их целостности может привести к большим финансовым потерям.

Согласно исследованиям Positive Technologies [1], количество уязвимостей высокого уровня риска снизилось, однако общее количество уязвимостей, которые содержатся в одном веб-приложении повысилось, примерно на 16%. Большинство атак нацелены на пользователей – 79%, на организации – 59%. В случае финансовых выгод ситуация противоположная – 59% против 27%. Типы украденных данных представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Типы украденных данных

Угрозы безопасности веб-приложений нельзя игнорировать, поэтому нужно детально разобраться в основных уязвимостях и методах их устранения.

Наиболее опасные уязвимости 2021 года представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Уязвимости из списка OWASP Top 10-2021 [2]

A01	Broken Access Control
A02	Cryptographic Failures
A03	Injection
A04	Insecure Design
A05	Security Misconfiguration
A06	Vulnerable and Outdated Components
A07	Identification and Authentication Failures
A08	Software and Data Integrity Failures
A09	Security Logging and Monitoring Failures
A10	Server-Side Request Forgery

По сравнению с прошлым представлением OWASP Top 10-2017 организация решила, что больше не будет публиковать частоту, т.к. она скрывает фактическую частоту распространения угроз [2].

Сначала рассмотрим наиболее опасные уязвимости и способы их предотвращения:

1. Нарушение контроля доступа (англ. Broken Access Control) – контроль доступа применяет политику, так что пользователи не могут действовать за пределами своих предполагаемых разрешений. Сбои обычно приводят к несанкционированному раскрытию информации, изменению или уничтожению всех данных или выполнению бизнес-функции за пределами возможностей пользователя. К распространенным уязвимостям управления доступом относятся:

- Нарушение принципа минимальных привилегий или отказа по умолчанию, когда доступ должен предоставляться только для определенных возможностей, ролей или пользователей, но доступен для всех.

- Обход проверок контроля доступа путем изменения URL-адреса (подделка параметров или принудительный просмотр), внутреннего состояния приложения или HTML-страницы, или с помощью инструмента атаки, изменяющего запросы API.

- Разрешение просмотра или редактирования чужой учетной записи путем предоставления ее уникального идентификатора (небезопасные прямые ссылки на объекты)

- Доступ к API с отсутствующими элементами управления доступом для POST, PUT и DELETE.

Как предотвратить:

- Запрещение доступа по умолчанию, кроме общедоступных ресурсов.

- Внедрение механизмов контроля доступа один раз и повторного использования их во всем приложении, включая минимизацию совместного использования ресурсов между разными источниками (CORS).

- Элементы управления доступом модели должны обеспечивать владение записями, а не соглашаться с тем, что пользователь может создавать, читать, обновлять или удалять любую запись.

- Модели доменов должны выполнять уникальные требования к бизнес-ограничениям приложений.

- Отключить список каталогов веб-сервера и удостовериться, что метаданные файлов (например, .git) и файлы резервных копий отсутствуют в web roots.

2. Сбои в криптографии (англ. Cryptographic Failures) – ранее известный как утечка чувствительных данных (*Sensitive Data Exposure* [3]), который был скорее общим симптомом, чем основной причиной. Основное внимание уделяется сбоям, связанным с криптографией (или ее отсутствием). Это часто приводит к утечке чувствительных данных. Известные CWE (рус. перечень общих слабых мест): *CWE-259* (использование жестко закодированного пароля), *CWE-327* (сломанный или рискованный криптографический алгоритм) и *CWE-331* (недостаточная энтропия).

Как предотвратить:

- Классифицировать данные, обрабатываемые, хранящиеся или передаваемые приложением. Определить, какие данные являются конфиденциальными в соответствии с законами о конфиденциальности, нормативными требованиями или бизнес-потребностями.

- Не хранить конфиденциальные данные без надобности. Отказаться от них как можно скорее или использовать токенизацию или даже усечение в соответствии с PCI DSS. Данные, которые не сохраняются, не могут быть украдены.

- Обязательное шифрование всех конфиденциальных данных при хранении.

- Обеспечение наличия современных и надежных стандартных алгоритмов, протоколов и ключей; использование правильного управления ключами.

- Шифровать все передаваемые данные с помощью безопасных протоколов, таких как TLS с шифрами прямой секретности (FS), приоритизация шифрования сервером и параметры безопасности. Обеспечение шифрования с помощью таких директив, как HTTP Strict Transport Security (HSTS).

- Отключение кеширования для ответов, содержащих конфиденциальные данные.

- Применение необходимых мер безопасности в соответствии с классификацией данных.

3. Внедрение кода (англ. Injection) – это загрузка и исполнение вредоносного кода в запрос, для получения доступа к базе данных, корпоративному серверу и веб-приложениям. Это делается для передачи содержимого базы данных злоумышленнику. Такие атаки считаются наиболее опасными. Согласно OWASP Top 10-2021, сюда так же были включены и XSS (Cross-site Scripting) [2]. Известные *CWE: CWE-79 (межсайтовый скриптинг)*, *CWE-89 (внедрение SQL)* и *CWE-73 (внешний контроль имени файла или пути)*.

*Как предотвратить:*

- Использовать положительную проверку ввода на стороне сервера. Это не полная защита, поскольку многим приложениям требуются специальные символы, например текстовые области или API-интерфейсы для мобильных приложений.

- Для любых остаточных динамических запросов экранирование специальных символов с использованием специального синтаксиса экранирования для определенного интерпретатора.

- Использовать ограничения и другие элементы управления SQL в запросах, чтобы предотвратить массовую утечку записей в случае внедрения SQL.

Это лишь малая часть веб-уязвимостей. Однако они самые распространённые, легко-эксплуатируемые и наиболее опасные из всех, по версии организации OWASP.

Для защиты от веб-уязвимостей можно сформировать ряд рекомендаций:

- Использовать специализированные решения (Web Application Firewalls).

- Регулярно обновлять программное и аппаратное обеспечение веб-приложения.

- Ознакомиться с рекомендациями OWASP по предотвращению кибератак.

- Следить за тенденциями веб-уязвимостей.



- Проводить тестирование на проникновение (Penetration tests) для выявления и предотвращения актуальных угроз.
- Использовать автоматизированные средства мониторинга и предотвращения атак для своевременного обнаружения уязвимостей.

Для сохранения репутации и доверия своих клиентов владельцам веб-приложений потребуется комплексный подход к защите, чтобы свести риск успешных атак к нулю и тем самым обезопасить свои бизнес-процессы и конфиденциальные данные.

**Список используемых источников:**

1. Официальный сайт компании Positive Technologies. Актуальные киберугрозы II квартал 2021 года [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2021-q2/> (Дата обращения 12.11.2021).
2. Официальный сайт OWASP, Top 10 Application Security Risks 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://owasp.org/Top10/> (дата обращения 03.11.2021).
3. Официальный сайт OWASP, Top 10 Application Security Risks 2017 [Электронный ресурс]. URL: [https://www.owasp.org/index.php/Top\\_10-2017\\_Top\\_10](https://www.owasp.org/index.php/Top_10-2017_Top_10) (дата обращения 03.11.2021).

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПРОТОКОЛОВ СЕМЕЙСТВА TCP/IP И ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ

**Р.М.-А. Манкаев, И.А. Ушаков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Современный мир крайне сложно представить без гаджетов, быстрого доступа в Интернет и других повседневных устройств, которые люди привыкли использовать каждый день. Они стали незаменимыми атрибутами и частью нашей жизни, которые сопровождают человека в повседневности: как в быту, так и на рабочем месте. Для того, чтобы обеспечить надлежащее хранение, обработку и передачу информации применяется криптографическое преобразование информации, или, шифрование. Но так ли оно эффективно в контексте использования стеганографии?*

### *сетевая стеганография, структура сетевых протоколов, стек TCP/IP*

**Введение.** С каждым годом появляются все больше проблем, связанных с достоверностью и анонимностью информации, а в месте с ними приобрели популярность методы, когда скрытая информация передается через компьютерные сети с использованием особенностей работы протоколов передачи данных [1].

Такие методы имеют название «сетевая стеганография» [2]. В стеганографии, в отличие от криптографии, скрывается сам факт передачи сообщения. Здесь принципиальным является помещение информации в какой-либо нейтральный, не вызывающий подозрений объект, называемый контейнером [3].

**1. Архитектура взаимодействия сетевых протоколов.** Общая архитектура взаимодействия семейства протоколов TCP/IP представлена на рисунке 1 [4].

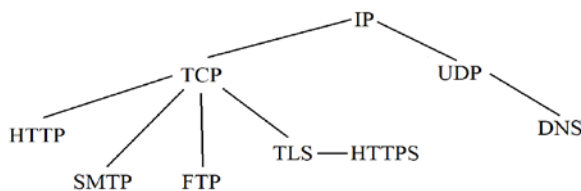


Рис. 1. Взаимодействие протоколов

В данной работе будут разобраны основные и наиболее часто используемые протоколы, обеспечивающие безопасное (шифрованное) соединение: IP, TCP, TLS.

**2. Протокол IPv4.** IPv4 использует 32-битные адреса, ограничивающие адресное пространство  $2^{32}-1$  возможными уникальными адресами.

На рисунке 2 отображена структура IPv4 пакета [5].

-	Октет	0		1		2		3
Октет	Бит	7-4	3-0	15-10	9-8	23-21	20-16	31-24
0	0	Версия	Размер заголовка	Тип обслуживания	Указатель перегрузки	Размер пакета		
4	32	Идентификатор				Флаги	Смещение фрагмента	
8	64	Время жизни		Протокол		Контрольная сумма заголовка		
12	96	IP-адрес источника						
16	128	IP-адрес назначения						
20	160	Опции (если размер заголовка > 5)						
20 или 24+	160 или 192+	Данные						

Рис. 2. Структура IPv4 пакета

В таблице 1 представлен подробный разбор полей IPv4 пакета.

ТАБЛИЦА 1. Описание полей IPv4 пакета

Название поля	Описание поля
Версия заголовка	Текущая версия используемого протокола IP
Размер заголовка	Размер заголовка IP пакета. Из-за поля опций размер может варьироваться
Тип обслуживания	Используется для разделения трафика на «классы обслуживания»
Указатель перегрузки	Предупреждение о перегрузке сети без потери пакетов
Размер пакета	Полный размер пакета в байтах, включая заголовки и данные
Идентификатор	Используется для идентификации фрагментов пакета, если пакет был фрагментирован
Флаги	Флаги контроля над фрагментацией
Смещение фрагмента	Указывает смещение для поля данных
Время жизни пакета	Определяет максимальное количество маршрутизаторов на пути следования пакета
Протокол	Указывает на тип инкапсулируемого протокола
Контрольная сумма	Контрольная сумма, используется для проверки целостности заголовка
Адрес источника	IP адрес отправителя пакета
Адрес назначения	IP адрес получателя пакета

Для скрытой передачи данных теоретически можно использовать следующие поля:

- поле указателя перегрузки (ECN) (2 бита), так как является необязательной функцией и используется только если оба хоста ее поддерживают;

- поле идентификатора (16 бит) – в случае единственного пакета это поле никак не используется (нулевое поле ID автоматически заполняется случайными значениями). Использование поля идентификатора становится невозможным если используется прокси-соединение или если установлен базовый firewall на принимающей пакеты стороне;

- поле адреса источника (32 бита) пригодно при «одностороннем» общении. Использование поля адреса источника становится невозможным при прохождении пакета через устройство с настроенной функцией преобразования сетевых адресов NAT или PAT;

- поле аргументов опций.

Пропускная способность стеганографического канала, построенного на основе вложений в заголовки протокола IPv4 будет равна от 2 до 50 бит на пакет.

**3. Протокол TCP.** TCP – один из основных протоколов передачи информации, предназначенный для управления передачей данных. В стеке протоколов TCP/IP выполняет функции протокола транспортного уровня.

На рисунке 3 представлена структура заголовка TCP [6].

Бит	0-3	4-6	7-15	16-31
0	Порт отправителя		Порт получателя	
32	Порядковый номер (SN)			
64	Номер подтверждения (ACK SN)			
96	Длина заголовка	Зарезервированное поле	Флаги	Размер окна
128	Контрольная сумма			Указатель важности
160	Опции (необязательное, но используется практически всегда)			
160/192+	Данные			

Рис. 3. Структура заголовка TCP

В таблице 2 представлен подробный разбор полей TCP заголовка.

ТАБЛИЦА 2. Описание полей TCP заголовка

Название поля	Описание поля
Порт отправителя	-
Порт получателя	-
Порядковый номер	Порядковый номер пакета
Номер подтверждения	Содержит порядковый номер байта, который отправитель данного сегмента желает получить
Длина заголовка	Размер заголовка пакета TCP в 4-байтных словах
Зарезервированное поле	Для будущего использования. Устанавливается в ноль
Флаги	Содержит 9 битовых флагов: NS, CWR, ECE, URG, ACK, PSH, RST, SYN, FIN
Размер окна	Количество байт данных начиная с последнего номера подтверждения, которые может принять отправитель данного пакета
Контрольная сумма	16-битное дополнение к сумме всех 16-битных слов заголовка и данных
Указатель важности	Поле указывает порядковый номер байта, которым заканчиваются все важные данные
Опции	Применяется в случаях расширения протокола.

Для скрытой передачи данных теоретически можно использовать следующие поля:

- поле порта отправителя (16 бит), т.к. это поле необязательное. Поле порта отправителя можно использовать только для тех случаев, когда и отправитель, и получатель имеют белые IP-адреса;

- поле порядкового номера (32 бита). Значение генерируется случайным образом (принимает значение от 0 до  $2^{32}-1$ ) в целях безопасности;

- поле указателя важности (16 бит), т.к. поле имеет оповещательный характер анализируется только при установленном флаге (URG);

- поле опций.

Пропускная способность стеганографического канала, построенного на основе вложений в поля протокола TCP будет равна от 48 до 64 бит на пакет.

**4. Протокол TLS.** TLS – криптографический протокол, обеспечивающий защищенную передачу данных между узлами в сети Интернет. TLS дает возможность клиент-серверным приложениям осуществлять связь в сети таким образом, что нельзя производить прослушивание пакетов и осуществить несанкционированный доступ. Тем не менее, в протоколе существуют поля, которые являются пригодными для стегановложений. Для того, чтобы установить защищенное соединение клиент и сервер обмениваются handshake-сообщениями [7,8].

Схема обмена handshake-сообщениями представлена на рисунке 5 [9].

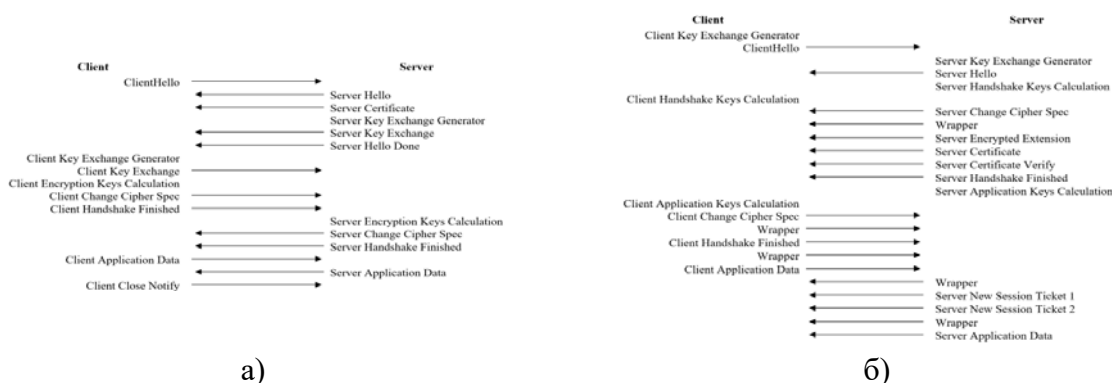


Рис. 5. Схема обмена handshake-сообщениями (а – TLS 1.2, б – TLS 1.3)

В обоих случаях нас интересует handshake-сообщение ClientHello с которого начинается сеанс. Рассмотрим подробнее поля сообщения ClientHello в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Описание полей сообщения ClientHello

Название поля	Описание поля
Protocol version	Указываются тип записи, версия протокола, тип сообщения
Client Random Data	32 байта случайных данных
Session ID	Идентификатор предыдущего сеанса TLS сервера для восстановления соединения
Cipher suites	Упорядоченный список криптографических методов
Compression methods	Упорядоченный список поддерживаемых методов сжатия
A list of extensions	Список дополнительных расширений для выполнения

Для скрытой передачи данных теоретически можно использовать поле Session ID и Client Random Data (как в версии 1.2, так и в 1.3). Правильно сгенерировав данные значения можно осуществить скрытые вложения, обнаружить которые будет практически невозможно.

Пропускная способность стеганографического канала, построенного на основе вложений в handshake-сообщение протокола TLS будет равна 64 бита на пакет.

**Заключение.** Благодаря проанализированной информации можно наблюдать четкие возможности злоумышленников и их способы использования несанкционированных скрытых каналов передачи информации. В свою очередь, данная работа позволит стать крепким фундаментом для дальнейшей разработки средства обнаружения и предотвращения использования скрытых каналов передачи информации с применением стеганографии в компьютерной сети. Методика позволит перераспределить нагрузку на средства защиты информации и повысить комплексную безопасность информационной системы.

Также планируется провести анализ структуры современного протокола QUIC, реализующего в себе шифрование уровня TLS 1.3, но работающего поверх UDP, что позволяет работать намного быстрее.

#### **Список используемых источников:**

1. Kaspersky Security Bulletin 2020. Статистика. [Электронный ресурс] // URL: <https://securelist.ru/kaspersky-security-bulletin-2020-statistics/99505/> (дата обращения 01.11.2021).
2. Красов, А. В. Практическое применение сетевой стеганографии на примере протокола ICMP / А. В. Красов, Е. И. Степанов // АПИНО 2018 / Под редакцией С.В. Бачевского. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. – С. 511.
3. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки. Т. 1 / Коржик В.И., Небаева К.А., Герлинг Е.Ю., Догиль П.С., Федянин И.А под общей ред. проф. В.И. Коржика. Санкт-Петербург, 2016.
4. Сетевые модели TCP/IP и OSI [Электронный ресурс] // URL: <https://ciscolearning.ru/basics/tcpip-osi/> (дата обращения 14.11.2021).
5. RFC 791, IP. [Электронный ресурс] // URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc791> (дата обращения 14.11.2021).
6. RFC 793, TCP. [Электронный ресурс] // URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc793> (дата обращения 14.11.2021).
7. RFC 5246, TLS 1.2 [Электронный ресурс] // URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5246> (дата обращения 07.11.2021).
8. RFC 8446, TLS 1.3 [Электронный ресурс] // URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc8446> (дата обращения 07.11.2021).
9. Ключи, шифры, сообщения: как работает TLS. Александр Венедюхин. [Электронный ресурс] // URL: <https://tls.dxdt.ru/tls.html> (дата обращения 14.11.2021)

## ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН В РОЛИ КРИПТОГРАФИЧЕСКОГО ПРИМИТИВА

**Е.А. Мартынова, В.С. Тимофеев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире люди все чаще и чаще изучают новые разнообразные платёжные методы. В связи с этим имеет смысл обеспечить изучение вопросов безопасности таких средств и технологии, как криптовалюты.*

*блокчейн, биткоин, майнинг, криптовалюта*

### 1. Введение

Блокчейн – это распределённая БД (база данных), которая состоит из информации обо всех транзакциях и не только. В данной системе может существовать только два вида запросов. Первый – это запрос на чтение любой записи – каждый пользователь может воспользоваться такой возможностью. Второй – это запрос на возможность добавления записи в конец БД. Доступ к этому запросу определяется построением и реализацией блокчейна.

Криптографическим примитивом, который называется блокчейн, такая база данных является при выполнении следующих двух основных требований. Первое требование связано с обеспечением такого свойства, как неизменяемость. Оно означает, что записи базы данных не могут быть кем-то изменены или удалены. К тому же, порядок таких записей фиксируется один раз на все время. Второе требование связано с обеспечением такого свойства, как живучесть. То есть, если подается запрос на добавление (в конец БД) записи, которая удовлетворяет всем нужным требованиям, то эта запись будет обязательно добавлена в базу с задержкой, не превышающей определённую величину. Условия к записям и допустимая задержка определяются спецификациями и приложениями блокчейна. Модели, где могут анализироваться блокчейны, можно разделить на две категории – с контролем доступа и без контроля доступа. Наиболее распространенной идеей создания блокчейна является модель без контроля доступа, которая основывается на майнинге и протоколе консенсуса. Любой пользователь имеет право добавлять новую запись в базу данных, если сможет решить вычислительную задачу, которая определяется некой фиксированной криптографической хэш-функцией  $H$ . Запись  $r$  внедряется в блок, который содержит  $h-1$ -хэш-значение от предыдущего блока – и некое специальное значение  $\eta$ . Вычислительная задача состоит в том, чтобы найти такое значение  $\eta$ , чтобы выполнялось неравенство  $H(h-1, r, \eta) < Dp$ , где  $Dp$  – параметр, который определяет трудность задачи. Процедура поиска значения  $\eta$  называется майнингом. У каждого пользователя хранится положение

цепочки блоков (текущее положение) и в случае успешной процедуры майнинга (положительное завершение протокола консенсуса), добавляется новый блок в конец всей цепочки и рассылается всем пользователям сети при помощи специального протокола. Этот вариант создания блокчейнов основывается на парадигме проверки выполнения вычислительной работы. Предполагается, что честные пользователи контролируют большую долю вычислительных ресурсов сети. На данный момент исследования PoW-блокчейнов находятся на начальном этапе. Существующие результаты, которые касаются вопросов о существовании криптографического примитива, можно рассматривать только как выборочное обоснование PoW-блокчейнов. В третьем разделе будет рассказано об этом подробнее. В литературе часто встречаются утверждения, которые сводятся к тому, что поскольку криптовалюты используют PoW-блокчейны и могут существовать годами, такие блокчейны являются достаточно надёжными. Однако надо уточнить, что в некоторых теоретических работах, которые посвящены криптовалютам, используются математические методы теории игр и исследования операций, а не математической криптографии. Так как в случае с криптовалютой единственная цель пользователей – прибыль, то вполне логичным является предположение о том, что большинство участников пользуются рациональными стратегиями. Но в определенном смысле оно не относится к криптографическому примитиву блокчейн, который предназначен для защиты информации.

## 2. Модель блокчейна с точки зрения математических расчетов

Блокчейн как криптографический примитив обусловлен четырьмя следующими объектами:  $E$  – множество допустимых записей, которые представляют собой битовые строки конечной длины,  $E \subseteq \{0,1\}^*$ ;  $P$  – вычисляемый трёхместный предикат;  $R$  – эффективный алгоритм, который выполняет запросы на просмотр записей в блоках (данный объект может отсутствовать: обычно в предлагаемых реализациях записи в блокчейне доступны всем);  $S$  – эффективный алгоритм, обрабатывающий запросы на добавление записей в конец базы данных. Запись  $r$  (дается в запросе) может быть добавлена при выполнении следующего условия:  $P(state, r, proof) = 1$ , где  $state$  – состояние блокчейна в момент получения запроса,  $proof$  – дополнительная информация, зависит от вида блокчейна и дает подтверждение на добавление записи. К примеру, в общей схеме PoW-блокчейна необходимым и достаточным условием равенства  $P(state, r, \eta) = 1$  (и возможности добавить запись) является выполнение неравенства  $H(h-1, r, \eta) < Dp$  и отношения  $r \in E$  (в этом случае  $h-1$  определяется значением  $state$ ). Если рассматривается модель с контролем доступа, то нужно добавить еще условие, которое проверяет возможность данного участника на добавление записей. Условие неизбытности блокчейна можно определить следующим образом. Допустим, что  $state(t)$  – состояние блокчейна в момент времени  $t$ , которое представляет собой последовательность блоков,



имеющихся в нём на настоящий момент времени. Тогда, для любых  $t_1, t_2$  при условии  $t_1 < t_2$ , последовательность  $state(t_1)$  должна быть префиксом последовательности  $state(t_2)$ . Второе условие – живучесть – означает, что существует такой числовой параметр  $\Delta$ , что если в момент времени  $t$  выдается запрос на добавление записи  $r$  и представлено доказательство  $proof$ , удовлетворяющее условию  $P(state, r, proof) = 1$ , то в любой момент времени  $t', t' > t + \Delta$ , блокчейн будет содержать запись  $r$ . Данные формулировки – это мета определения, так как для полной формализации определений неизблемости и живучести нужна модель противника, а она находится в зависимости от определенной реализации.

### 3. Существование PoW-блокчейнов

Далее будем рассматривать основной вариант реализации блокчейна, с майнингом и протоколом консенсуса. После того как введены все необходимые определения, важнейшим теоретическим вопросом становится обоснование существования данного примитива. Однако, строго говоря, вопрос о существовании PoW-блокчейнов всё же остаётся открытым: все известные положительные результаты доказаны в модели со случайным оракулом, когда хэш-функция заменяется оракулом, вычисляющим случайную функцию, а это допущение противоречит предположениям о блокчейне как о средстве защиты информации в моделях, где нет никаких центральных органов. Очевидно, свойства блокчейна тесно связаны со свойствами составляющих его компонентов. И в рассматриваемом случае PoW-блокчейнов основной целью соответствующей теории может ставиться доказательство их существования в предположении о стойкости используемой хэш-функции. Однако здесь возникают определённые проблемы, первая из которых – обоснование существования самой криптографически стойкой хэш-функции. На данный момент в математической криптографии достаточно хорошо обоснованы лишь односторонние семейства хэш-функций. Рассмотрим подробнее некоторые варианты определения семейств хэш-функций. Для этого предполагаем, что для каждого натурального  $n$  задано некоторое множество функций  $H_n = \{h: \Sigma_n \longrightarrow \Sigma_m\}$  где  $m = m(n) < n$  и  $\Sigma$  обозначает множество (алфавит)  $\{0, 1\}$ .

Определение 1. Пусть для каждого натурального  $n$  задано  $H_n = \{h: \Sigma_n \longrightarrow \Sigma_m\}$ , где  $m < n$ . Семейство  $\{H_n\}$  называется односторонним семейством хэш-функций, если выполнены следующие условия. 1) Существует полиномиальная вероятностная машина Тьюринга  $G$ , такая, что  $G(1_n) = h^-$ , где  $h^-$  – элемент множества  $H_n^-$  описаний функций из  $H_n$ . 2) Существует полиномиальная машина Тьюринга  $C$ , такая, что  $C(h, x^-) = h(x)$  для любого  $h^- \in H_n^-$  и любого  $x \in Z_n$ . 3) Для любой полиномиальной

вероятностной машины Тьюринга  $A$ , которая, получив на первом шаге на вход  $1_n$ , выдаёт начальное значение  $z \in Z_n$ , справедливо следующее: пусть  $h^-$  – описание хэш-функции, сгенерированное машиной  $G$  на входе  $1_n$ , тогда для любого полинома  $p$  и всех достаточно больших  $n$   $\Pr[A(h^-) = y : y/ = z, h(z) = h(y)] \leq 1_{p(n)}$ . Известно, что такое семейство можно построить из произвольной односторонней функции. Более проблематичным является семейство хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями. В определении этого примитива первые два пункта такие же, как и для одностороннего семейства хэш-функций, поэтому мы их опустим, и приведём только третий.

Определение 2. Семейство  $\{H_n\}$  называется семейством хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями, если для любой полиномиальной вероятностной машины Тьюринга  $A$ , для любого полинома  $p$  и всех достаточно больших  $n$  справедливо неравенство  $\Pr[A(h^-) = (z, y), y/ = z, h(z) = h(y)] \leq 1_{p(n)}$ , где  $h^-$  – описание хэш-функции, сгенерированное машиной  $G$  на входе  $1_n$ . Уточним некоторые особенности используемой далее модели. Во-первых, оговорим, каким образом генерируются описания конкретных хэш-функций из семейства. Для этих целей мы дополняем модель специальным оракулом, который выбирает описания хэш-функций. По-скольку результат (теорема 1 ниже) отрицательный, такое расширение модели его только усиливает. Во-вторых, если описание хэш-функции выбирается уже после того, как зафиксирована подготовленная для добавления в блокчейн запись  $r$  (например, в модели, где  $r$  служит запросом к оракулу), то требуются семейства, занимающие промежуточное положение между двумя определёнными выше семействами хэш-функций. Такие семейства были введены в работе [2] и, независимо, в работе [3]. Как и в предыдущем случае, мы опускаем в определении пункты 1 и 2.

Определение 3. Пусть  $\alpha : N \rightarrow N$  – функция, вместе со своей обратной вычислимая за полиномиальное время и удовлетворяющая условию  $\alpha(n) \leq n$  для любого  $n$ . Семейство  $\{H_n\}$  называется  $CR\alpha$ -семейством хэш-функций, если для любой полиномиальной вероятностной машины Тьюринга  $A$ , которая, получив на первом шаге на вход  $1_n$ , выдаёт начальное значение  $z \in \Sigma^{\alpha(n)}$ , справедливо следующее: пусть  $h^-$  – описание хэш-функции, сгенерированное машиной  $G$  на входе  $1_n$ , тогда для любого полинома  $p$  и всех достаточно больших  $n$ .

$$\Pr[A(h, z^-) = (x, y), x = zz^-, x/ = y, h(x) = h(y)] \leq \frac{1}{p(n)}$$

Для дальнейшего в дополнение к соглашению о специальном оракуле мы принимаем самое сильное из приведённых предположение – о существовании семейств хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями. В этих условиях справедливо следующее утверждение, которое показывает, что нельзя строить blackbox-конструкции PoW-блокчейна исходя из произвольного семейства хэш-функций такого типа.

**Теорема 1.** Существуют семейства хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями, не позволяющие строить PoW-блокчейны. **Доказательство.** Пусть  $\{H_n\}$  – семейство хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями, где  $H_n = \{h : \Sigma_n \rightarrow \Sigma_m\}$ ,  $m < n$ . Построим ещё одно семейство функций  $\{H'_n\}$ , полагая, что множества описаний функций из обоих семейств совпадают,  $H'_n = H_n$ . Пусть  $D_p$  – параметр из определения предиката  $P$ .  $D_p$  очевидным образом определяет параметр  $l$  – количество начальных нулей в «целевом» для майнинга хэш-значении, то есть  $l$  – минимальная длина состоящего из нулей префикса в хэш-значении, которое успешно пройдёт проверку, определяемую предикатом  $P$ . Для всякой функции  $h \in H_n$  строим функцию  $h^{\epsilon} \in H'_n$ , которая отличается от  $h$  только в случае, когда для данного аргумента  $x$  в хэш-значении  $h(x)$  есть  $l$  начальных нулей, – тогда  $h'$  записывает в начальный (старший) бит единицу. Очевидно, что  $\{H'_n\}$  – семейство хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями. Так же очевидно, что семейство  $\{H'_n\}$  не позволяет строить блокчейны, поскольку майнинг никогда не приводит к успеху.

#### 4. Заключение

Понятие блокчейна с математической точки зрения наиболее адекватно вписывается в ряд криптографических примитивов. Подтверждение выполненной работы (proofofwork) пока ещё, до перехода ведущих криптовалют на PoS (proofofstake), остаётся основным подходом к построению блокчейнов в модели без контроля доступа. Однако и для этого случая до сих пор не найдено надёжного обоснования. Вместе с тем, как показано в данной работе, для доказательства существования PoW-блокчейна недостаточно даже сравнительно сильного предположения о наличии семейств хэш-функций с труднообнаружимыми коллизиями при условии выбора функций из семейства специальным оракулом.

#### Список используемых источников:

1. Понятие блокчейн и возможности его использования [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-blokcheyn-i-vozmozhnosti-ego-ispolzovaniya/> (дата обращения 20.11.2021).
2. Варновский Н. Об определениях криптографически стойких хэш-функций. — 1998. — Рукопись
3. Mironov I. Hash functions from Merkle—Damgård to Shoup // Advances in Cryptology—EUROCRYPT '01. — Vol. 2045 of Lecture Notes in Computer Science. — Berlin, Heidelberg : Springer, 2001. — P. 166–181.

## ИССЛЕДОВАНИЕ САМОМОДИФИЦИРУЮЩЕГОСЯ КОДА

**В.В. Нефедов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматривается способ цифровой стеганографии с применением самомодифицирующихся кодов. Наиболее важное внимание уделяется технике генерации самомодифицирующегося кода в защищаемом программном обеспечении, его распространению и протоколированию данных действий данного кода. Данное направление актуально для внедрения в пользовательский и лицензионный контент с целью его защиты от мошенников и нарушителей, которые занимаются распространением пиратских копий и намереваются испортить авторские данные разработчиков программного обеспечения.*

***стеганография, информационная безопасность, целостность, самомодифицирующийся код***

Наиболее популярными становятся методы защиты ПО на базе самомодифицирующегося кода. Хранимая информация должна быть устойчива к различным преобразованиям, например, таким, как обфускация и подмена авторского ПО. Использование данной техники позволяет организовывать защиту для защиты целостности доверенной среды ОС Linux. Цель работы – оснастить предоставленный ОС Linux самомодифицирующимся кодом, который будет заниматься внутренним мониторингом.

### **Описание структуры агента**

Предполагается что, организация берет свой модуль, заменяет его в ОС Linux и имеет желание его же стеганографировать. Применяя знания об основных методах построения агента, предлагается получить на выходе скрытый мониторинг в системе ЗКУ РВС. Для начала следует разобрать примерную структуру самомодифицирующегося кода. Основа для самомодифицирующегося кода может быть написана на стандартном языке программирования. В свою очередь общая архитектура ДВС функционирует на основе самомодифицирующегося кода и системы обработки ЦВЗ на центральном узле мониторинга ОС Linux

Основной задачей самомодифицирующегося кода является формирование и отправка пакетов данных для комплексного анализа информации монитором. По истечении заданного периода времени сбора сведений самомодифицирующейся код формирует пакет данных из записей своего журнала, который должен храниться в оперативной памяти и сбрасываться на диск после отправки монитору. Внутри процессов агент использует стандартные процедуры мониторинга, связанные с событиями журналов ОС (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. События журналов мониторинга для ОС Linux

Категория	Описание
Системное событие	Перезагрузка операционной системы
Системное событие	Завершение работы операционной системы (shutdown)
Системное событие	Загрузка пакета аутентификации
Системное событие	Сбой при регистрации одного или нескольких событий аудита
Системное событие	Очистка журнала аудита
Системное событие	Загрузка пакета оповещения об изменениях в списке пользователей
Вход/выход пользователя из системы	Пользователь успешно вошел в систему
Вход/выход пользователя из системы	Вход пользователя в систему запрещен-имя или пароль некорректны
Вход/выход пользователя из системы	Вход пользователя в домен в данное время запрещен
Изменения в списке пользователей	Произведены изменения в учетной записи пользователей глобальной группы, не связанные с изменением членства пользователей в этой группе
Изменения в списке пользователей	Произведены изменения в учетной записи пользователя, не связанные с изменением типа учетной записи, пароля пользователя и членства в группах

Как видно из табл. 1 ПО для самомодифицирующегося кода ориентировано больше на работу с оператором информационной безопасности. Самомодифицирующийся код обязан реагировать на заданные простые инструкции, чтобы избежать собственной утечки. При создании самомодифицирующийся код подчиняется следующим обязательным правилам:

1. Циклическое усовершенствование программы или ее алгоритма. Программа модифицирует себя, решает некоторую эталонную задачу и оценивает результат. На основе результата принимается решение о новом цикле модификации;

2. Такой подход может использоваться для модификации своего кода при переходе на новую машину и обхода таким образом антивирусов. При этом можно как менять существующий код, так и добавлять новый, который не будет нести смысловой нагрузки;

3. Программа может попытаться найти в ИС исходный код нового решения какой-то из своих функций, загрузить его, соответствующим образом изменить свой код с учетом новой реализации данной функции и попробовать откомпилировать и проверить работу новой копии. Таким образом, можно использовать агента, который со временем будет сам находить лучшие решения проблем и использовать их в своей работе.

4. На основе этого для самомодифицирующегося кода строится плановое выполнение мониторинга (рис. 1) для поддержания работоспособности стеганографической системы защиты ПО в организации.

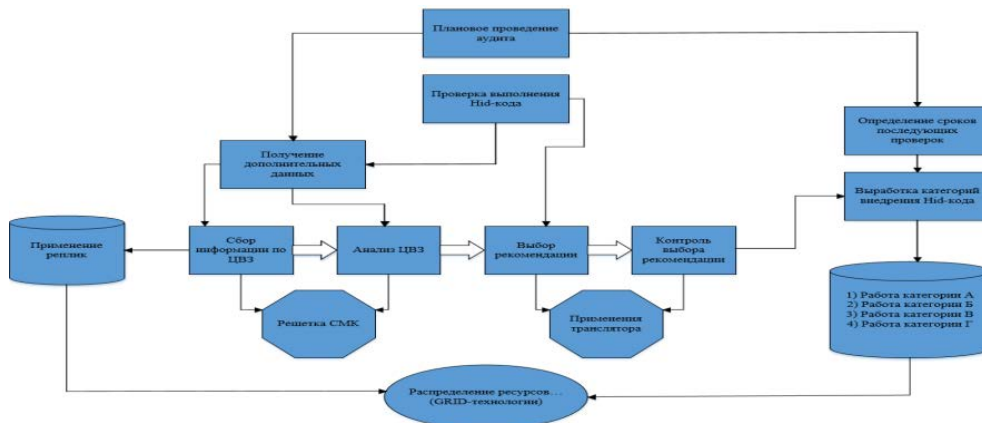


Рис. 1. Мониторинг ОС Linux среды работы агента

Поставленная цель построения доверенной среды достигается тем, что в одном из выбранных способов формируется массив для запоминания фрагментированных пакетов сообщения и массивы для запоминания параметров, выделенных из пакетов сообщений, которые принимают очередной пакет сообщения из канала связи, запоминают его, анализируют приоритетный пакет на обнаружение факта наличия или отсутствия компьютерной атаки. При отсутствии компьютерной атаки массивы передают очередной пакет сообщения в информационно-вычислительную сеть, а в случае обнаружения принимают решение о запрете передачи и удаляют ранее запомненные значения Hid-кода (скрытый код) сообщения из массивов. В качестве выделенных полей из запомненных пакетов сообщений используют поля данных: «Время жизни агента» {T}, «Опции» {O}, «IP адрес назначения» {D}, «IP адрес источника» {I}, которые запоминают в сформированных для них массивах. Реализация заявленной методики поясняется алгоритмом (рис. 2).

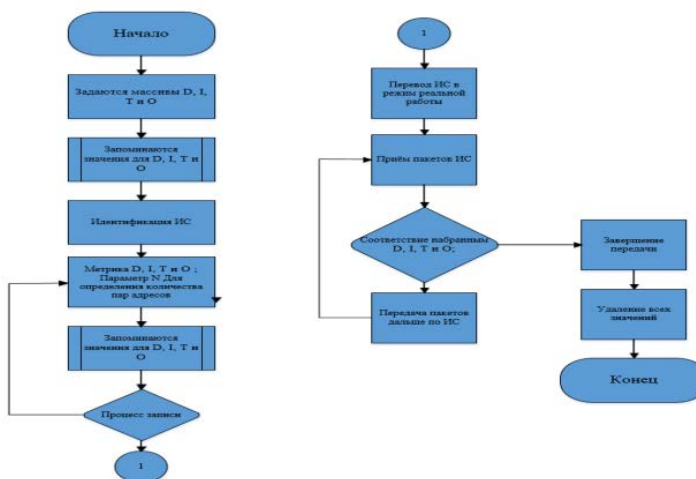
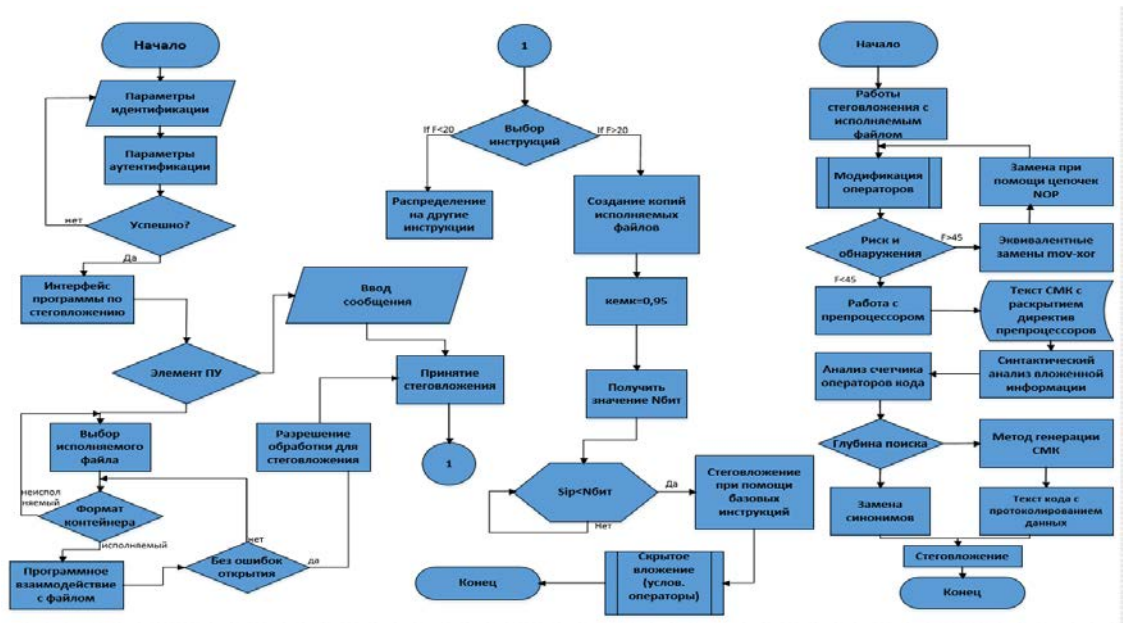


Рис 2. Блок-схема алгоритма способа реализации протоколирования в агенте, функционирующем в ОС Linux

Подготовленное поле «Время жизни агента» определяет максимальное время существования дейтаграммы в сети. Поле «Опции» является необязательным и имеет переменную длину. Поддержка опций должна реализоваться во всех модулях IP (узлах и маршрутизаторах). Далее подходит очередь для реализации конечного стеговложения информации. Основным элементом маркирования – образы ОС Linux. На данный момент выбран стандарт ISO-образ — это неформальный термин для обозначения образа оптического диска, содержащего файловую систему стандарта ISO 9660. Для маркирования задействованы все исполняемые и библиотечные файлы, связанные с ОС Linux. Для этого позднее будут разобраны концепции таблиц символов и строк файловой системы.

В языке низкоуровневого программирования Ассемблер понятие «эквивалентные инструкции» подразумевает одиночные инструкции или последовательности инструкций, выполняющие одну и ту же операцию, и имеющие одинаковую длину. Если количество эквивалентных инструкций равно  $N$ , то при замене одной из этих инструкций на их эквивалент можно вложить  $\log_2 N$  битов скрытого сообщения. Имея вышеперечисленные параметры, необходимо построить соответствующий алгоритм порядка действий, при котором будет показан общий путь стеговложения в защищаемой ОС Linux (см. рис. 3).



а. б.  
 Рис. 3. Блок схемы: а) работы ПО для внедрения стеговложения в файлы ОС Linux, б) алгоритма понижения рисков обнаружения стеговложения при использовании генерации агента

Суть нашего самомодифицирующегося кода на этом этапе – стать неким аналогом электронной подписи (далее – ЭП) для легальных ОС Linux в доверенной среде. Обладая функциями сканирования сети, установка подлинности при помощи скрытого агента достигается использованием X-

кода, который приобретает качества сходные с вирусом: автономности (каждый X-код является независимой программной системой), ограничения представления (ни у одного из X-кода нет представления о всей ОС Linux), децентрализации (нет X-код, управляющего всей ОС Linux) [2].

Итого, весь алгоритм внедрения скрытого агента с целью обеспечить незаметность и «неудаляемость» может выглядеть следующим образом:

1. X-код открывает файлы и, считав заголовок, проверяет что он нужного формата.

2. Заголовок таблицы секций перемещается вниз на величину, равную длине файла. Для этого X-код увеличивает содержимое поля `e_shoff`, занимающего байты `20h – 23h` заголовка.

3. X-код находит сегмент, наиболее предпочтительный для внедрения в файл, т.е. тот сегмент, на который указывает точка входа.

4. Все остальные сегменты смещаются вниз, при этом поле `p_offset` каждого из них увеличивается на длину тела файла.

5. Анализируя заголовок таблицы секций, X-код находит нужную секцию для внедрения.

6. Все хвостовые секции сегмента смещаются вниз, при этом поле `sh_offset` остается одного размера для места внедрения.

Принципы внедрения самомодифицирующегося кода в PE-файлы с технической точки зрения практически ничем не отличаются от аналогичных принципов внедрения в ELF-файлы ОС Linux, разве что именами служебных полей и стратегией их модификации.

Таким образом, программа разделена на отдельные модули, которые могут быть рассмотрены и заменены на аналоги для других форматов файлов или других архитектур независимо от других частей программы, что позволяет создать транслятор для других систем команд и других форматов файлов, основываясь на существующем решении. Каждый из модулей решают одну строго определённую задачу.

#### **Список используемых источников:**

1. Андрианов В.И., Бухарин В.В., Кирьянов А.В., Липатников В.А., Санин И.Ю., Сахаров Д.В., Стародубцев Ю.И. Способ защиты информационно-вычислительных сетей от компьютерных атак / Патент на изобретение RU 2472211 C1, 10.01.2013. Заявка № 2011147613/08 от 23.11.2011.

2. Кузнецов И.А. Управление АСМК организации интегрированной структуры прогнозированием состояния информационной безопасности / Кузнецов И.А., Липатников В.А., Сахаров Д.В. // Электросвязь. 2016 № 3 С. 28-36.

3. Васильева, Е.К. Изучение проблемы несанкционированного доступа к конфиденциальной информации / Васильева Е.К., Гусева О.А., Каратова Д.Д., Подвиженко Д.А., Тихонова Ю.А. // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2018. № 1. С. 98-102.

4. Радынская В.Е. Разработка метода защиты ядра программных приложений с применением самомодифицирующегося кода / Радынская В.Е., Поляничева А.В., Ахрамеева К.А. // В сборнике: Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. 2019. С. 136-141.



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО МОНИТОРИНГА ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**И.Е. Пестов, А.А. Попов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Существующие на данный момент системы мониторинга, такие как Zabbix и Solarwinds Orion Platform используют централизованную архитектуру, зачастую требующую развертывания дополнительного оборудования. Данные системы предоставляют разработчикам API для разработки сторонних приложений, но данные запросы обрабатываются центральным сервером платформы мониторинга, а не напрямую агентами. Выход центрального сервера платформы из строя может целиком парализовать систему мониторинга, в том числе и работу сторонних приложений, создавая потенциальную брешь в системе безопасности.*

**облачная инфраструктура, информационная безопасность, виртуализация, мониторинг компьютерных систем, угрозы облачным технологиям, противодействие угрозам облачным технологиям**

Целью данной статьи является создание системы мониторинга, позволяющей быстро разворачивать агентов на виртуальных машинах, предоставляющих прямой доступ клиентам. Данная система подразумевает разворачивание минимального количества дополнительной инфраструктуры, переводя часть логики на сторону клиента. Сервер авторизации в данной модели может быть включен в состав агента, или развернут отдельно или в облаке. Схема взаимодействия компонентов системы изображена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов

В рамках данной работы был реализован сервер авторизации, выполняющий следующие задачи:

1. Получение *POST* запроса
2. Аутентификация полученных данных клиента
3. Генерация токена доступа
4. Формирование ответа

Блок-схема работы сервера авторизации описана на рисунке 2.

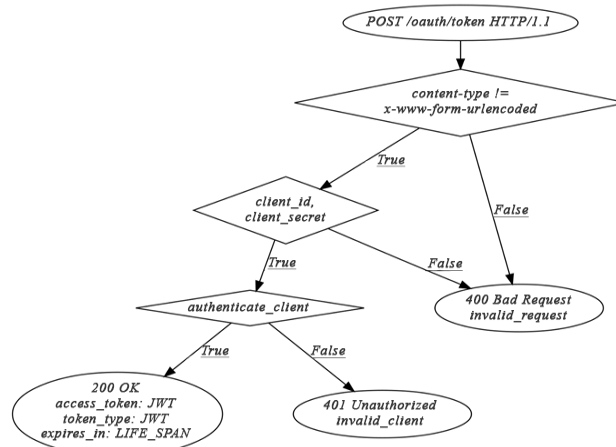


Рис 2. Блок-схема алгоритма работы агента

Для реализации схемы авторизации с использованием клиентских данных в соответствии с *OAuth 2.0* был создан отдельный эндпоинт */oauth/token*. Для аутентификации пользователя сервер проверяет соответствие идентификатора клиента с *md5* хэшем названия устройства в сети, хэширует полученный от клиента секрет и сравнивает его с сохраненным хэшем секрета. Данный хэш хранится как переменная окружения.

При успешной аутентификации клиента сервер генерирует токен доступа. Данный токен представляет из себя *JSON Web Token* с информацией о используемом алгоритме для генерации подписи, выдавшей его стороне и время истечения его действия. В данном случае используется для генерации подписи используется алгоритм *RSA* с *SHA-256*.

В качестве ответа сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 200 OK* и токен доступа, информацию о типе токена и срок его жизни в формате *JSON*. Один сервер авторизации может выдавать токен доступа для авторизации на большом количестве агентов.

В рамках данной работы был описан *API* сервер, выполняющий следующие задачи:

1. Проверка подлинности токена доступа при получении *GET* запроса.
2. Сбор информации о системе и формирование ответа.

Блок-схема работы агента описана на рисунке 3.

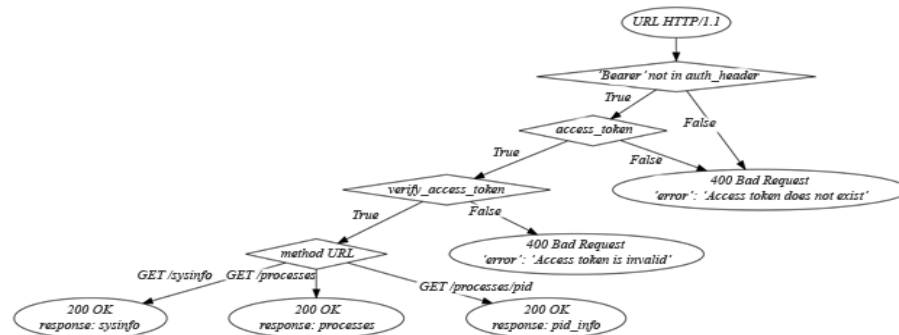


Рис 3. Блок-схема алгоритма работы агента

При отсутствии указания схемы авторизации в заголовке сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 400 Bad Request* и ошибку *Access token is invalid*. в формате *JSON*.

Для проверки подлинности токена доступа *API* сервер выполняет ряд проверок:

1. проверка соответствие полученного токена доступа стандарту
2. проверка подлинности подписи *JWT*
3. проверка стороны, выдавшей токен доступа
4. проверка срока действия токена доступа

Если любой из пунктов не проходит проверку сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 400 Bad Request* и ошибку *Access token is invalid*. в формате *JSON*.

В качестве ответа сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 200 OK* и полученный *JSON* файл со всеми запущенными на хосте процессами.

Для возвращения кратких сведений о системе был создан отдельный эндпоинт */sysinfo* принимающий метод *GET*. В качестве ответа сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 200 OK* и полученный *JSON* файл, содержащий в себе краткие сведения о системе, такие как тип операционной системы, имя компьютера в сети, средняя загрузка последние отрезки времени.

Для возвращения сведений о процессе по идентификатору процесса был создан отдельный эндпоинт */processes/{pid}* принимающий метод *GET*. В качестве ответа сервер возвращает клиенту код состояния *HTTP 200 OK* и полученный *JSON* файл, содержащий в себе подробную информацию о запущенном процессе.

Данная система позволяет децентрализованно производить мониторинг агентов, реализуя большую часть на стороне клиента и не требует дополнительных затрат на дополнительную инфраструктуру.

#### **Список используемых источников:**

1. Ericsson Mobility Report, June 2021. – 1. N. Provos, D. Mazières. *A Future-Adaptable Password Scheme* [Электронный ресурс] // *1999 USENIX Annual Technical Conference*, июнь 6-11, 1999, Монтерей, Калифорния, США. С 81-92. URL: [https://www.usenix.org/legacy/publications/library/proceedings/usenix99/provos/provos\\_html/index.html](https://www.usenix.org/legacy/publications/library/proceedings/usenix99/provos/provos_html/index.html)
2. D. Hardt, Ed. *The OAuth 2.0 Authorization Framework*. Internet Engineering Task Force. 76 с.
3. M. Jones, B. Campbell, C. Mortimore Ed. *JSON Web Token (JWT) Profile for OAuth 2.0 Client Authentication and Authorization Grants*. Internet Engineering Task Force. 12 с.

## АНАЛИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОШИБОК ПРИ РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**В.А. Севостьянов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Работа с персональными данными и её проблематика всё чаще становится актуальной темой в современном мире. Практически любая компания, в той или иной мере работает с персональными данными, но совершает ряд ключевых ошибок как на проектировочном уровне, так и на уровне организационных мер. В свою очередь, такими проблемами во всю пользуются злоумышленники, последствия же таких уязвимостей могут отразиться как на самой компании, так и на владельца персональных данных.*

*персональные данные (ПД), автоматизированное рабочее место (АРМ), программно-аппаратный комплекс, информационная система (ИС), автоматизированная система управления (АСУ), Система управления базами данных (СУБД), Электронно-вычислительная машина (ЭВМ)*

В последнее годы, всё чаще происходят преступления, в частности мошеннического характера, связанные с различными видами и способами использования персональных данных [1]. Данная проблематика очень “остро” отражается в современной жизни, поскольку большое количество компаний вынуждено работать с таким типом данных, но при этом не производит контроль должным образом. Всё это – влечет за собой ответственность для компании, не только как репутационную, но также и в правовом поле.

Достаточно актуальным и наглядным примером данной проблематики может являться работа операторов мобильной связи. Согласно постановлению правительства, уточняющего правила оказания услуг телефонной связи “О связи”, которое стало применяться в 2017 году, операторы стали обязаны запрашивать паспортные данные своих пользователей [2]. В свою очередь, всё это повлекло массовые утечки данных и так называемые все различные услуги “пробива” [3]. Намеренная продажа данных со стороны инсайдера на “черных рынках”, позволяла злоумышленникам использовать их для применения социальной инженерии с целью проведения мошеннических операций пользователей того или иного оператора.

### **Проблематика общедоступного вида персональных данных.**

Согласно ФЗ-152 и Постановлению Правительства №1119, общедоступной категорией данных является те данные, которые опубликованы в открытых источниках с согласия владельца. К таким данным относятся дата рождения, адрес проживания, место работы, номер телефона. Отсюда можно выделять ряд характерных и регулярно проявляющихся проблематик, а именно:

- Не полная осведомлённость персонала о работе с персональными данными, слабые организационные меры. В связи с такой проблемой, могут происходить случаи не законного распространения иной и особой категории персональных данных, а из-за отсутствия обязательств в виде документа о неразглашении персональных данных, то такие случаи могут иметь регулярность и систематичность.

- Деанонимизация с целью проведения мошеннических операций по средствам социальной инженерии.

- Полное отсутствие контроля за размещаемой информацией.

- Отсутствие точной формулировки персональных данных, размытость понятия, которая позволяет злоупотреблять данными о человеке, которые не были обозначены в законе, производить подмену понятий.



Рис. 1 Пример размещения общедоступного вида персональных данных на посылке на организационно- аппаратно-программном уровне, исходя из которого можно установить в своих целях полное ФИО получателя и его адрес. Доступ к такой информации никак не контролируется, что позволяет пользоваться такими данными мошенниками.

Данная проблематика имеет более пассивный, но тем не менее всё еще опасный в некоторых ситуациях характер, поскольку порой такие данные не ограничиваются общедоступным видом, и позволяют вывести на цепочку к иным персональным данным. Всё это связано с тем, что помимо самих персональных данных самого человека могут использоваться его уникальные идентификационные номера, к примеру в магазинах, этим может быть его карта постоянного покупателя. При не правильных проектировочных мерах в компаниях, это может служить для возможности выдачи злоумышленника за другого человека, к примеру, за сотрудника банка [4]. Мощным психологическим фактором в таких случаях является обращение по имени и фамилии. Так же всё это усиливается легкой доступностью таких данных, к примеру, всё это может печататься на чеке после оплаты, который выбрасывается в ближайшей урне от магазина. В совокупности, всё это становится серьезным нарушением безопасности, как на индивидуальном уровне, так и на уровне законов, которые никак не контролируют и не описывают эти моменты.

Помимо этого, само злоупотребление использованием ПД, может позволять злоумышленникам обращаться как к самому владельцу данных, так и к организации, которая работает с ними. Чаще всего такая проблема может прослеживаться в информации, находящейся в чеках, которые выдаются организацией.



Рис. 2 Пример указания персональных данных, которые так же включают в себя номер заявки обращения, адрес медицинского учреждения. Эти данные используются для получения через сайт результатов медицинского анализа.

Рис. 3 Использование общедоступных данных и номера заявки из чека, для получения результата медицинских анализов. Единственным недостающим пунктом, которого нет в чеке, это дата рождения, которая так же является общедоступным видом ПД, что позволяет найти её в другом месте и получить доступ к результатам.

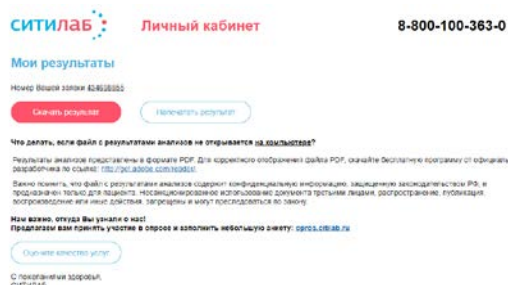


Рис. 4 Успешное получение результатов медицинского обследования используя общедоступный вид ПД и номер заявки из чека. Никакие дополнительные меры идентификации медицинской лабораторией – не использовались.

## **Проблематика отсутствия контроля за иными персональными данными.**

Информационные системы, используемые в компаниях, в частности у сотовых операторов, зачастую не имеют под собой никакого контроля к получаемым персональным данным и их количества, что влечет за собой большое количество утечек со стороны инсайдерских атак [5]. Данная ошибка прослеживается еще на проектировочном и законодательном уровне создания программного обеспечения, поскольку регламент сертификации не предписывает никаких ограничений на получение персональных данных сотрудником. Дополнительные специальные меры обеспечения безопасности персональных данных остаются по желанию самих компаний, а не обязательной нормой. Данный фактор так же прослеживается в количестве предоставляемых услуг по продаже иных персональных данных у различных операторов, поскольку у некоторых операторов данная услуга вовсе невозможна, либо имеет ряд ограничений в совокупности с большой ценой по сравнению с другими операторами, где продажа никак не затруднена [6].

Решением проблематики инсайдерских атак, может является ограничение и отслеживание всех запросов, с необходимым указанием причины поиска. Осуществляя поиск, сотрудник должен будет предоставить и указать в программном обеспечении причину обращения к персональным данным, а также указать как данная информация была использована в дальнейшем. В качестве организационных мер, должен быть усилен контроль над сотрудниками, а именно, проверка корректности вводимой информации, выборочная или полная проверка обращений к персональным данным.

### **Решение проблематики на организационном и программном уровне.**

Для решения проблем связанных с использованием общедоступных видов персональных данных можно использовать ужесточение организационных мер, в частности, можно рассмотреть использование “чек-листов”. Под чек-листом, будет подразумеваться комплекс мер, в частности отслеживание всех сотрудников, которыми был получен доступ к информации на протяжении всей её жизни. К чек-листу можно применить следующие требования:

- Необходимость отслеживания всех этапов, от появления информации, до её утилизации, помещения в архив.
- Отслеживание всех сотрудников, которые обращались к этой информации. Где, когда и с какой целью было выполнено обращение.
- Отслеживание информации после самого получения, куда она попала после и как она использовалась.
- Отслеживание закрытие информации после получения.

К примеру, в случаи с пунктами выдачами это может начинается от “оператора в пункте приёма”, а заканчиваться “оператором в пункте выдачи”. Промежуточные этапы могут отслеживаться в виде сотрудников на сортировочных центрах, грузчиков и так далее. Пример: Грузчик получил сведения о адресе получателя, с целью сортировки и отправки в другой пункт

выдачи посылки. Итогом же такого чек листа для отслеживания в случае пункта выдача, может являться утилизация информации через шредер, или фиксация о том, что информация была помещена в электронную БД.

Помимо этого, решением контроля общедоступных ПД может служить принудительная необходимость подписания договора “О неразглашении персональных данных” для всех сотрудников, которые в той или иной мере имеют доступ или сталкиваются с такого рода данными. Такая мера может быть предпринята, как и на законодательном уровне, так и на уровне компании с целью обеспечения дополнительной защиты информации.

В качестве же пассивного обеспечения безопасности общедоступных видов персональных данных можно выделить:

- Сокращение и сведение использование общедоступных ПД в минимум;
- Использование инициалов вместо ФИО;
- Запрет сотрудникам на самопроизвольное размещение общедоступного вида ПД, к примеру, подписи на посылках или других бумажных носителях с целью идентификации получателя;
- Переход от бумажных носителей (к примеру, чеков) на электронные;



Рис. 6 Пример более правильного размещения персональных данных на почтовых конвертах. Использованы инициалы вместо полного ФИО, содержимое счёта и индивидуальный номер скрыты отрывающимся слоем.

## Вывод

Тема персональных данных на сегодняшний день является очень актуальной. В сфере информационной безопасности, имеются выраженные проблематики, которые могут иметь эффективные решения на различных уровнях по их устранению.

### Список используемых источников:

1. 3GPP TS 36.171: «Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for Support of Assisted Global Navigation Satellite System (A-GNSS). (Release 16)».
2. Mike Thorpe, Ewald Zelmer «LTE Location Based Services Technology Introduction», September, 2013.
3. Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования: [Электронный ресурс]: [монография] / СПбГУТ, 2020. – 558 с. ISBN 978-5-89160-194-9.
4. Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования 5G: [монография] / Горячая линия-Телеком, 2021. – 455 с. ISBN 978-5-9912-0930-4.



## АНАЛИЗ ВНЕШНИХ УГРОЗ ПРИ ПОМОЩИ МЕХАНИЗМОВ SIEM СИСТЕМ

**А.А. Филиппов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В классическом понимании SIEM-системы только собирают и обрабатывают данные, а также оповещают оператора о возможной опасности. Блокирование подозрительных процессов, помещение файлов на карантин и прочие меры реагирования в их задачи не входят. Однако в последнее время под термином SIEM часто объединяют как системы сбора и обработки данных, так и системы, позволяющие затем реагировать на полученную информацию и предпринимать активные действия. В данной статье рассматриваются различные способы и методы обнаружения внешних угроз безопасности при помощи механизмов SIEM систем.*

***SIEM системы, информационная безопасность, внешние угрозы, события безопасности, мониторинг безопасности***

Программное обеспечение для управления информацией и событиями безопасности (SIEM) помогает специалистам по ИТ-безопасности защитить свою корпоративную сеть от кибератак [1]. Решение SIEM собирает данные журналов со всех компонентов инфраструктуры организации — маршрутизаторов, коммутаторов, брандмауэров, серверов, персональных компьютеров и устройств, приложений, облачных сред и многого другого. Затем он анализирует данные и предоставляет информацию администраторам безопасности для эффективного предотвращения атак безопасности.

SIEM включает в себя две функции [2]:

1. Управление информацией о безопасности (SIM): SIM включает в себя сбор всех сетевых действий. Это может варьироваться от данных журналов, собранных с серверов, брандмауэров, контроллеров домена, маршрутизаторов, баз данных и сетевых потоков, до неструктурированных данных, присутствующих в сети, таких как электронные письма.

Данные журнала могут быть собраны с помощью двух методов — безагентного и сбора на основе агентов.

- Сбор журналов на основе агентов: Этот метод требует развертывания агента на каждом устройстве. Агент собирает журналы, затем анализирует и фильтрует их, прежде чем возвращать журналы на сервер SIEM. Этот метод в основном используется в закрытой и защищенной сети, такой как демилитаризованная зона (DMZ), где связь ограничена.

- Сбор журналов без агента: Это наиболее часто используемый метод, при котором журналы, создаваемые устройствами, автоматически собираются сервером SIEM с использованием защищенного канала связи, такого как определенный порт, с использованием защищенных протоколов.

2. Управление событиями безопасности (SEM): SEM относится к анализу собранных данных. Данные анализируются с использованием различных методов, отправляются предупреждения и/или запускается рабочий процесс для любого ненормального поведения.

Процесс анализа включает в себя:

- Корреляция журналов: Все собранные данные анализируются, и журналы сопоставляются друг с другом для выявления любых моделей атак. Данные журнала также могут быть сопоставлены с потоками угроз для обнаружения индикаторов компрометации (IOCs).

- Анализ угроз: Контекстная информация об угрозах используется для обнаружения любого вторжения, бокового перемещения или утечки данных, происходящих в сети.

- Анализ поведения пользователей на основе машинного обучения: Алгоритмы машинного обучения и аналитические инструменты могут формировать базовые модели поведения пользователей. Если в поведении есть отклонение, решение SIEM обнаружит аномалию, поднимет тревогу и предотвратит любые угрозы для сети.

Интерпретированные данные, полученные с помощью вышеуказанных методов, представлены в виде гистограмм или круговых диаграмм, что упрощает и ускоряет принятие решений администраторами безопасности.

Рассмотрим [3] классический SIEM сценарий (рис. 1):

- Пароль для доступа в сеть был введен неправильно пять раз за минуту. Это считается атакой с низким приоритетом, так как пользователь мог несколько раз ошибочно ввести неправильный пароль.

- Теперь рассмотрим случай, когда неправильный пароль вводится 240 раз за минуту. Это может быть атака грубой силы, когда внешняя сторона пытается получить доступ к сети.

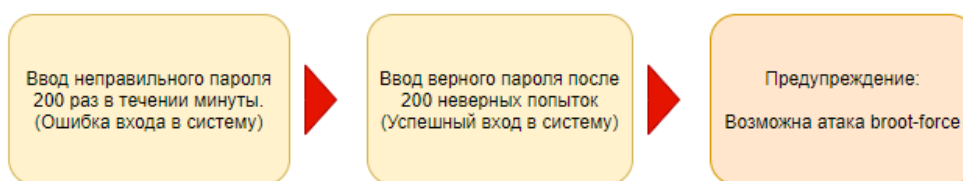


Рис. 1 Сценарий взлома пароля перебором

Программное обеспечение SIEM может обнаруживать такие атаки грубой силы, уведомлять администраторов ИТ-безопасности и автоматически инициировать рабочий процесс для блокировки учетной записи и изоляции компьютера, на котором произошло событие.

Решения для управления информацией о безопасности и событиями (SIEM) обеспечивают целостное представление обо всех действиях [4], происходящих в ИТ-инфраструктуре, путем мониторинга сетевых действий и использования анализа угроз и анализа поведения пользователей и организаций (UEBA) для обнаружения и смягчения атак (рис 2).



Рис. 2 Основные функции SIEM системы

### **Управление журналами (Log management)**

Управление журналами включает в себя сбор, нормализацию и анализ данных журналов и используется для улучшения видимости сетевой деятельности, обнаружения атак и инцидентов безопасности, а также для выполнения требований нормативных требований в области ИТ. Для эффективного анализа журналов решения SIEM используют различные процессы, такие как корреляция журналов и криминалистика, которые помогают обнаруживать нарушения данных и атаки в режиме реального времени. Управление журналами также включает безопасное архивирование данных журналов для сохранения журналов в течение определенного периода времени.

### **Управление инцидентами (Incident management)**

Инцидент безопасности - это событие, которое отличается от обычных действий в сети. Инцидент может поставить под угрозу конфиденциальные данные организации и может привести к нарушению данных или атаке, но не всегда. Управление инцидентами включает в себя обнаружение и смягчение инцидентов безопасности.

Обнаружение инцидентов - это процесс выявления угрозы безопасности, возникающей в сети. Вы можете обнаруживать инциденты с помощью различных методов, таких как корреляция журналов, UEBA и анализ угроз.

Разрешение инцидентов относится к устранению инцидента или атаки в сети и возвращению сети в функциональное состояние. Решения SIEM предоставляют различные рабочие процессы, которые могут автоматически выполняться при срабатывании предупреждения. Эти рабочие процессы во многом помогают предотвратить распространение атак в сети в боковом направлении.

### **Аудит привилегированного доступа (Privileged access auditing)**

Привилегированные учетные записи пользователей - это учетные записи с правами администратора. Эти привилегии могут позволять пользователю устанавливать, удалять или обновлять программное обеспечение, изменять конфигурации системы, создавать или изменять разрешения пользователей и многое другое.

Привилегированные учетные записи имеют первостепенное значение для обеспечения безопасности сети, поскольку всего одна скомпрометированная привилегированная учетная запись пользователя может предоставить злоумышленнику беспрепятственный доступ к сетевым ресурсам. Важно отслеживать и проверять действия привилегированных пользователей, а также генерировать оповещения в режиме реального времени о ненормальных действиях. Мониторинг привилегированных учетных записей пользователей может помочь отслеживать и предотвращать инсайдерские атаки, поскольку эти учетные записи имеют разрешение наблюдать за действиями других пользователей в сети. Если пользователи попытаются повысить свои привилегии, это может представлять потенциальную угрозу. Решения SIEM могут обнаруживать такое поведение и проверять действия привилегированных пользователей для повышения сетевой безопасности.

### **Информация об угрозах (Threat intelligence)**

Информация об угрозах необходима для предотвращения атаки, а не для реагирования на инцидент после того, как он произошел. Анализ угроз объединяет знания, полученные на основе фактических данных, контекстуальной информации, показателей и мер реагирования, полученных в результате различных угроз, и создает конкретные примеры показателей компромисса (indicators of compromise - IOCs). Он также может предоставлять информацию о тактике, методах и процедурах, связанных с возникающими угрозами, и может отслеживать текущую сетевую деятельность для выявления аномальных закономерностей. Анализ угроз включает в себя инструменты искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML), позволяющие различать регулярные и нерегулярные шаблоны в сети, чтобы определить, представляет ли действие угрозу для сети.

### **Облачная безопасность (Cloud security)**

Облачная безопасность включает в себя защиту данных и инфраструктуры, размещенных на облачных платформах. Облачные платформы столь же уязвимы, как и локальные платформы, когда дело доходит до безопасности. Решения SIEM помогают администраторам ИТ-безопасности обеспечивать безопасность облачных платформ, обнаруживая сетевые аномалии, ненормальное поведение пользователей, несанкционированный доступ к критически важным ресурсам и многое другое.

### **Поведенческий анализ пользователей и сущностей (User entity and behavior analytics - UEBA)**

UEBA в решениях SIEM обычно основана на ML или AI и анализирует обычную схему работы пользователя или типичный способ, которым конкретный пользователь ежедневно обращается к сети. Он может обнаруживать отклонения от нормального поведения, поднимать тревогу и немедленно уведомлять администратора безопасности.

Чем больше информации SIEM обрабатывает из различных источников, таких как маршрутизаторы, брандмауэры, контроллеры домена, приложения, базы данных и любые вычислительные устройства в сети, тем точнее со временем может стать обнаружение аномалий. UEBA использует методы ML и алгоритмы искусственного интеллекта для обработки информации, изучения моделей угроз и определения того, похож ли конкретный шаблон в сети на аномалию угрозы, которая имела место ранее. Благодаря этому обнаружению UEBA помогает генерировать оповещения в режиме реального времени и использует автоматизацию в предотвращении угроз, чтобы сделать его более надежным.

### **Защита данных (Data protection)**

Одной из основных целей специалистов по безопасности является предотвращение потери или утечки конфиденциальных данных. Решения SIEM помогают обнаруживать, смягчать и предотвращать нарушения данных, постоянно отслеживая поведение пользователей. Решения SIEM отслеживают доступ к критически важным данным и выявляют несанкционированный доступ или попытки доступа. Он также следит за повышением привилегий в учетных записях пользователей и любыми изменениями данных, внесенными этими учетными записями. Когда эти возможности обнаружения объединяются с управлением рабочими процессами, администраторы безопасности могут настроить SIEM для предотвращения вредоносных действий в сети.

### **Заключение**

В данной статье были изучены разнообразные актуальные методы и инструменты для анализа внешних угроз при помощи механизмов SIEM систем. Были выявлены цели и преимущества использования каждого из способов.

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что не стоит рассматривать SIEM системы как панацею от любых внешних угроз, наоборот, это только один из значимых рубежей для защиты целостности, доступности и конфиденциальности информации.

### **Список используемых источников:**

1. What is SIEM? How it works? Why it is required? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.manageengine.com/log-management/siem/what-is-siem.html> (дата обращения 1.11.2021)
2. И. В. Котенко, И. Б. Саенко, О. В. Полубелова, А. А. Чечулин, “Применение технологии управления информацией и событиями безопасности для защиты информации в критически важных инфраструктурах”, Тр. СПИИРАН, 20 (2012), 27–56
3. Security Information and Event Management (SIEM) Implementation (Network Pro Library) (David Miller, Shon Harris, Allen Harper, Stephen VanDyke, Chris Blask) С. 20-35
4. ATOS Spain, Atos Research & Innovation, Cybersecurity Unit, 28037 Madrid, Spain; Security Information and Event Management (SIEM): Analysis, Trends, and Usage in Critical Infrastructures Gustavo González-Granadillo \*, Susana González-Zarzosa and Rodrigo Diaz С.6 – 8

**Секция 2.2.**  
**Интернет вещей и гетерогенные сети**

## ТЕХНОЛОГИЯ СПРАВЕДЛИВОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ЭФИРНОГО ВРЕМЕНИ В СЕТЯХ WI-FI

**А.Д. Антоненко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире практически каждый человек пользуется сетями Wi-Fi. Согласно исследованиям, на одного человека, использующего сеть Wi-Fi, приходится по несколько устройств. На разных устройствах установлены различные сетевые адаптеры с поддержкой разных версий Wi-Fi, от Wi-Fi 1 поколения до Wi-Fi 6, что приводит к уменьшению пропускной способности сети. В докладе представлена технология справедливого деления эфирного времени в сетях Wi-Fi (airtime fairness).*

### ***беспроводные локальные сети, Wi-Fi, передача данных, airtime fairness (ATF)***

В настоящее время большая часть мобильного трафика со смартфонов и планшетов передаётся не через сотовые сети 2G/3G/4G, а через беспроводные сети Wi-Fi. Практически в каждом помещении есть Wi-Fi роутер или точка доступа для передачи данных по беспроводной сети. Всё большую популярность набирают публичные сети, такие как Wi-Fi в метро, торговых центрах, офисах и т.д.

Проблема передачи данных по беспроводной сети Wi-Fi заключается в том, что обмен информацией между Wi-Fi роутером или точкой доступа и клиентским устройством ограничен количеством передаваемых пакетов данных независимо от затраченного времени. Если к Wi-Fi роутеру, который поддерживает стандарты IEEE 802.11n/ac со скоростью передачи до 300 Мбит/с для диапазона 2,4 ГГц и 867 Мбит/с для 5 ГГц, подключается смартфон, поддерживающий стандарт IEEE 802.11ac, и ноутбук с сетевым адаптером IEEE 802.11a то последний будет замедлять работу всей сети. Поскольку Wi-Fi роутер обменивается информацией с каждым клиентом по очереди, то время на обмен с ноутбуком будет затрачено больше, чем со смартфоном. Для уменьшения негативного влияния «медленных» устройств на пропускную способность беспроводной сети Wi-Fi была разработана технология справедливого деления эфирного времени Airtime Fairness (ATF). Данная технология позволяет оптимизировать производительность сети Wi-Fi. При включённой функции ATF всем клиентам сети Wi-Fi выделяется одинаковое время для передачи данных. В результате за один период «быстрые» клиенты успевают передать больше данных. В этом случае будет наблюдаться небольшое снижение пропускной способности только на «медленных» устройствах, но не произойдет снижения пропускной способности «быстрых» клиентов и всей сети Wi-Fi. Таким образом удастся обеспечить равный доступ клиентам к радиоэфиру, независимо от канальной скорости передачи данных (см. рис. 1).

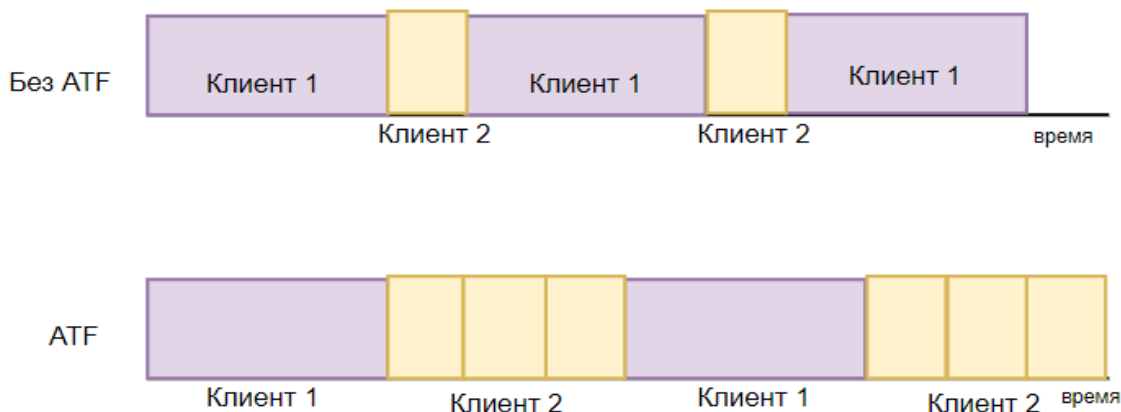


Рис.1. Очередность передаваемых пакетов

Технология ATF основана на технологии множественного доступа с временным разделением каналов (Time Division Multiple Access, TDMA). Она разделяет сигнал Wi-Fi на множество одинаковых временных интервалов, и каждое устройство Wi-Fi по очереди отправляет или получает данные в пределах своего временного интервала. Таким образом, пропускная способность и эффективность Wi-Fi будут улучшены.

Рассмотрим на примере, как работает данная технология и как она может улучшить общую производительность беспроводной сети Wi-Fi. Пусть имеется 2 клиента: клиент А передает со скоростью 30 Мбит/с и клиент В со скоростью передачи 60 Мбит/с. Если клиенту А нужно передать данные размером 300 Мбит, то это займет 10 секунд. Это означает, что для передачи данных клиенту В нужно будет стоять в очереди на передачу 10 секунд, прежде чем А завершит свою работу.

При включенной функции ATF время будет делиться на всех клиентов поровну, то есть по 5 секунд на каждого. Таким образом, объем переданных данных составит,

$$30 \text{ Мбит/с} \cdot 5 \text{ с} + 60 \text{ Мбит/с} \cdot 5 \text{ с} = 450 \text{ Мбит}$$

Т.е. за те же 10 секунд было передано данных в 1,5 раза больше.

Чтобы дифференцировать «быстрых» и «медленных» клиентов, имеется способ классифицировать их пакеты / трафик. При использовании технологии ATF точка доступа или Wi-Fi роутер классифицирует пакеты, передаваемые к клиентским устройствам, на основе следующих параметров:

Режим работы клиентов:

Режим высокой пропускной способности (802.11ax, 802.11ac, 802.11n)

Устаревший режим (802.11a, 802.11b, 802.11g)

Используемый диапазон (2,4 ГГц / 5 ГГц)

После того, как функция будет включена на конкретном радиомодуле, трафик будет отслеживаться, и функция ATF будет активирована. И в это время включенная функция ATF увидит, что трафик идет как к более быстрым, так и к устаревшим клиентам.



Алгоритм планирования гарантирует, что более быстрые клиенты получают эфирное время, которого они заслуживают, даже когда рядом находятся более медленные / устаревшие клиенты.

Данную функцию Airtime Fairness стоит включать в настройках роутера, когда к сети Wi-Fi подключается несколько устройств, особенно если одно из подключившихся устройств использует устаревший сетевой адаптер. Также рекомендуется использовать данную технологию для публичных сетей Wi-Fi (например, метро, кафе, торговые центры и т.д.). В это время каждый клиент будет получать справедливую долю эфирного времени сети Wi-Fi. Без данной технологии в публичных сетях устаревшее устройство будет снижать пропускную способность сети Wi-Fi, что приведет к низкой скорости передачи данных на всех устройствах.

Не рекомендуется включать эту функцию, если более быстрые клиенты уже доминируют на канале, поскольку это может привести к приоритету устаревших клиентов, чтобы освободить больше места для более быстрых клиентов, что несправедливо.

#### **Список используемых источников:**

1. Технология справедливого распределения эфирного времени. [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/@tplink-airtime-fairness-kak-razguzit-wi-fi-set> (дата обращения 27.10.2021).
2. “Unpack Wifi Router's Box - Spectrum 802.11ac Wave 2 User Manual,” data sheet, 2013, [Электронный ресурс]. URL: <https://www.manualslib.com/manual/1355153/Spectrum-802-11ac-Wave-2.html#manual> (дата обращения 13.11.2021)
3. “Achieving Airtime Fairness of Delay-Sensitive Applications in Multirate IEEE 802.11 Wireless LANs,” September 2011 [Электронный ресурс]. URL: <https://sci-hub.ru/10.1109/mcom.2011.6011749> (дата обращения 13.11.2021)
4. Поддержка Airtime Fairness на устройствах [Электронный ресурс]. URL: <https://community.cambiumnetworks.com/t/airtime-fairness-support-on-cn-pilot-e-series-devices/46983> (дата обращения 14.11.2021)
5. Airtime Fairness [Электронный ресурс]. URL: <https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/360009149400-Airtime-Fairness> (дата обращения 30.10.2021)
6. «Airtime Fairness On Or Off» [Электронный ресурс]. URL: <https://routerguide.net/airtime-fairness-on-or-off/> (дата обращения 27.10.2021)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ГОСТИНИЦЫ «ГРАНД ОТЕЛЬ ЕВРОПА»

**Я.А. Герасимова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Данная статья посвящена исследованию характеристик беспроводной локальной сети гостиницы «Гранд Отель Европа». Рассмотрена важность сети Wi-Fi в гостиничном бизнесе. Представлен анализ характеристик беспроводной локальной сети гостиницы и предложены меры по улучшению.*

### *Wi-Fi, точка доступа IEEE 802.11, гостиница, уровень сигнала*

Поскольку люди становятся все более мобильными и постоянно нуждаются в подключении к Интернету, беспроводной доступ в Интернет играет важную роль в нашей повседневной жизни. В XXI веке человек настолько привык к гаджетам и социальным сетям, что, отправляясь в отпуск или командировку, не представляет, как можно обойтись без Интернета. Для большинства посетителей наличие Wi-Fi является одним из главных факторов при выборе гостиницы, а хорошая работа сети Wi-Fi (среди прочего) будет влиять на их положительные рекомендации и желание вернуться в эту же гостиницу. Важную роль играет покрытие сети Wi-Fi: необходимо, чтобы наличие доступа в Интернет было именно в номере, а не только в холле или на стойке ресепшен. Бесплатный Wi-Fi является распространенной услугой в современной гостиничной индустрии. Качество предоставляемых услуг связи должно соответствовать ее уровню [5].

Многие гостиничные сети по всему миру уже давно установили оборудование Wi-Fi, чтобы обеспечить на своей территории беспроводной доступ в Интернет. Wi-Fi доступ в Интернет может быть важной деталью, которая привлекает новых клиентов, удерживает имеющихся, и увеличивает продажи в заведениях индустрии гостеприимства [4]. Предложение бесплатного Wi-Fi помогает генерировать доход, тем самым обеспечивая конкурентоспособность. Теперь вопрос не в том, стоит ли предлагать Wi-Fi, а в том, как использовать его для максимального увеличения потока клиентов.

Для проведения радиообследования была выбрана гостиница «Гранд Отель Европа», которая располагается на Невском проспекте и пользуется популярностью среди туристов.

Также был исследован уровень скорости с помощью сервиса speedtest.net. Исследование проводилось в двух местах. Скорость загрузки, где нет номеров, составила 41 Мбит/с. Затем было произведено тестирование скорости внутри гостиничного номера и результат показал 95 Мбит/с.

В начале 2003 года в гостинице «Гранд Отель Европа» была установлена первая сеть Wi-Fi. За этот год отель стал одним из первых в серии проектов

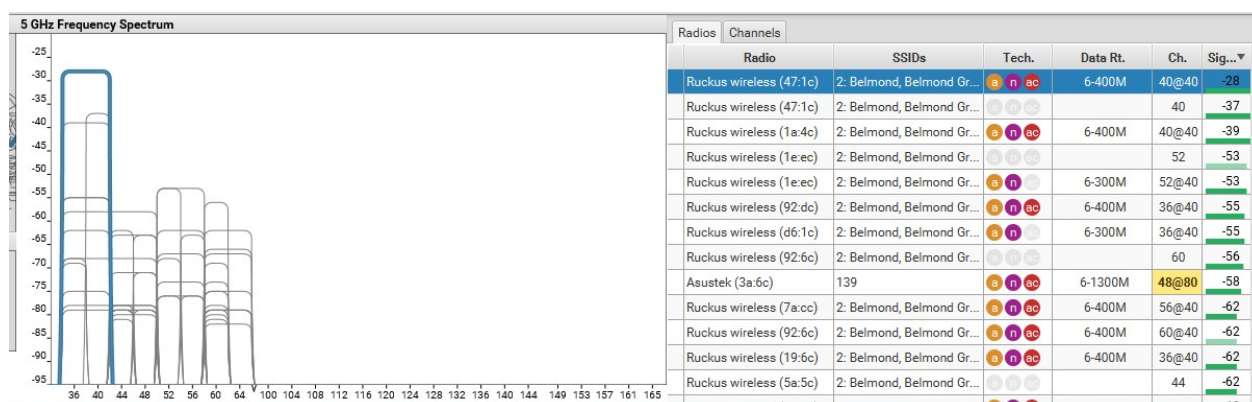
крупнейшего альтернативного оператора Санкт-Петербурга – ЗАО «ПетерСтар». Через 3 года гостиница произвела расширение сети, и если сперва было всего 5 точек доступа, то теперь их стало 47. В качестве точек доступа в новой сети использовались точки доступа Cisco серии Aironet 1200 Aironet 1200, поддерживающие IEEE 802b/g (главное отличие этих версий в том, что у одной максимальная скорость 11 Мбит/с, а у другой - 54 Мбит/с соответственно). Оператором по внешним услугам остается все тот же «ПетерСтар», являющийся главным поставщиком интернет-услуг для отеля. В 2006 году Петербургский «Гранд Отель Европа» завершил проект по развертыванию сети широкополосного беспроводного доступа на всей территории отеля. Wi-Fi стал доступен во всех номерах, конференц-залах, холлах, ресторанах и других помещениях. На 2010 год отель «Гранд Отель Европа» получил звание первого в городе отеля, внедрившего унифицированные коммуникации Cisco. Компания Cisco в составе партнера ЗАО «Ниеншанц» закончила проект по внедрению унифицированных систем коммуникаций Cisco в служебные помещения Гранд Отеля Европа. На Северо-Западе России это был первый случай внедрения современной коммуникационной IP-системы Cisco в гостиничной сфере. Унифицированные коммуникации Cisco устанавливались с задачей всецело обеспечить отель беспроводной сетью и установкой современной корпоративной IP-телефонии, которая могла конкретно увеличить число предоставляемых отелем услуг и их качество. В отеле была улучшена инфраструктура Wi-Fi для увеличения возможностей и функций голосовой связи между сотрудниками, вследствие чего повысилась оперативность реагирования всего персонала на запросы проживающих. В промежутке с 2010 по 2021 год был произведен переход от использования оборудования Cisco к Ruckus, но кто этим занимался установить не удалось. При обследовании программа Ekahau Pro обнаружила 65 точек доступа данной сети и ещё 52 «слышала», но очень слабо. Скорее всего, эти 52 точки доступа относятся ко второй части отеля [6] (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. - Развитие сети Wi-Fi в гостинице

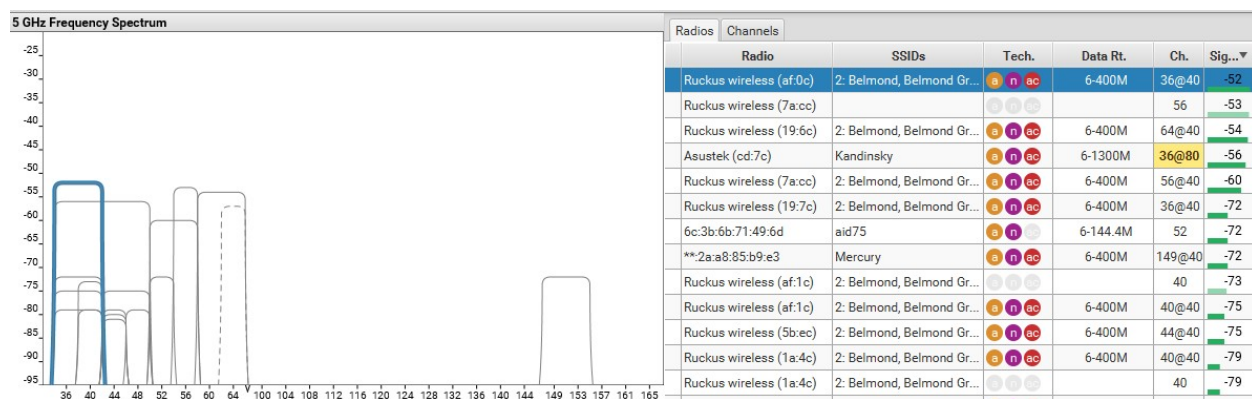
Год	2003	2006	2010	2021
Интегратор	Петерстар	Петерстар	Ниеншанц	Нет данных
Оборудование	Cisco	Cisco	Cisco	Ruckus
ТД	5	47	Нет данных	65+52
Версия IEEE 802.11	b	b/g	n	n/ac

Первое правило надлежащего размещения точек доступа заключается в том, чтобы определить места, где сеть Wi-Fi будет использоваться больше всего. Чем ближе клиентское устройство к точке доступа, тем лучше будет

его соединение. Таким образом, имеет смысл разместить точку доступа в комнате, где используют много трафика Wi-Fi. Визуально обнаружить точки доступа не удалось, поэтому будем отталкиваться от собранных данных [2] (рисунок 1)



а)



б)

Рис. 1. - Уровень сигнала в коридоре(а) и в номере(б)

Получается, что в коридоре уровень сигнала достигает -28 дБм, а в номере-52 дБм. -28 дБм — это очень высокий уровень сигнала. Соответственно, делается вывод, что точка доступа находится в коридоре. При приближении к ней, сигнал нарастал.

В основном используются двухдиапазонные точки доступа. В диапазоне 2,4 ГГц применяются каналы 1, 6 и 11 шириной 20 МГц каждый. В диапазоне 5 ГГц используются 8 каналов шириной 40 МГц :36@40, 40@40, 44@40, 48@40, 52@40, 56@40, 60@40, 64@40.

Важным является выбор используемых каналов. Несмотря на то, что в диапазоне 2,4 ГГц доступно 11 каналов, только 3 из них не перекрываются и не создают помехи друг другу. Это 1, 6 и 11 каналы. В диапазон 5 ГГц существует значительно больше спектра, доступного в этой полосе, с каждым каналом, занимающим свои собственные 20 МГц. Версия IEEE 802.11n даёт возможность использовать каналы 40 МГц. В разных странах число каналов, которые можно использовать в диапазоне 5 ГГц, различно. Выбирая, какие каналы должны использовать точки доступа в гостинице

международного класса, необходимо ориентироваться на тот набор, который поддерживают точно все устройства. На рисунке 2 красным отмечены те каналы, которые не доступны в той или иной стране, а синим – которые используются.

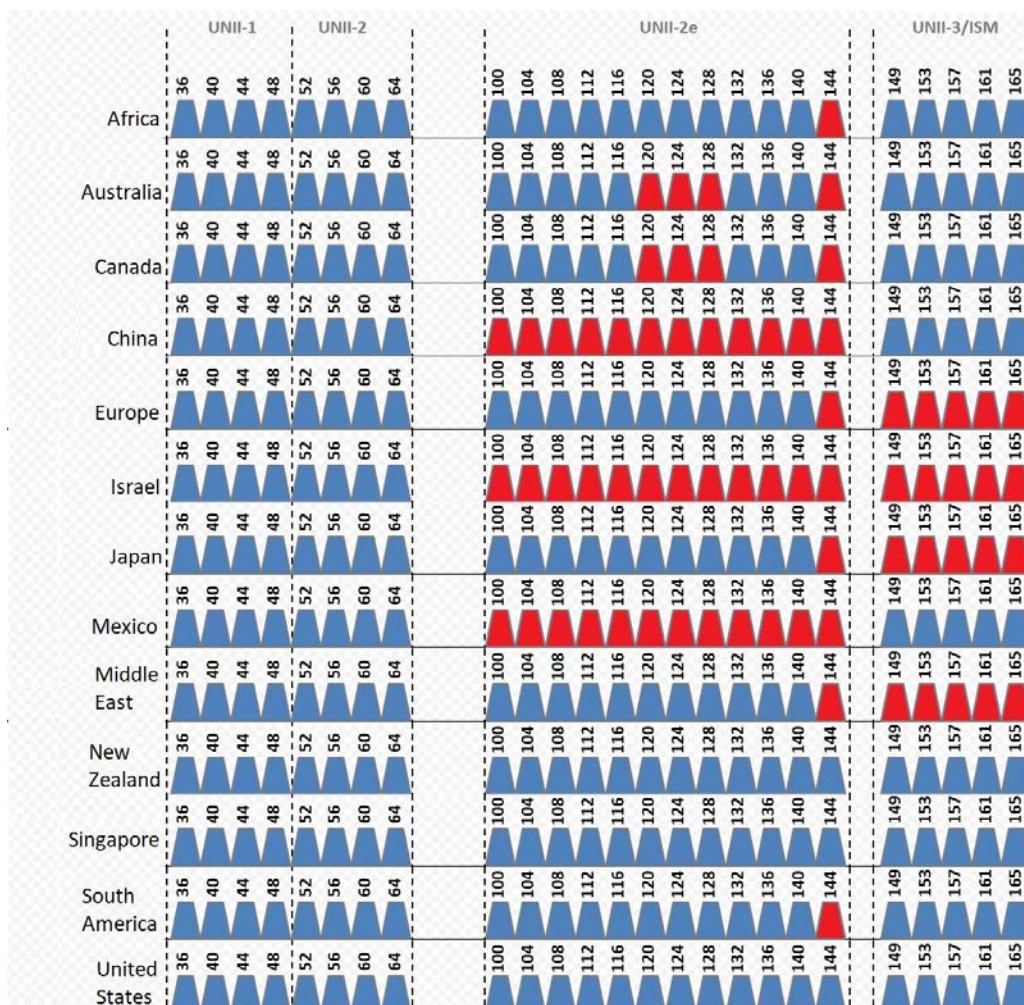


Рис. 2. - Доступные каналы в разных странах

Желательно использовать как можно больше каналов в диапазоне 5 ГГц, тогда будет больше шансов избежать межканальной интерференции. С учётом того, что люди приезжают с разных стран мира и устройства у них, которые поддерживают каналы своей страны. Лучше выбрать UNII-1 и UNII-2, итого 8 каналов, они не пересекаются, и, если посмотреть по всем регионам, то эти точно будут в каждой стране [1].

В ходе работы были изучены рекомендации по построению сетей Wi-Fi на территории гостиниц. Проведено обследование существующей сети в гостинице «Гранд Отель Европа» и проанализированы полученные данные. В ходе исследования выяснилось, что гостиница использует оборудование компании Ruckus.

#### Список используемых источников:

1. Рошан П, Лиэри Д, Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. — М.: Cisco Press, Вильямс, 2004. — 304 с.

2. Ekahau Special Edition, Wi-Fi Network Design For Dummies [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ekahau.com/products/ekahau-connect/pro/>
3. Савина К. Д., Артёмова Е. Н. Современные IT-технологии и автоматизация гостиниц //Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма. – 2016. – С. 398- 401
4. Эминов Ф. И. Офисные и промышленные информационные системы сети. — Казань: Мастер Лайн, 2016. — 346 с.
5. Насколько важен Wi-Fi в номерах для постояльцев [Электронный ресурс]. URL: <https://euroroaming.ru/besplatnyi-wi-fi-za-granicej/tak-li-vazhen-wi-fi-v-otele-dlyaturista-sejchas/> (дата обращения 18.10.2021)
6. Гостиницы Петербурга: Гранд Отель Европа внедряет уникальный проект WiFi в номерах, холлах и ресторанах [Электронный ресурс]. URL: <https://prohotel.ru/news3722/0/> ( дата обращения 28.10.2021)



## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МАРШРУТА ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА СИНХРОНИЗАЦИИ В СЕТИ ТСС

**М.В.Лобастова, Е.А. Лыткина, А.Ю. Матюхин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Надежную работу современных сетей связи невозможно представить без организации тактовой сетевой синхронизации (ТСС), обеспечивающей согласование скоростей передачи и приема. Одной из проблем построения сети ТСС является обеспечение доставки сигнала синхронизации по одному из возможных маршрутов. В статье приведен способ оценки надежности маршрута передачи сигнала синхронизации.*

***тактовая сетевая синхронизация, режимы работы сети синхронизации, надежность маршрута передачи сигнала синхронизации, структурная надежность***

Тактовая сетевая синхронизация представляет собой один из видов синхронизации, необходимой для обеспечения функционирования цифровых систем передачи и коммутации. А именно, тактовая синхронизация – это процесс точного временного соответствия между принимаемым сигналом и последовательностью тактовых импульсов.

Сеть тактовой сетевой синхронизации строится по иерархическому принципу. Во главе сети находится первичный, задающий генератор PRC, который синхронизирует вторичные генераторы, а те в свою очередь – генераторы узлов (рис.1). Технические параметры PRC должны соответствовать требованиям Рекомендации МСЭ-T G.811 [1,2]. Для надежности формирования синхросигналов в состав PRC обычно входят три первичных эталонных источника и вторичный задающий генератор, обеспечивающий выбор исправного ПЭИ с требуемыми характеристиками и формирование необходимого числа синхросигналов на его выходах, являющихся одновременно выходами PRC [3].

Существует три вида систем ТСС:

- от главного генератора (система вида "ведущий- ведомый");
- система взаимной синхронизации генераторов;
- плезиохронная система синхронизации.

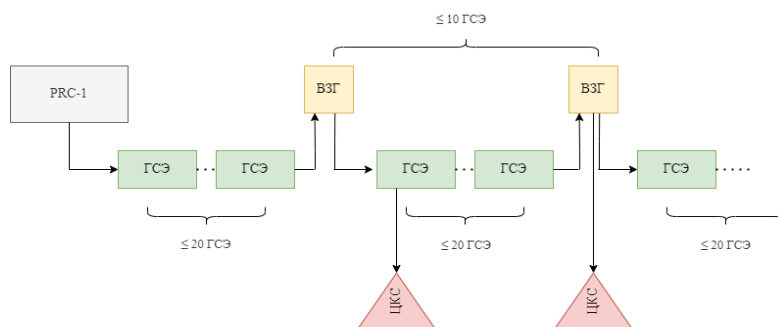


Рис.1. Структура сети ТСС

Оценивать надежность сети тактовой синхронизации можно с помощью оценки исправности генераторного оборудования и линий связи, входящих в цепочку передачи сигнала синхронизации [3].

Надежность сети электросвязи – свойство сети сохранять способность выполнять требуемые функции в условиях воздействия внутренних дестабилизирующих факторов, а именно, сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания [4].

Для сетей связи, являющихся сложными многофункциональными системами, можно выделить два основных аспекта надежности, которые условимся называть аппаратурным и структурным.

Под аппаратурным аспектом понимается надежность аппаратуры, отдельных устройств и их элементов, включая каналы и линейные тракты.

Структурный аспект отражает функционирование сети в зависимости от работоспособности или отказов узлов, т. е. он связан с возможностью существования в сети путей доставки информации [5].

Будем рассматривать сеть синхронизации как единое целое. Надежность сети в этом случае будем рассматривать как структурную надежность. В этом случае говорить о том, что сеть надежна, можно в случае существования путей от PRC до каждого из генераторов сетевых элементов, т. е. рассмотрим надежность связи между парами генераторов, считая, что известны показатели надежности линий и узлов. Требования к надежности в таком понимании могут быть различными в зависимости от значения рассматриваемых пунктов, расстояний между ними, их взаимосвязанности, а также от вида и назначения связи. Для связи между узлами в сети используются все возможные пути или выбранное по какому-либо признаку множество путей. Каждый путь состоит из линий и узлов, через которые он проходит. Под показателем надежности пути (надежность пути) будем понимать вероятность того, что данный путь в произвольный момент времени находится в работоспособном состоянии, а это значит, что работоспособными должны быть все линии и узлы, входящие в этот путь. Надежность связи будем оценивать вероятностью того, что работоспособным является хотя бы один путь.

Отказом линии будем называть такое состояние, при котором каналы, образующие рассматриваемую линию, либо полностью вышли из строя, либо их параметры настолько ухудшились, что практически их нельзя использовать для данного вида связи. Надежность линии – вероятность ее безотказной работы – определяется, с одной стороны, аппаратурной надежностью ее элементов, а с другой, – механической исправностью линейных сооружений. Отказ узла – невозможность передачи через него информации с входящих каналов на исходящие. Такой отказ эквивалентен одновременному отказу всех ребер, инцидентных этому узлу. Отказ узла приводит к нарушению значительно большего числа путей, чем отказ линии,



однако вероятность такого события значительно меньше вероятности отказа линии. рассматривать только влияние линий, считая, что надежность каналообразующей и некоторой другой аппаратуры узла входит, как правило, в оценку надежности линий. С точки зрения надежности линии сети принадлежат к элементам с восстановлениями. Процесс функционирования восстанавливаемого элемента можно представить, как последовательность интервалов работоспособности и простоя (восстановления).

Маршрут передачи сигнала синхронизации следует рассматривать как двухполюсную сеть (ДС). Если все пути ДС структурно независимы между собой, то вероятность исправности двухполюсной сети можно вычислить по формуле (1):

$$p(E) = 1 - \prod_{i=1}^h (1 - (p(e_i))) \quad (1)$$

где  $p(E)$  – вероятность исправности ДС,  $p(e_i)$  – вероятность исправности  $i$ -го пути, состоящего из ребер  $e$ ;

$h$  – общее количество путей.

Так как состояния большинства путей ДС коррелированы друг с другом, то выражение (1) – это оценка  $p(E)$  сверху. Сущность методов прямого перебора путей состоит в представлении (1) в виде:

$$p(E) = \sum_{i=1}^{K1} p(e_i) - \sum_{i < v}^{K2} p(e_i e_v) + \dots + (-1)^{h-1} p(\bigwedge_{i=1}^N e_i) \quad (2)$$

Последняя формула представляет собой вероятность суммы совместных независимых событий (2). Здесь  $J_n =, n = 1 \dots, h$

В более компактном виде выражение (1) имеет вид

$$(3)$$

где  $p(E^n)$  – вероятность исправности хотя бы одного подмножества  $I_{nk}$  путей, которую можно определить по формуле:

$$p(E^n) = \sum_{k=1}^{K_n} p(I_{nk}), \quad (4)$$

Подмножество  $I_{nk}$  содержит  $k$ -ю комбинацию  $n$  путей из общего числа сочетаний из  $h$  по  $n$ ,  $n=1 \dots, J_n$ .

Так как большинство путей двухполюсной сети коррелированы друг с другом, то для исключения корреляции путей при вычислении  $I_{nk}$  можно использовать подход, основанный на вычислении условных вероятностей исправности путей в слагаемых (2). Тогда  $p(I_{nk})$  можно представить в виде

$$p(I_{nk}) = p(e_i) p(e_v | e_i) \dots p(e_j | e_i e_v) \quad (5)$$

Выражение содержит  $n$  множителей. А условные вероятности можно определить по формуле:

$$p(e_j | e_i e_v \dots) = \frac{p(e_i)}{\prod_{l_k \in \varepsilon} p(l_k)}, \quad (6)$$

где  $\varepsilon$  – множество элементов ДС, общих для пути  $\mu_j$  и путей  $\mu_i \mu_v$ , а вероятность  $p(e_j)$  вычисляется следующим образом

$$p(e_j) = \prod_{l_h \in \varphi_j}^{r(\varphi_j)} p(l_h) \quad (7)$$

Таким образом, достоинством такого метода является то, что он дает объективную оценку исправности маршрута передачи сигнала синхронизации, однако при большом числе генераторов и связей в сети может быть достаточно трудоемким.

#### Список используемых источников:

1. Рекомендация МСЭ-Т Серии G (G.811.1) «Временные характеристики первичных эталонных генераторов» - 08/2017 г.
2. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ от 21 марта 2016 г. № 113 "Об утверждении Требований к построению сети связи общего пользования в части системы обеспечения тактовой сетевой синхронизации" [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71288970/> (Дата обращения 01.10.2021 г.)
3. Нетес В.А. Проблемы обеспечения надежности сетей post-NGN // Технологии информационного общества. / В.А. Нетес Материалы XIII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2019. с. 72-74.
4. ГОСТ Р 53111-2008 Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. М.: Стандартиформ, 2009. 19 с.
5. Исследование и оценка структурной надежности функционирования абонентского и сетевого элемента мультисервисных сетей / Б. Г. Ибрагимов, И. А. Мамедов, Г. Г. Ибрагимов, М. В. Ахмедова // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2011. – Т.1. с. 38-40.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И МОДЕЛЬ СЕТИ СТАНДАРТА IEEE 802.11 ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ

Л.В. Якутина

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной статье рассмотрены проблемы и способы построения сетей с высокой плотностью пользователей на одной площади. Потребность в построении таких сетей возникает из-за увеличения количества устройств у пользователей, которые всегда хотят иметь доступ к сети даже при большом скоплении людей. В статье описаны основные технологии и правила, используемые при построении таких сетей, а также представлена модель сигнала помехи, образуемого внутриканальной интерференцией.*

*сети высокой плотности, Wi-Fi, интерференция, отношение сигнал/шум*

### **Введение**

В настоящее время тема использования сетей высокой плотности стандарта IEEE 802.11 становится наиболее актуальной, поскольку распространение беспроводных сетей в последнее время заставляет разработчиков все больше задумываться о новых стандартах, предусматривающих увеличение скорости соединения.

В настоящее время участники любого публичного мероприятия хотят иметь постоянный доступ в сеть. Пользователям беспроводного подключения требуются высокая скорость доступа и непрерывность передачи данных, чтобы всё это не зависело от их местонахождения и числа людей на данном мероприятии [1]. Поэтому появилась потребность в создании сетей с большим количеством людей на одной площади – сетей высокой плотности.

### **Задачи, ставящиеся при построении сетей высокой плотности**

Сети высокой плотности – это сети, где присутствует высокая концентрация пользователей, подключенных к сети Wi-Fi и работающих с различными сервисами [2].

Главная проблема в проектировании сетей высокой плотности – обеспечение работы беспроводной сети при высокой интерференции.

Основной задачей проектирования сетей высокой плотности является увеличение количества подключенных и обслуживаемых в данный момент клиентов сети, которые размещены на как можно маленькой площади.

Основными факторами, которые непосредственно влияют на качественную работу сетей высокой плотности, являются: скорость передачи данных, количество и плотность точек доступа, клиентов, возможности клиентских устройств, характеристики среды, аппаратные возможности точек доступа и фактические возможности по монтажу.

Когда на одно клиентское устройство приходится менее  $1\text{ м}^2$  площади, то можно считать, что уже присутствует высокая плотность подключений к Wi-

Fi. В наше время такое не редкость, так как у каждого человека сейчас находится по несколько устройств. Поэтому, можно сказать, что в тех местах, где есть высокая плотность подключений, то главной помехой являются сами устройства клиентов, которые создают интерференцию для друг друга [3].

### **Решение проблемы построения сетей высокой плотности**

При планировании сетей с высокой плотностью важнейшими параметрами выступают спектральная емкость, использование каналов, интерференция, повторное использование частотных каналов, регуляторные требования, а также уровень сигнала и отношение сигнал/шум [4].

Сети высокой плотности относятся к средам, где плотность расположения устройств превышает. Пропускная способность сети на проводном интерфейсе точки доступа относится к ячейке сети, поэтому количество пользователей, а также характеристики их соединений для данной ячейки сети определяют удельную пропускную способность [4].

Планируя сети Wi-Fi с высокой плотности рекомендуется придерживаться следующих правил[3]:

- Использование точек доступа с поддержкой современных стандартов;
- Использование точек доступа с хорошей антенной схемой;
- Отказываться от диапазона 2,4 ГГц и переключать клиентов на диапазон 5 ГГц;
- Сокращение зоны действия радиоячеек;
- Сокращать количество SSID;
- Использование открытой сети.

Главное влияние на устройство оказывает ухудшение отношения сигнал/шум, которое связано с внутриканальной и межканальной интерференцией. Интерференция появляется от сигналов устройств, которые расположены достаточно близко друг к другу, в следствие этого появляется величина ОСИШ – отношение сигнал/интерференция + шум. ОСИШ – это величина, которая используется для оценки емкости канала. [4].

Модель сигнала помехи, образуемого внутриканальной интерференцией можно представить следующим образом [6], рисунок 1.

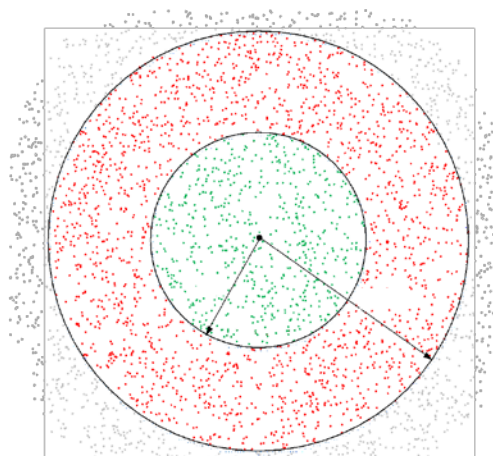


Рис 1. Модель формирования сигнала внутриканальной помехи

Мощность помехи в точке приема определяется как сумма мощностей сигналов от всех окружающих источников (1):

$$P_{0I} = \sum_{j=1}^n P_{oj} \quad \text{Вт} \quad (1)$$

Передача и прием целевого сигнала не производится в том случае, когда приемник регистрирует сигнал, где уровень каждого сигнала превышает заданное значение  $p_m$ . При таком способе работы, помеха создается только теми сигналами, уровень которых не более этого значения. Таким образом, узлы, создающие помеху, будут распределены за пределами внутреннего круга (рисунок 1).

В качестве модели затухания выберем модель из рекомендации Р.1411-10 [5] (2):

$$a(r) = 10\gamma \lg f + 10\alpha \lg r + \beta \quad \text{дБ} \quad (2)$$

где  $r$  - расстояние (м),  $f$  - частота (ГГц).

Параметр © - учитывает влияние среды распространения на зависимость затухания от частоты сигнала, < - характеризует зависимость затухания от расстояния, ® - коэффициент.

Мощность помехи в произвольной зоне обслуживания  $o$  будет определяться как (3):

$$P_{0I} = \sum_{j=1}^n I_j P_{oj}, \quad (3)$$

где  $I_j = \begin{cases} 1 & P_{oj} \leq p_m \\ 0 & P_{oj} > p_m \end{cases}$  - индикаторная функция,

$$P_{oj} = \tilde{p}_o - a(r_{oj}) \quad \text{дБм},$$

$r_{oj}$  - расстояние между выбранной точкой и  $j$ -м узлом сети.

Модель (4) статична и не учитывает того факта, что мощность сигнала не постоянна во времени, а зависит лишь от периодов активности передатчика, и в конечном итоге от передаваемого трафика. Будем считать, что величина  $\tilde{p}_o$  - это дискретная случайная величина, принимающая значения  $p_0$ , когда передатчик активен или равна нулю, когда пассивен. Тогда

$$\tilde{p}_o = p_0 \mu(t), \quad (4)$$

где  $\mu(t)$  - двоичная случайная функция, представляющая поток данных, передаваемых передатчиком,

$$\mu(t) = \begin{cases} 1 & t_0 + \alpha < t \leq t_0 + \tau \\ 0 & \text{в другом случае,} \end{cases}$$

где  $t_0$  - начальный момент,  $\alpha$  - интервал времени между кадрами,  $\tau$  - время передачи кадра.

Величина мощности помехи (3), равна сумме сигналов от достаточно большого количества источников, а изменение во времени представляет собой агрегированный поток.

При проектировании сети есть возможность свести к минимуму влияние отношения сигнал/шум, а также возможно абсолютно на максимум использовать пространство. Но, к сожалению, полностью исключить этот эффект в сетях с высокой плотностью невозможно [4].

Одной из главных причин увеличения количества клиентских устройств связано с тем, что все больше и больше устройств выпускается на рынок с поддержкой самых современных версий стандарта IEEE 802.11.

Достаточно большое количество проектов по развертыванию беспроводных сетей проектируются для офисов, гостиниц, складов и многом другом. Но, то, что будет абсолютно нормально работать в офисе, точно не подходит и не будет работать в концертном зале, кинотеатре, стадионе. Все из-за того, что для площадок с высокой плотностью пользователей создаются некоторые другие требования, которые делают модель проектирования площадей с малым количеством пользователей неприменимой. Главным параметром в проектировании таких сетей является пользовательская емкость. На рисунке 2 как раз рассмотрены различия в проектировании этих сетей [4].

Цель	Площадь покрытия	Пользовательская емкость
Число точек доступа	Предпочтительно низкое	Предпочтительно высокое
Ограничивающий фактор	Затухание сигнала, ОСШ	Интерференция
Преграды для сигнала	Плохо	Хорошо
Частота	Ниже — лучше	Выше — лучше
Предпочтительный тип антенн	Всенаправленные	Направленные
Размещение антенны	Выше — лучше.	Ниже — лучше.
Критерий проектирования	Зона ОСШ	Зона ОСИШ

Рис 2. Цели проектирования и учитываемые факторы

### Заключение

В заключении можно сказать, что для того чтобы развернуть и обеспечить беспроводную сеть, например, в офисе, то достаточно, просто беспроводных точек доступа или обычных качественных роутеров, то в случае Wi-Fi высокой плотности крайне необходимо использовать очень

мощные производительные устройства, которые способны работать в условиях плотности десятков абонентов, расположенных вплотную друг к другу.

Предложенная модель позволяет оценить уровень сигнала помехи с учетом интенсивности трафика и особенностей протоколов. Данная модель может быть использована для оценки отношения сигнал/шум, выбора мощности точек доступа и определения позиций в зоне обслуживания.

**Список используемых источников:**

1. Wi-Fi в условиях высокой плотности клиентов: Высокопроизводительные сети Wi-Fi для крупных публичных мероприятий: <http://treatface.ru/solutions/infrastrukturnye-setevye-resheniya/vysokoproizvoditelnye-seti-wi-fi-dlya-krupnykh-publichnykh-meropriyatiy/>
2. Wi-Fi в условиях высокой плотности клиентов: <https://www.tp-link.com/ru/business-networking/solution/high-density-environment/>
3. Wi-Fi высокой плотности: <https://styletele.com/Solutions/besprovodnye-seti-peredachi-dannykh-wi-fi/wi-fi-vysoko-y-plotnosti/>
4. Викулов А. С., Парамонов А. И. Введение в сети Wi-Fi с высокой плотностью пользователей / 2018 г.
5. Немного теории – Wi-Fi высокой плотности: <http://www.ubnt.ru/review/wifi-visokoy-plotnosti.htm>
6. Тонких Е.В., Анализ беспроводной сети интернета вещей высокой плотности. / Тонких Е.В., Парамонов А.И., Кучерявый А.Е. // Электросвязь. 2020. № 1. С. 44-48..
7. Целевые характеристики окружения для сети WiFi-стандарта в Высшем Образовании: <https://komway.ru/treningi/wi-fi-3/praktikum/education-high-density-wifi-design>

**Секция 2.3.**  
**Мультисервисные телекоммуникационные системы и  
технологии**



## АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION

**Д.А. Бадигина, Д.В. Жих**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Расширение в совокупности с автоматизацией бизнес-процессов приносят важнейший вклад в развитие бизнеса. При увеличении услуг и роста продаж наблюдается усложнение бизнес-процессов компании, что сопровождается потребностью в увеличении количества персонала и возникновением новых подразделений. К сожалению, чаще всего данные меры не влекут за собой увеличение выручки компании. Поэтому более эффективной считается автоматизация бизнес-процессов. В данной статье рассмотрен такой метод автоматизации бизнес-процессов, как Robotic Process Automation.*

### *бизнесы-процесс, автоматизация, robotic process automation*

В современных реалиях для управления предприятием требуется применение больших усилий, необходимых для увеличения производительности компании. Новые инструменты дают возможность достичь высокого уровня оптимизации работы и анализа данных.

Для более эффективной работы применяется Business Process Automation (BPA) – автоматизация бизнес-процессов, которая стала неизбежным следствием цифровизации бизнеса [1]. Автоматизация бизнес-процессов направлена на увеличение прибыльности компании, качественном распределении труда сотрудников, уменьшению рутинных задач. Данный подход можно рассматривать как развитие рабочего процесса. Однако во многих случаях было замечено, что сложность имеющихся систем становится препятствием для внедрения эффективного решения автоматизации.

В настоящее время автоматизация бизнес-процессов неотъемлемый элемент компании. Для перехода к автоматизации создаются роботизированные машины, использующиеся для выполнения опасных или повторяющихся задач. Таким образом, деятельность сотрудников концентрируется на более сложных проектах компании, таких как предприятия по расширению бизнеса.

Основной причиной использования BPA является уменьшение прибыли из-за потери времени, упущенных возможностей и дублирования усилий. Кроме того, 90% сотрудников обременены повторяющимися или рутинными задачами, которые можно эффективно автоматизировать. Это означает, что BPA может не только сократить ненужные расходы, но и снизить затраты на выполнение работы.

Для перехода к автоматизации бизнеса компании необходимо придерживаться использования процессного подхода [2]. С помощью

данного подхода производственный процесс рассматривается как совокупность бизнес-процессов, состоящих из упорядоченных операций, определяемых технологиями.

Одной из технологий автоматизации бизнес процессов считается RPA – Robotic Process Automation. Сегмент RPA, или роботизированная автоматизация процессов был отмечен аналитиками Gartner как наиболее быстрорастущая категория корпоративного ПО [3].

Программные платформы RPA обычно используют комбинацию взаимодействий пользовательского интерфейса (UI) и интерфейсов прикладного программирования (API) для интеграции различных корпоративных приложений, таких как приложения ERP, системы клиент / сервер, мэйнфреймы и другие приложения.

RPA автоматизирует повторяющиеся человеческие задачи, имитируя шаги транзакции, традиционно выполняемые людьми, в основном через согласованные взаимодействия пользовательского интерфейса. Он отображает человеческий процесс или задачу на языке программного обеспечения RPA для последующего программного сценария, обычно известного как «робот» или «бот», с выделенной средой выполнения для выполнения сценария с помощью панели управления. Ботов можно разрабатывать путем программирования или с использованием интуитивно понятных графических интерфейсов с низким уровнем кода / без кода, встроенных в программную платформу RPA.

Программные инструменты RPA должны:

- Предоставлять разработчикам возможность создавать сценарии автоматизации;
- Создавать интеграции с корпоративными приложениями, в первую очередь через парсинг пользовательского интерфейса;
- Иметь возможности оркестрации и администрирования, включая настройку, мониторинг и безопасность.

Магический квадрат Gartner посвящен поставщикам программных продуктов RPA (рис. 1). Лидерами рынка RPA эксперты называли компании UiPath, Automation Anywhere, Blue Prism, Microsoft [4].



Рис. 1. Magic Quadrant RPA

При использовании подхода RPA к автоматизации программные роботы выполняют повторяющуюся и малоценную работу, такую как вход в приложения и системы, перемещение файлов и папок, извлечение, копирование и вставка данных, заполнение форм и выполнение рутинных анализов и отчетов. Также возможны следующие когнитивные процессы: интерпретация текста, участие в чатах и разговорах, понимание неструктурированных данных и применение передовых моделей машинного обучения для принятия сложных решений.

Хотя задачи, которые может решить решение RPA, носят базовый характер, результаты очень впечатляющие. Например, TELUS International реализовала крупномасштабную операцию RPA для ведущей телекоммуникационной компании, развернув 50 роботов RPA, которые автоматизируют выставление счетов, обработку отгрузки заказов и многие другие задачи. Боты достигли 90% автоматизации в рамках заданного набора процессов, что привело к экономии 6 миллионов долларов США и 500 000 человеко-часов.

Во всех отраслях компании, стремящиеся повысить эффективность, продуктивность и вовлеченность сотрудников, выиграют от RPA. Как и в приведенном выше примере TELUS International, RPA позволяет агентам контакт-центра, персоналу бэк-офиса и другим сотрудникам сосредоточиться на более сложных транзакциях, что приводит к более высокой вовлеченности и удовлетворенности своей работой.

Кроме того, это значительно улучшает качество обслуживания клиентов, поскольку автоматизация задач приводит к более быстрой обработке с меньшим количеством ошибок. Необходимо отметить, что эти преимущества могут быть реализованы только при вдумчивой реализации RPA, после тщательного анализа существующих процессов.

Дальнейшее развитие RPA-технологий будет смещаться в более сложные области: цифровую трансформацию бизнес-процессов и системы автоматического принятия решений.

#### **Список используемых источников:**

1. Зачем автоматизировать бизнес-процессы: 5 главных причин [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/opinion/avtomatizirovat-biznes-processy/> (дата обращения 10.10.2021)
2. Автоматизация бизнес-процессов на предприятии с помощью Robotic Process Automation [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsessov-na-predpriyatii-s-pomoschyu-robotic-process-automation> (дата обращения 10.10.2021)
3. Время RPA: зачем бизнесу нужны роботы [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/opinion/vremya-rpa/> (дата обращения 10.10.2021)
4. Magic Quadrant for Robotic Process Automation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-26Q65VFT&ct=210706&st=sb> (дата обращения 10.10.2021)

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАФИКА В ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕТЯХ

**В.С. Елагин, Е.Г. Пичугин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Точная идентификация и анализ сетевого трафика является достаточно важным элементом управления и обеспечения безопасности сетей. В литературе имеются множество методов для идентификации сетевых трафиков и в зависимости от типов используемых для идентификации информации точность и полнота предложенных методов различаются.*

### *сетевой трафик, идентификация сетевых трафиков, P2P, методы анализа*

В наше время появились множество, так называемых «P2P». Это привело к значительному увеличению количества пользователей и изменению их поведения. В результате развития «P2P» совместно используемых приложений, социальных сетей, мессенджеров, потоковых видеосервисов, онлайн-игр и т.д., значительно увеличился объем трафика и изменился его характер. Вместе с тем, в Интернете используются множество различных типов протоколов. Во-первых, это трафики, связанные с управлением сети (например, трафик инициализации клиентов, серверный трафик и т.д.), которые генерируются периодически. Во-вторых, это трафики сетевых сервисов, приложений (например, DNS, FTP, запросы WINS, ARP, сеанс NetBIOS, HTTP, P2P, SMTP, POP3, Telnet и т.д.) и протоколов, которые составляют основную часть сетевого трафика. [1] Кроме того, сетевые приложения имеют различные функциональные требования, также большинство приложений используют номера портов TCP или UDP, которые назначены Internet Assigned Numbers Authority. IANA для конкретных сетевых приложений, протоколов и сервисов назначил конкретные номера портов, которые меняются в интервале от 0 до 1023, а также IANA зарегистрированы номера портов, которые меняются в интервале от 1024 до 49151 [2]. Однако у большинства приложений нет номеров портов назначенных IANA, но используются номера портов, выбираемые по умолчанию, и часто эти номера совпадают с номерами портов IANA. В таком случае достаточно сложно обеспечить требуемый уровень безопасности сети и производительности, а также требуемы Quality of Service для приложений и сервисов, так как достаточно часто невозможно идентифицировать сетевые приложения с зарегистрированными или известными портами.

Целью доклада является анализ методов идентификации сетевых трафиков имеющиеся в литературе, чтобы оценить их возможности по идентификации сетевых трафиков.

Современные методы идентификации сетевых потоков делятся на несколько категорий: методы идентификации на основе глубокой инспекции

пакетов (DPI), то есть анализ содержимого пакетов; методы идентификации на основе портов; методы идентификации основанные на анализе характеристик сетевых потоков; методы идентификации, основанные на анализе поведения хостов.

Для идентификации сетевых трафиков традиционно применялись простые методы, основанные на анализе характеристик сетевых трафиков. Как характеристика использовались свойства пакетов, такие как номера портов, IP-адреса отправителей и получателей, типы приложений и протоколов [3]. Однако сегодня идентификация сетевых трафиков на основе номеров портов является малоэффективной. В основном, связано с появлением приложений и сервисов, использующих нестандартные TCP-порты, а также приложений, туннелирующих HTTP. Как результат – некоторые сервисы и приложения невозможно идентифицировать [4].

DPI (Deep Packet Inspection) – технология накопления статистических данных, проверки и фильтрации сетевых пакетов по их содержимому. В отличие от брандмауэров, DPI анализирует не только заголовки пакетов, но и полное содержимое трафика на уровнях модели OSI со второго и выше. Одной из важнейших функций DPI является поддержка управления эффективной загрузкой сети путем ограничения тяжелого трафика, например, файлообменных сетей P2P, потокового видео. Средства DPI позволяют выявлять принадлежность потока пакетов к конкретному приложению, а затем при необходимости блокировать или ограничивать его скорость передачи, прогнозировать уровень загрузки каналов тем или иным трафиком, распределять сетевые ресурсы между разными приложениями, не допускать перегрузок и QoS. Это становится возможным, так как технология DPI обеспечивает полный разбор первых пакетов потока трафика. В дополнение применяются статистические методы слежения за характеристиками потока.

Существует несколько механизмов анализа, на которых базируется технология DPI:

1) Явно заданные правила.

Политика идентификации полностью устанавливается администратором системы. Например, для сбора данных о трафике определенного сервиса необходимо установить фразу-идентификатор в заголовке HTTP.

2) Анализ поведения трафика

Данный метод является наиболее перспективным способом анализа трафика, так как возможно с высокой скоростью обработки и идентификации описать практически любую модель поведения трафика. Также увеличивается возможность идентифицировать приложения с зашифрованной полезной нагрузкой.

Для анализа трафика поведенческим методом необходимо отследить определенный отрезок времени, за который передается трафик, в последствие отслеженный трафик сравнивается с базой и принимается решение. Использование метода анализа поведения совместно с другими способами идентификации в значительной мере увеличивает точность оценки трафика.

3) Сигнатурный анализ.

Проводимый системой анализ структуры пакета и сравнения с уже известными случаями, то есть такой механизм способен однозначно определить к какому приложению или протоколу относится трафик.

При обнаружении соответствия известным протоколам пакет будет передан другим программам.

Так как количество приложений, генерирующий разнообразный трафик увеличивается с каждым днем, базу сигнатур необходимо постоянно обновлять.

#### Заключение

Технология DPI на данный момент является стандартом для средств анализа и идентификации сетевых трафиков и относится к области критически важных технологий необходимых для обеспечения, как сетевой безопасности.

Вследствие этого в последнее время на международном уровне был принят ряд стандартов, требований и рекомендаций по особенностям реализации, внутреннему устройству и набору функций соответствующих средств. Эта технология редко применяется в межсетевых экранах — это скорее область IDS/IPS систем, в качестве исключения. Однако межсетевые экраны, относящиеся к четвёртому поколению могут учитывать данные IDS/IPS систем в процессе анализа.

Операторы и поставщики услуг сталкиваются с постоянными требованиями абонента и появлениями новых трендов в условиях конкуренции. При этом, стало недостаточным основывать тарифные планы на большей пропускной способности на абонента, полученной увеличением производительности. Операторам необходимо полностью перестраивать подход к ценообразованию, основывая тарифный план на основе предоставляемого. Выполнять дифференциацию сервисов и тем самым создавать добавочную стоимость услуг, пользуясь этой возможностью как источником увеличения доходов. Контроль и понимание запросов абонента, предоставляемый DPI-системой, дает возможность провайдерам персонализировать сервисы, в результате чего повышать степень удовлетворенности клиентов (QoE), уменьшать отток абонентов и повышать ARPU (Average revenue per user). Выбор DPI-систем должен быть основан на их открытости и соответствии отраслевым стандартам, проверенных возможностях и реальной производительности.

#### Список используемых источников:

1. Шыхалиев Р.Г. Анализ и классификация сетевого трафика компьютерных сетей, Проблемы Информационных Технологий, №2, с. 15-23, 2010.
2. IANA, <http://www.iana.org/assignments/port-numbers> (August 2005).
3. Gupta and N.McKeown, Algorithms for packet classification, IEEE Network Magazine. vol.15, no.2, pp. 24-32, 2001.
4. Д. Виньяр. Deep Packet inspection: Technology and products. Семинар «DPI технологии: архитектура и опыт», «Петер-Сервис», 3.12.2013
5. Елагин В. С., Зарубин А. А., Онуфриенко А. В. Эффективность DPI-системы для идентификации трафика и обеспечения качества обслуживания ОТТ-сервисов // Научные исследования в космических исследованиях Земли. 2018. № 10(3). С. 40-53.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОНТАКТ-ЦЕНТРАХ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ КОМПАНИЙ

**М.П. Заяц**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Данная статья посвящена эффективности внедрения информационных систем с элементами искусственного интеллекта в контакт-центрах и бизнес-процессах компаний. Рассмотрены способы применения искусственного интеллекта в бизнесе и его применение. Представлено описание, как искусственный интеллект способен изменить работу контакт-центров.*

**искусственный интеллект, бизнес-процессы, контакт-центры, автоматизированные системы, омниканальность**

Использование искусственного интеллекта в бизнесе – одно из направлений, которое активно внедряется в различные сферы компаний. Уже сегодня примерно треть мировых брэндов активно занимается разработкой собственного программного решения из сферы искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект возможно применять для различных бизнес-процессов, обеспечив эффективную работу во всех сферах компании:

- Использование ИИ для сбора, анализа и обработки данных

Применение аналитических инструментов повышает эффективность работы организаций. Технологии ИИ способны выполнять осуществлять сбор и работать со статическими данными, определяя различные факторы, стимулирующие клиентов совершать повторные действия.

- Использование ИИ для улучшения организации бэкенда

Инструменты ИИ полностью изменяют сферу бэкенда. Таким образом, технологии избавляют сотрудников от рутинных и монотонных задач, позволяя сфокусироваться на главном. После обучения сети качество данных может возрасти, а инфраструктура упроститься (рисунок 1).



Рис. 1. – Процесс машинного обучения

- Использование ИИ в сфере маркетинга

Бизнес всегда заинтересован в появлении новых клиентов. Однако не исключен риск привлечения нецелевой аудитории, используя дополнительные траты компаний. Поэтому программные решения с

машинным обучением способны составить «портрет» идеального клиента, а также отыскать его на различных площадках.

- Использование ИИ для повышения уровня качества сервиса

ИИ способен сделать бизнес более клиентоориентированным. Уже сейчас активно используются чат-боты и виртуальные помощники для проведения консультаций и поддержки клиентов. Таким образом, системы ИИ способны предоставить решения по базовым вопросам и обеспечить непрерывную работу с клиентами.

Один из примеров использования автоматизированных систем является контакт-центры. Именно они все чаще взаимодействуют не только по телефону, но и через социальные сети, видеоконференции, веб-чаты. Увеличение штата сотрудников может оказаться недешевым и неэффективным способом, поэтому рассматривается альтернативный путь: внедрение автоматизированных решений с элементами искусственного интеллекта.

Тем самым обеспечивается продуктивное время операторов, сократив предиктивный обзвон, время на набор номера и ожидание ответа клиента, количество операторов, работающих на исходящих вызовах.

Сейчас все больше и больше контакт-центры внедряют различные инструменты, способны быстро анализировать огромные объемы данных и извлекать из них полезную информацию. Ниже будет рассмотрена модель, позволяющая связывать в единую систему различные каналы коммуникации с клиентом, а именно омниканальность.

Главный принцип омниканальности – это комплексный подход, когда фокус с какого-то определенного канала взаимодействия или источника трафика смещается на клиента и пользовательский опыт.

Сегодня спектр возможных вариантов применения искусственного интеллекта в омниканальном обслуживании клиентов достаточно широк, хотя очевидно, что со временем будут появляться и новые направления.

- Чат-боты

Чат-бот — это виртуальный «разумный» собеседник, который может использоваться в различных сценариях вовлечения клиента. Как правило, чат-боты имеют узкую направленность и поддерживают разговор на строго определенную тему. Функционируют на основе скриптов, способны переводить клиентов на взаимодействие с другими системами обслуживания и привлекать оператора. Таким образом, основная задача бота — собрать первичную информацию и передать ее оператору.

- Виртуальный консьерж

Виртуальный консьерж, в отличие от чат-бота, предназначен для индивидуального, персонализированного обслуживания. В некоторых случаях здесь используется принцип «смешанного интеллекта», когда живой оператор дополняет действия ИИ-консьержа. Другими словами, консьерж не решает задачи стандартизированных запросов, а помогает предоставить



индивидуальное обслуживание. Сфера применения консьержа: заказ туристических путевок, поиск уникальных подарков и тому подобное.

- **Виртуальный помощник**

Если консьерж помогает клиенту решать задачи разного уровня сложности, виртуальные помощники с применением ИИ выполняют роль личных консультантов. Они отвечают на те или иные вопросы и исполняют команды. К виртуальным помощникам относятся Siri от Apple, Amazon Echo, Cortana от Microsoft, Google Now. Виртуальные помощники обычно представляют собой целую платформу для различных типов устройств, на которой постепенно разворачиваются все новые и новые сервисы и приложения.

- **Когнитивные вычисления**

В контексте обслуживания клиентов под когнитивными вычислениями мы понимаем симуляцию мыслительного процесса человека, с помощью которой можно в конечном итоге обеспечивать вовлечение клиентов. На основе когнитивных вычислений строятся самообучающиеся системы, которые способны проводить интеллектуальный анализ данных, обработку естественной речи, выявлять зависимости и шаблоны поведения, взаимодействовать с клиентами так, что их сложно отличить от живого оператора.

Таким образом, использование информационных систем с элементами искусственного интеллекта способно полностью изменить структуру бизнеса. Благодаря этому изменится структура бизнес-процессов, которая обеспечит эффективную работу компаний (рисунок 2):



Рис. 2. Применение информационных систем с элементами ИИ в бизнес-процессах

Один из таких примеров использования элементов искусственного интеллекта является контакт-центр.

### **Список используемых источников:**

1. Роль искусственного интеллекта в бизнесе [Электронный ресурс]. URL: <https://www.simbirsoft.com/blog/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-biznese/> (дата обращения: 30.10.2021)
2. Как работает искусственный интеллект в бизнесе [Электронный ресурс]. URL: <https://ratenger.com/hi-tech/ai/iskusstvenniy-intellekt-v-biznese/> (дата обращения: 30.10.2021)
3. Искусственный интеллект в бизнес-процессах [Электронный ресурс]. URL: [https://revolution.allbest.ru/programming/00986815\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/programming/00986815_0.html) (дата обращения: 30.10.2021)
4. В чем сила, бот? Как применяют искусственный интеллект [Электронный ресурс]. URL: [https://www.sberbank.ru/ru/s\\_m\\_business/pro\\_business/iskusstvennyj-intellekt-v-biznese-opyt-rossijskih-kompanij/](https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/iskusstvennyj-intellekt-v-biznese-opyt-rossijskih-kompanij/) (дата обращения: 30.10.2021)
5. Контакт-центры берут искусственный интеллект на вооружение [Электронный ресурс]. URL: [https://www.genesys.com/ru-ru/blog/post/blended\\_ai\\_in\\_contact\\_center](https://www.genesys.com/ru-ru/blog/post/blended_ai_in_contact_center) (дата обращения: 07.11.2021)
6. Контакт-центр будущего: как искусственный интеллект изменит работу операторов [Электронный ресурс]. URL: <https://plantro.ru/news/20171012/kontakt-centr-budushchego-kak-iskusstvennyy-intellekt-izmenit-rabotu-operatorov/> (дата обращения: 07.11.2021)
7. Роль искусственного интеллекта в организации колл центра [Электронный ресурс]. URL: [https://itcrumbs.ru/ii-v-koll-tsentre\\_33299](https://itcrumbs.ru/ii-v-koll-tsentre_33299) (дата обращения: 07.11.2021)
8. Contact Center AI: третий участник в разговоре – это нормально [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/Voximplant/blog/489040/> (дата обращения: 07.11.2021).

## ТЕОРИЯ ХАОСА В УПРАВЛЕНИИ СЕТЬЮ СВЯЗИ

**М.А. Макара, В.Е. Чеботаев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Проведено исследование основных направлений применения теории хаоса. Представлен обзор доступных исследований для различных научных дисциплин. Особое внимание уделено анализу существующих исследовательских работ в области инфокоммуникаций, касающихся непосредственно сетей связи. По карте бизнес-функций оператора связи eTOM (TM Forum Business Framework) определены области, в которых уже начаты разработки с применением теории хаоса. Предложены возможные направления применения теории хаоса в задачах управлению сетью связи.*

*теория хаоса, сеть связи, управление сетью связи*

### **Приложения теории хаоса**

Теория хаоса – это математическая теория, разработанная для описания ряда явлений из области динамики, то есть той области физики, которая касается влияния сил на движение объектов [1]. Создателем теории хаоса считается английский математик Анри Пуанкаре, который в работе «Méthodes Nouvelles de la Mécanique Céleste Vol. III» в 1899 году описывал формирование хаотических сетей пересечением асимптотических кривых неустойчивых периодических орбит [2]. Там он отметил высокую сложность фигуры, поэтому он даже не пытался её нарисовать.

Пуанкаре показал, что некоторые динамические нелинейные системы ведут себя непредсказуемо. Развитие электронно-вычислительной техники в дальнейшем позволило оценить сложность выведенных кривых и применить теорию хаоса к многим научным дисциплинам. Кроме того, дискуссии не ограничиваются группами учёных, обладающих обширными математическими знаниями, а широко обсуждаются в средствах массовой информации с участием журналистов и создателями фильмов, что позволяет широкому кругу аудитории получить общее представление об основных положениях теории.

В медицине теория хаоса нашла своё применение в различных областях: кардиология предполагает использовать теорию хаоса для изучения хаотичных сердечных ритмов и возвращения их в устойчивое состояние, генетика для предотвращения многих наследственных заболеваний, неврология для изучения возможностей мозга, в анатомии и физической антропологии предполагается изучение человеческого скелета и костей для изучения сращения переломов, в эндокринологии для прогнозирования заболеваний и влияния их на человеческий организм, в хирургии в операционных вмешательствах и многих других областях [3], предполагается, что анализ данных может привести к пониманию работы

биологической системы с целью предсказания и предотвращения патологий [4]. Также есть направление исследований в области нейропсихологии, что должно позволить лучше понять связь между физиологией мозга и психологическими явлениями [5].

Предлагаемые методы управления хаотической динамической системой представлены и обсуждаются в экологическом контексте, где прослеживается наличие хаоса в естественных популяциях [6]. В экономике теория хаоса привлекает особое внимание из-за ее способности производить последовательности, характеристики которых напоминают колебания, наблюдаемые на рынке [7].

Большинство систем, которые мы наблюдаем, хаотичны. В хаотической системе малое воздействие на систему позволяет добиться больших результатов. Теория хаоса позволяет предсказывать поведение сложных систем и прогнозировать последствия воздействия на них. Поэтому мы предполагаем, что применение теории хаоса может помочь решить ряд вопросов управления сетью связи.

### **Теория хаоса в управлении сетью связи**

За последнее время было обнаружено совсем немного работ с применением теории хаоса для управления различными аспектами работы сети. Вот некоторые наиболее интересные с точки зрения авторов настоящей работы.

1) В работе [8] была попытка обнаружить DDoS-атаку на сети с помощью теории хаоса. При перегрузке сети паразитным трафиком невозможно передать легитимный трафик. Предложена модель, основанная на теории хаоса, которая позволяет обнаруживать атакующий трафик во время передачи и фильтровать его. Идея состояла в том, чтобы отличить DDoS-трафик (который предположительно является «хаотичным») и легитимный трафик на сети.

В результате был представлен алгоритм, который может предсказывать характер сетевого трафика в динамической системе. С помощью моделирования исследователи доказали, что DDoS-атаки могут быть обнаружены, поскольку они вызывают изменение фазового пространства сети.

2) В статье [9] была произведена попытка краткосрочного прогнозирования и анализа телеком трафика для построения плана развития предприятия. Операторов связи в Китае беспокоят прогнозы спроса на телекоммуникационный трафик, так как результаты прогнозов напрямую влияют на будущее развитие телекоммуникационных предприятий. Однако в телекоммуникационной отрасли прогнозы телекоммуникационного трафика остаются относительно запаздывающим этапом, большинство из которых основывается на исторических данных и опыте определения тенденций трафика.

В данной работе не стояла цель произвести детальный анализ предложенной модели, но было доказано, что она имеет лучший результат прогнозирования.

3) В [10] производился анализ возникновения хаотических явлений в телеком сетях с целью снижения их влияния на пропускную способность сети. Решить проблему перегрузок и потери пакетов невозможно в глобальном масштабе всей сети Интернет, поскольку невозможно реорганизовать всю сеть по техническим и экономическим причинам. Однако на основе анализа можно дать некоторые рекомендации по проектированию и дальнейшей эксплуатации ограниченных по масштабу (даже достаточно крупных) сетей, что позволит минимизировать негативные явления хаотизации.

Предложенный подход позволяет оценить влияние самоподобных процессов на современные компьютерные сети, используя захваченные временные ряды, которые имеют долгосрочную зависимость, и можно предсказать будущее поведение, если есть данные о недавнем прошлом.

4) Прогнозирование нагрузки на контакт-центр с целью расчёта количества операторов [11]. Прогнозирование нагрузки позволяет оптимально рассчитывать ресурсы контакт-центра для повышения качества обслуживания клиентов и минимизации финансовых затрат собственника на дополнительных операторов. В результате доказано, что нагрузка на контакт-центр хаотична и на основе исследования предложен оптимальный метод прогнозирования.

#### **Анализ разработанности теории для задач управления сетями связи**

Для оценки степени проработанности теории для задач управления сетями связи воспользуемся традиционным подходом – проецированием существующих наработок на карту TM Forum Business Framework (eTOM), отражающую все бизнес-функции оператора связи и позволяющую провести оценку степени автоматизации любого оператора связи.

Основываясь на приведённом обзоре можно выделить следующие крупные группировки бизнес-функций на карте eTOM, где применение теории хаоса могло бы быть целесообразным с дальнейшим сравнением с существующими решениями:

1. Управление неисправностями на уровне ресурсов (Resource Trouble Management);
2. Управление производительностью ресурсов (Resource performance management);
3. Управление решением проблем на уровне услуг (Service problem management);
4. Управление данными на уровне предприятия (Enterprise Data Management);
5. Управление взаимодействием с клиентами (Customer Interaction Management);
6. Управление рисками предприятия (Enterprise Risk Management);

7. Стратегия и планирование развития ресурсов (Resource strategy & planning);

8. Управление возможностями инфраструктуры ресурсов (Resource capability delivery).

Использование теории хаоса на настоящий момент не является широко распространенным, однако авторы считают, что у этой теории есть большой потенциал использования в инфокоммуникациях - в направлениях, приведённых в списке, но не ограничиваясь ими.

**Список используемых источников:**

1. Christian Oestreicher. A history of chaos theory // *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2007. №9(3). с. 279-289.

2. George Contopoulos Highlights of chaos research [Электронный ресурс] // the Nonlinear Sciences archive, 2018 URL: <https://arxiv.org/pdf/1807.09492.pdf> (дата обращения: 19.11.2021)

3. Kumar, A. Chaos theory: Impact on and applications in medicine // *Journal of Health and Allied Sciences NU*. 2012. №2(04). с. 93–99.

4. Skinner, J. E., Molnar, M., Vybiral, T., Mitra, M. Application of chaos theory to biology and medicine // *Integrative Physiological and Behavioral Science*. 1992. №27(1). с. 39–53.

5. Ayers, S. The Application of Chaos Theory to Psychology // *Theory & Psychology*. 2007. № 7(3). с. 373–398.

6. Suárez, I. Mastering chaos in ecology // *Ecological Modelling*. 1997. № 117(2-3). с. 305–314.

7. Marisa Faggini, Anna Parziale. The Failure of Economic Theory. Lessons from Chaos Theory // *Modern Economy*. 2012. № 3 (01). с. 1-10.

8. Chonka, A., Singh, J., & Zhou, W. Chaos theory based detection against network mimicking DDoS attacks // *IEEE Communications Letters*. 2009. № 13(9). с. 717–719.

9. Li, F., Xin, Z. H., Li, M., Shen, Z. W. An Empirical Research on Telecommunication Traffic Forecasting Based on Chaos Theory // 2010 International Conference on Management and Service Science, Wuhan, China, 24-26 авг., 2010 г.

10. Karpukhin, A., Kirichenko, L., Gritsiv, D., & Tkachenko, A. Mathematical modelling of infocommunication systems by means of chaos theory methods // 2014 First International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, Kharkov, Ukraine, 14-17 окт., 2014 г.

11. Гольдштейн А.Б., Кисляков С.В., Феноменов М.А. Методы теории хаоса для задач динамического управления контакт-центрами. Труды учебных заведений связи. 2021. №7(2). с. 18-23.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ OSS И IMS ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**А.В. Моисеева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рынок программного обеспечения OSS/BSS демонстрирует постоянный и довольно быстрый рост. Ранее, при закупке систем поддержки своей деятельности, оператор, зачастую, решал обособленные друг от друга задачи, не ставя перед собой цели комплексной автоматизации. Это было обусловлено рядом факторов, в частности незрелостью технологий, высокими затратами, отсутствием единых стандартов, позволяющих проводить быструю интеграцию модулей. В данной статье будут раскрыта предполагаемая модель OSS для работы в сети, основой которой является IMS.*

### *OSS, IMS, IP Multimedia Subsystem, QoS*

IMS - это зонтик, который направлен на интеграцию всех информационных и коммуникационных технологий для новых услуг, которые могут быть реализованы для полного и интегрированного использования существующих коммуникационных услуг [1]. IMS предлагает подход, основанный на стандартах, который обещает действительно обеспечить экономичное строительство и предоставление новых услуг по любой технологии до любого устройства. Необходимость поддерживать регулярную и постоянную разработку, предоставление и обеспечение больших объемов новых услуг и делать это удобно, экономично, творчески и коммерчески является критически важным и останется таковым в обозримом будущем. Одним из наиболее многообещающих направлений в современных телекоммуникациях считается концепция IMS (IP Multimedia Subsystem), которая предлагает оператору связи реализацию неограниченного количества услуг на единой платформе. С другой стороны, значительный интерес у операторов, особенно в сегодняшней экономической ситуации, вызывают системы класса OSS, которые служат для поддержки эксплуатации всех этих услуг и требуемой для них сетевой инфраструктуры. Далее мы обсудим, что получится, если совместно рассмотреть эти два понятия.

В частности, OSS необходимо полностью автоматизировать, чтобы иметь возможность решать эти проблемы с помощью взаимосвязанных функций планирования, выполнения и обеспечения. В противном случае заработать на внедрении IMS просто невозможно. Для эффективного функционирования и решения задач интеграции программных компонентов система OSS/BSS и все входящие в нее приложения должны быть построены на базе единых архитектурных принципов, работать в однородной среде и взаимодействовать с унаследованными системами, применяемыми в компании [2].

С точки зрения операций, между IMS и существующими протоколами есть три ключевых различия: абстракция, распределение и сложность. IMS абстрагирует услуги от базовой сетевой технологии. Потенциально это дает поставщикам услуг большую гибкость для вывода на рынок более широкого спектра слегка дифференцированных услуг, поскольку в услуги можно вносить изменения без соответствующих изменений в сети. Это также позволяет им напрямую обращаться к более четко определенным сегментам рынка, чтобы увеличить свою долю на рынке. Гибкость проистекает из способности создавать различные варианты в среде сервисного типа «подключи и работай». Однако это также означает, что спрос прогнозировать с помощью традиционных средств сложнее. В частности, управление пиками активности становится менее предсказуемым извне. Следовательно, возможность управления качеством обслуживания (QoS) должна быть неотъемлемой частью операционных процессов, а не отдельной дискретной деятельностью.

В рамках IMS клиенты могут заказывать и получать активированные услуги напрямую, обеспечивая практически мгновенное удовлетворение. IMS облегчает клиентам заказ услуги непосредственно на устройстве, на котором она будет использоваться, что способствует увеличению потребления услуг. Однако простота использования для потребителя и для менеджеров по продукту, которые придумывают новые услуги, соответствует возрастающей сложности сети и операций. Процессы управления должны быть встроены в функциональные процессы, а также автоматизированы, чтобы сеть могла обрабатывать все, что на нее попадает практически с любого направления, и делать это «на лету». В частности, поскольку новые возможности на основе IMS основаны на программном обеспечении, контроль версий становится проблемой. Комбинаторный взрыв версий требует взаимодействия, чтобы сервисами можно было управлять в соответствии с несколькими политиками и доставлять их на несколько устройств.

В сетевой архитектуре следующего поколения операторы должны иметь возможность управлять услугами и приложениями, которые они предоставляют, а также базовой сетью, которая поддерживает эти услуги. Управление политиками - это фундаментальная возможность, которая позволяет операторам управлять ресурсами в своей IP-сети и обеспечивает жесткие гарантии производительности для таких услуг, как VoIP и IPTV. Управление политиками должно поддерживаться BSS / OSS, чтобы политики можно было создавать и управлять ими на протяжении всего их жизненного цикла - от создания услуг до выполнения и активации услуг. Предоставление услуг нового поколения делает возможность управления устройством конечного пользователя все более важной. По мере роста числа и сложности этих устройств возникает необходимость интегрировать решение для управления в OSS. Как стало известно в отрасли, протоколы для поддержки управления устройствами не согласуются между определениями архитектур



следующего поколения. Даже в пределах одной отрасли могут быть региональные различия.

Включение услуг становится более продуктивным, когда перечень устройств, неприкладное программное обеспечение (например, операционная система) и приложения, которые оно может поддерживать, собраны в одном месте. Например, активация службы может стать менее подверженной сбоям, если возможности конечного устройства распознаются на более раннем этапе жизненного цикла выполнения услуги.

В процессе выполнения услуг, каждая из них должна быть связана с определенной политикой в точке выполнения. Между политикой и услугами существует неявная связь, и OSS требуется, чтобы эта связь была явной во время инициализации.

Это также имеет значение для разработки политики. Для IP-сети политика может быть связана с двумя точками QoS в одной службе (A и Z), но не может быть назначена для всей сети. В краткосрочной перспективе реалистичным вариантом является управление пропускной способностью сетей доступа и избыточное выделение ресурсов ядра. Однако это приводит к более высоким капитальным затратам, чем это необходимо, что будет неприемлемо с учетом услуг с низкой или снижающейся прибылью.

В конечном итоге OSS необходимо взять на себя «восходящую» роль, чтобы убедиться, что в точке предоставления доступен правильный тип IP-сети, совместимый с заказываемой услугой. Планирование в рамках операций должно взять на себя большую роль и большую ответственность, и, что особенно важно, план и проектирование сети должны осуществляться соразмерно с дизайном услуг.

Если пойти дальше в процессе обеспечения, то разнообразие устройств, таких как телефоны, телевизионные приставки и различные разновидности, означает, что должна существовать связь между возможностями устройства (например, разрешением экрана) и качеством обслуживания QoS. От всем известного QoS осуществляется переход к QoE (quality of experience), общей оценке качества предоставляемой услуги, с точки зрения пользователя. Для системы OSS все это выливается в необходимость создания крайне сложных аналитических алгоритмов обработки данных, получаемых от систем мониторинга, управления элементами, систем, взаимодействующих с клиентами, для оценки качества предоставления конечных услуг [3]. Решения OSS состоят из различных компонентов, взаимоувязанных в единую интегрированную систему, назначением которой является обеспечение эффективного выполнения бизнес-процессов компании связи [4]. OSS необходимо управлять этой связью. Более того, это необходимо для того, чтобы устройство могло одновременно запускать несколько политик и служб.

Например, такая услуга, как загрузка видео, может иметь политику присвоения всей полосы пропускания на время ее существования. Что должно делать управление политиками, если подписчик получает

телефонный звонок во время загрузки? Некоторые утверждают, что входящий звонок, обнаружив, что «пропускная способность недоступна», должен побуждать абонента покупать дополнительную пропускную способность для поддержки телефонного звонка, чтобы абонент мог принять звонок и продолжить загрузку одновременно, хотя и за дополнительную плату. Чтобы было ясно, это как раз та ситуация, которая возникает, когда политики для разных служб выполняются изолированно. Подписчики вряд ли согласятся, что такой подход имеет смысл. Фактически, поставщики, вероятно, обнаружат, что им необходимо управлять динамическими политиками, чтобы совместимость между несколькими службами могла поддерживаться как внутри, так и вне службы. OSS может играть роль в управлении совместимостью политик, обеспечивая взаимодействие служб на уровне подписчика, экземпляра службы и устройства.

IMS предоставляет поставщикам услуг новые возможности, позволяя им создавать новые инновационные услуги, которые клиентам будет легко заказывать и запускать. Однако оперативность и простота использования для клиентов достигаются ценой большой сложности в управлении сетью. Следовательно, способность операций поддерживать такие процессы, как планирование, выполнение и заверение, становится наиболее важной. Операции должны быть более эффективными и автоматизированными, чтобы соответствовать реалиям как стоимости, так и объема новых услуг в рамках IMS. Операции должны соответствовать новым требованиям, в частности, для поддержки управления услугами, политиками и устройствами. Таким образом можно прийти к выводу, что IMS требует взаимосвязи между операциями. Для существующих сетей старый силосный подход может быть неоптимальным. В IMS это просто невозможно

#### **Список используемых источников**

1. Vision of Best Practices for IMS Implementation / Source Title: Handbook of Research on Interactive Information Quality in Expanding Social Network Communications Copyright: © 2015 |Pages: 16
2. «Технологическая эволюция: эпоха сетей NGN и движение к IMS». Анализ основных трендов развития телекоммуникационного рынка [Электронный ресурс]. URL: [https://argustelecom.ru/files/Stat'i/OSS\\_dlya\\_IMS.pdf](https://argustelecom.ru/files/Stat'i/OSS_dlya_IMS.pdf) ( дата обращения 15.11.2021)
3. Эксплуатация сетей связи: эволюция стандартизации систем OSS/BSS и применение карты ТАМ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.connectwit.ru/ekspluatatsiya-setej-svyazi-evolyutsiya-standartizatsii-sistem-oss-bss-i-primenenie-kartytam.html> (дата обращения 25.11.2021)
4. Современные подходы к автоматизации бизнес-процессов операторов связи : учебное пособие / А. Б. Гольдштейн, С. В. Кисляков ; СПбГУТ. – СПб., 2020. – 84 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ МОБИЛЬНЫХ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СЕТЯХ 5G

**Е.В. Чипсанова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время пользователи ИТ-услуг все чаще нуждаются в быстрой обработке информации. В связи с этим имеет смысл использовать концепцию граничных вычислений, приближающую вычислительные функции ближе к пользователю с целью обеспечения более масштабируемой производительности, снижения сетевой нагрузки и ускорения передачи данных. Для решения подобной задачи существует технология MEC.*

### ***MEC, мобильные сети, 5G***

В настоящее время конечным пользователям, также известным как подписчики, требуются специализированные, а также сервисно-ориентированные услуги, в то же время поставщики услуг хотят знать информацию о конечных пользователях.

Технология MEC является ключевой технологией, которая позволяет доставить сервисно-ориентированные возможности до границы сети.

MEC несет очень важную функцию при разворачивании 5G сети, а также экосистемы 5G услуг. Он меняет центричную архитектуру сети и бизнес-модель. MEC обеспечивает гарантию SLA, что является важным для коммерциализации 5G. Эта технология позволяет разместить в нужной точке сети приложения, чувствительные к параметрам работы сети.

Идея технологии мобильных граничных вычислений заключается в переносе облачных вычислений на границу сотовой сети в сети радиодоступа (RAN) в одном хопе от пользовательского оборудования.

Стандартизацией технологии MEC занимается европейский институт стандартизации электросвязи ETSI.

С помощью переноса вычислительных ресурсов на границу сети радиодоступа можно получить:

- разгрузку базовой сети – все вычислительные операции будут проводиться на границе сотовой сети;
- близость – расположение в одном хопе от пользовательского оборудования;
- малые задержки;
- высокую пропускную способность.

Также, благодаря MEC есть возможность воздействовать на радиосети и данные в режиме реального времени. Это может означать повышение гибкости и надежности для конечного пользователя: сервисы смогут реагировать на информацию от пользователя гораздо быстрее.

Необходимо обеспечивать выполнение таких требований приложений, как энергоэффективность, гарантию полосы пропускания и услуги в реальном времени.

Обеспечение требуемого QoS при наличии мобильности узлов и динамической и неоднородной сетевой среды - сложная задача, требующая инновационных стратегий управления ресурсами и протоколов адаптивной маршрутизации. Такие протоколы должны снижать потребление энергии либо с помощью многозвенной связи, либо с помощью механизма управления мощностью передачи, если это не приводит к срыву задач в срок, или отправлять данные по нескольким маршрутам, когда сеть становится нестабильной.

Кроме того, система управления ресурсами должна активно взаимодействовать с уровнем маршрутизации для принятия эффективных решений. В существующих подходах нет взаимодействия между уровнем маршрутизации и системой управления ресурсами.

Таким образом, (МЕС) – это часть граничных вычислений, которая использует потенциал ИТ-услуг и облачных вычислений, приближая их к границе сети. Граница сети может хранить, обрабатывать и исследовать данные, а не передавать все данные в облако для обработки традиционными методами. После обработки информации на границе сети, полученные данные помогают в обеспечении производительности в реальном времени, в частности, для приложений с высокой пропускной способностью.

Использование МЕС отлично впишется в различные сферы жизни человека:

- Телекоммуникации;
- Медицина;
- Автомобили;
- Воздушный транспорт.

Если говорить об архитектуре, сервер МЕС в основном располагается между базовой станцией (base station) и базовой сетью (core network). Для некоторого трафика, который необходимо загрузить, этот сервер может являться конечной точкой, где трафик хранится и вычисляется. Соответственно, такой сервер может использоваться для хранения и вычисления в реальном времени. Также данный сервер может использоваться для разгрузки трафика.

МЕС серверы можно предоставлять для развертывания новых и локальных сервисов.

Сервер МЕС может располагаться не только как часть сети радиодоступа (RAN), но и как часть базовой сети, например, между шлюзом PDN и другой сетью.

Нахождение сервера может оказывать огромное влияние на процедуры базовой сети, такие как:

- Управление мобильностью;
- Управление сеансами;

- Безопасность;
- Начисление платы.

Поэтому важно поддерживать и сохранять баланс между характеристиками используемого оборудования и расположением технологии MEC на сети 5G.

Таким образом, можно сделать вывод, что при развитии сотовых сетей MEC будет положительно влиять на технологии передачи данных и экономику телекоммуникационной отрасли.

**Список используемых источников:**

1. Mobile Edge Cloud: Opportunities and Challenges: [Электронный ресурс] // ArXiv [Официальный сайт], - <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1811/1811.01929.pdf>
2. Что такое граничные вычисления с множественным доступом: [Электронный ресурс] // Juniper Networks [Официальный сайт], - <https://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-multi-access-edge-computing.html>
3. Huawei MEC Summit 2020: перспективы внедрения MEC на сетях 5G в России: [Электронный ресурс] // Huawei [Официальный сайт], - <https://huawei.ru/news/huawei-mec-summit-2020-perspektivy-vnedreniya-mes-na-setyakh-5g-v-rossii/>
4. The Rise of Multi-Access Edge Computing (MEC): [Электронный ресурс] // Intel [Официальный сайт], - <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/communications/rise-of-multi-access-edge-computing-paper.html>
5. Периферийные вычисления, Граничные вычисления, Edge computing: [Электронный ресурс] // TADVISER [Официальный сайт], - [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5\\_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\\_\(Edge\\_computing\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_(Edge_computing))

## ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛОСКОСТИ ДАННЫХ P4. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

**А.А. Ямова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Программируемая плоскость данных позволяет пользователям определять свои собственные алгоритмы поведения плоскости для сетевых устройств включая соответствующие API, которые могут использоваться для пользовательского управления программно-конфигурируемой сетью (SDN). Это обеспечивает большую гибкость при настройке сети (например, в сетях 5G, центрах обработки данных или для быстрого прототипирования в промышленных и академических исследованиях. Независимый от протоколов программируемый пакетный процессор (P4) стал в настоящее время наиболее распространенной абстракцией, языком программирования и концепцией программирования на уровне данных. Он разрабатывается и стандартизируется ONF (Open Network Foundation). В данной статье подробно рассматриваются преимущества технологии P4 над классическими решениями в сетях SDN, а также перспективы развития данного проекта.*

### ***P4, SDN, OpenFlow***

В своё время сети SDN были представлены как решение многих проблем, с которыми сталкиваются классические телекоммуникационные сети. Главным принципом программно-конфигурируемых сетей является разделение плоскостей управления данными и пересылки данных, что позволило каждой из них развиваться независимо. Также стоит отметить, что одна плоскость управления может контролировать несколько плоскостей пересылки, что обеспечивает консолидированный обзор всей сети.

Протокол OpenFlow служит в сетях SDN для обеспечения связи между этими двумя плоскостями. За все время его существования он модернизировался. Появлялись новые поля, функции, таблицы и т. д. Быстрый прогресс неожиданно стал проблемой, ведь для использования каждой новой версии производители должны были менять свои устройства, чтобы соответствовать требованиям. Это привело к более медленным циклам обновления, при этом многие поставщики оставались на старых версиях протокола в течение длительных периодов времени.

В 2014 году был представлен язык программирования P4. Программируемый независимый от протокола пакетный процессор (P4) — это новый специфичный для предметной области язык, который повышает уровень абстракции для программирования сети и призван служить интерфейсом между контроллером и сетевыми устройствами. В дизайне P4 преследует три основные цели:

- **Перенастраиваемость:** возможность переопределения синтаксического анализа и обработки пакетов после развертывания коммутаторов;
- **Независимость от протокола:** возможность определять новые заголовки с новыми полями, с определенными именами и типами, чтобы процессы обработки пакетов можно было определять с помощью таблиц и действий соответствия;
- **Целевая независимость:** Программа, написанная на P4, является аппаратно независимым описанием. Она может быть скомпилирована для большого количества разных типов исполнительных машин. Эти различные типы машин называются целями P4. Для них требуются специальные компиляторы, которые могут преобразовывать аппаратно зависимые двоичные файлы в модели целевого коммутатора. Скомпилированные модели могут запускаться на определенных устройствах, из этих аппаратно независимых команд (подробнее на рис. 1).

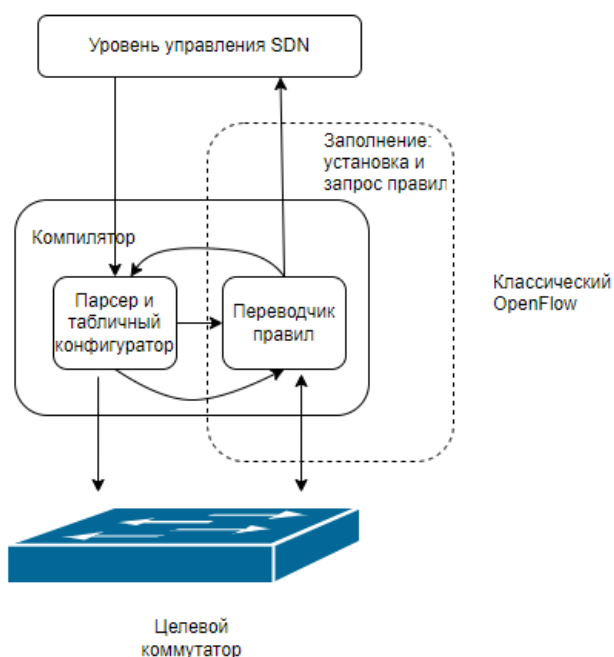


Рис.1 – Положение P4 в сетях SDN

Модель пересылки P4 аналогична OpenFlow. Входящие пакеты сначала анализируются, как это определено в конфигурации. Как входная, так и выходная обработка состоят из набора “совпадение+действие”, которые выполняются разными таблицами, и проанализированных полей заголовка. P4 также дает возможность хранить дополнительную информацию между этапами в полях, называемых метаданными.

P4 обеспечивает независимость от протокола, которая, в отличие от OpenFlow допускает создание полей заголовков по мере необходимости. Это позволяет конечным пользователям создавать собственные протоколы и

алгоритмы без участия производителя, что ведёт к полному контролю над их интеллектуальной собственностью.

OpenFlow уступает P4 в производительности и настройке. Преобладающим аргументом в пользу использования P4 является возможность развертывания только требуемой функциональности и, таким образом, увеличения пропускной способности за счет удаления избыточных функций, которые могут снизить производительность обработки пакетов.

P4 имеет перспективы развития в различных сферах телекоммуникаций.

1. Мониторинг сети. Для обеспечения безопасности сети необходим эффективный механизм сбора сетевой статистики для устранения неполадок и обнаружения атакующего трафика. SDN обеспечивает гибкий механизм мониторинга сети, поскольку логически централизованный контроллер SDN поддерживает глобальное представление о сети. Контроллер отправляет запрос статистики потока коммутаторам SDN через определенные промежутки времени для сбора сетевой информации. Однако это увеличивает потребление полосы пропускания канала связи плоскости управления данными, что может вызвать снижение производительности сети. Чтобы решить эту проблему, P4 позволяет осуществлять мониторинг сетевого трафика на программируемых коммутаторах, что значительно снижает накладные расходы на передачу данных без необходимости какой-либо дополнительной аппаратной поддержки.

2. Обнаружение DDoS атак. Архитектура сетей SDN также страдает от DDoS-атак, как и любая другая. Это происходит из-за отсутствия интеллекта в плоскости данных. Программируемость плоскости данных стала перспективным решением, поскольку она позволяет устройствам пересылки запускать алгоритмы обнаружения DDoS и выполнять мониторинг сетевого трафика со скоростью линии.

3. Балансировка нагрузки. В современных центрах обработки данных балансировка нагрузки обычно реализуется на программных серверах. Программные балансировщики нагрузки отвечают за сопоставление соединения с одним и тем же сервером, даже если пул IP изменяется или нагрузка распределяется по-разному между серверами. Однако для этого требуются тысячи серверов или 3,75 % от размера центра обработки данных. Более того, это привело к высокой задержке и джиттеру. Одним из решений описанной проблемы является HULA (Архитектуру балансировки нагрузки с учетом использования каждого перехода), написанная на языке P4 для реализации масштабируемой балансировки нагрузки программируемых коммутаторов. Этот алгоритм использует специальные зондирующие пакеты для получения информации об использовании канала из сети. Тем не менее, этот метод работает при выборе наилучшего пути, что позволяет легко определить оптимальный путь. Кроме того, HULA использовала зондирующие пакеты для получения информации о перегрузке, которая потребляет пропускную способность канала и снижает производительность всей сети.



4. Агрегирование и дезагрегирование пакетов. Агрегация пакетов — это эффективный метод отправки небольших пакетов в сети. В связи с быстрым развитием интернета вещей (IoT) прогнозируется, что большое количество устройств будет развернуто в различных средах для различных приложений. Например, интеллектуальный учет воды/электричества/газа, при котором большое количество интеллектуальных счетчиков отправляют отчеты об использовании в центральный офис для выставления счетов и цели энергосбережения. Отчеты об использовании, отправляемые в центральный офис, короткие, что делает большинство пакетов интернета вещей очень маленькими по размеру. Однако заголовки описанных пакетов потребляют большой процент пропускной способности сети. Агрегация пакетов снижает значительное потребление пропускной способности за счет использования одного и того же заголовка для нескольких агрегированных пакетов. Данный алгоритм можно описать с использованием языка P4. Полезная нагрузка пакета интернета вещей представляется как заголовок, поскольку коммутаторы с поддержкой P4 могут манипулировать заголовком пакетов. После сохранения полезной нагрузки N входных пакетов в регистре, рассматривается полезная нагрузка как поля заголовка, чтобы создать агрегированную полезную нагрузку и передать ее второму коммутатору. Второй коммутатор выполняет дезагрегирование большого пакета. При таком подходе необходимо помечать пакеты интернета вещей специальным типом флага. Когда коммутатор P4 получает пакет интернета вещей, анализатор в коммутаторе извлекает заголовки из пакета и проверяет тип флага. Если тип флага указывает, что пакет является пакетом интернета вещей, он агрегируется в соответствии с процессом агрегирования пакетов.

Несмотря на растущий интерес к программируемости плоскости данных, ее широкое использование зависит от достижений в ряде вопросов, таких как безопасность плоскости данных, доступность программируемых коммутаторов P4 и стоимость миграции, проблемы проектирования P4, скорость обработки пакетов и реализация сетевых функций с отслеживанием состояния.

#### **Список используемых источников:**

1. p4.org. P4 latest specification (2021). [Электронный ресурс] \ URL: <https://p4.org/p4-spec/docs/P4-16-v1.2.2.html>
2. Paul Zanna, Pj Radcliff, Karina Gomez Chavez, " A Method for Comparing OpenFlow and P4", 29th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC) 2019.
3. Péter Vörös, Attila Kiss, "Security Middleware Programming Using P4", Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trust, страницы 277-28, 2016.
4. Sukhveer Kaur, Krishan Kumar, Naveen Aggarwal, "A review on P4-Programmable data planes: Architecture, research efforts, and future directions", Computer Communications Volume 170, 15 March 2021, Pages 109-129, 2021.

**Секция 2.4.  
Оптоэлектронные технологии (фотоника) в  
инфокоммуникациях**

## КОМБИНИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ФАНТОМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ю.А. Адам, Б.А. Наседкин, А.В. Черных  
Университет ИТМО

*В настоящее время техника фантомных изображений является перспективной для использования в различных системах визуализации и оптическом шифровании. Однако, скорость восстановления изображения по-прежнему остается серьезной проблемой для широкого практического применения данной технологии. В качестве решения был предложен алгоритм бегущей строки, который позволил значительно снизить количество итераций. Тем не менее у этого метода есть серьезные ограничения на форму объектов. В данной статье представлена новая техника, которая объединяет алгоритм бегущей строки и традиционный метод фантомных изображений на псевдотеплом источнике.*

***фантомные изображения, алгоритм бегущей строки, спекл-картина, корреляционная функция***

Фантомное изображение (ФИ) – это особый метод визуализации, при котором информация о неизвестном объекте извлекается из функции корреляции флуктуаций интенсивности двух детекторов. В классическом псевдотеплом ФИ [1] лазерное излучение направляется на рассеивающую структуру, образуя спекл-поле, которое позже расходится на светоделителе на два плеча. Первое, зондирующее плечо, содержит сам исследуемый объект и собирающий детектор, который регистрирует только общую интенсивность прошедшего света. Второе, воспроизводящее плечо, содержит матричный детектор (например, обычную ССД-камеру) и регистрирует часть спекл-поля, которая никогда не взаимодействовала с объектом. Наконец, путем сопоставления измеренных интенсивностей от собирающего и матричного детектора восстанавливается изображение объекта. Главным преимуществом фантомных изображений является их сильная помехоустойчивость, что находит свое применение в таких областях, как спектроскопия [2], оптическое шифрование [3], технология лидара [4], томография [5] и медицина [6].

Вычислительные ФИ (ВФИ) [7] очень похожи на классические, но вместо диффузной структуры и светоделителя используется пространственный модулятор света (*SLM – spatial light modulator*), позволяющий создавать «структурированное» спекл-поле и рассчитывать распределение интенсивности в воспроизводящем плече на компьютере, что значительно упрощает оптическую схему. Как уже было упомянуто ранее, основная проблема техники ФИ с использованием спекл-полей заключается в медленной скорости восстановления изображения, другими словами, необходимости большого числа итераций данного метода. В качестве

решения данной проблемы был предложен алгоритм бегущей строки [8], который позволил уменьшить количество итераций до разрешения конечного изображения. Этот метод был назван быстрыми ВФИ (БВФИ). Суть этого метода заключается в том, что вместо использования спекл-поля на SLM происходит формирование постепенно чередующихся строк и столбцов. Изображение в этом случае формируется из независимых фантомных изображений для строк и столбцов путем перемножения их вертикальных и горизонтальных срезов соответственно. Главным недостатком данного метода, что показано в данной работе, является сильная зависимость качества восстановленного изображения от его формы, что сильно ограничивает использования данной методики на практике. С целью увеличения скорости восстановления изображения и преодоления ограничений техники БВФИ, авторы данной статьи предлагают новый алгоритм, который объединяет методы, использующие бегущие строки и столбцы со спекл-полем. Данный алгоритм был назван комбинированным ВФИ (КВФИ).

Предлагаемый алгоритм начинается с метода БВФИ с восстановления изображений независимо для строк  $G_R$  и столбцов  $G_C$  с помощью функции корреляции флуктуации интенсивностей

$$G(x, y) = \langle B \cdot I(x, y) \rangle - \langle B \rangle \cdot \langle I(x, y) \rangle, \quad (1)$$

где  $B$  – интенсивность собирающего детектора,  $I(x, y)$  – пространственное распределение интенсивностей в плоскости объекта (в данном случае бегущие строки и столбцы или спекл-поле для другого метода),  $\langle \rangle$  – усреднение по  $N$  реализациям,  $N$  – число реализаций. В представленной модели интенсивность собирающего детектора рассчитывалась путем перемножения маски объекта  $T(x, y)$  с пространственным распределением интенсивностей. Далее из полученных изображений бегущих строк и столбцов выбирались вертикальные  $G_R^{(v)}$  и горизонтальные  $G_C^{(g)}$  срезы соответственно

$$G_R^{(v)}(x, 1) = G_R(x, j), \quad j \in [1, y],$$

$$G_C^{(g)}(1, y) = G_C(i, y), \quad i \in [1, x].$$

Заключительное изображение по методу БВФИ восстанавливалось путем перемножения рассчитанных срезов

$$G^{(БВФИ)}(x, y) = G_R^{(v)}(x, 1) \cdot G_C^{(g)}(1, y).$$

Следующий шаг заключается в восстановлении изображения по методу ВФИ по формуле (1), однако вместо бегущих строк и столбцов используется спекл-поле. Заключительным шагом является восстановления изображения по методу КВФИ, когда полученные прежде изображения других методов складываются в различных пропорциях

$$G^{(КВФИ)} = G^{(ВФИ)} + \alpha \cdot G^{(БВФИ)},$$

где  $\alpha \in [0, 1]$  – нормировочный коэффициент.

Для сравнения изображений, полученных разными методами, использовались параметры соотношения сигнал-шум ( $SNR$  – *signal-to-noise ratio*) и контрастности ( $C$ ), которые были рассчитаны по формулам (2) и (3) соответственно

$$SNR = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{A_o}{A_b} \right), \quad (2)$$

$$C = \frac{\langle I_o \rangle - \langle I_b \rangle}{\langle I_o \rangle}, \quad (3)$$

где  $A_{o,b}$  – среднеквадратичная и  $\langle I_{o,b} \rangle$  – средняя интенсивность объекта и фона соответственно.

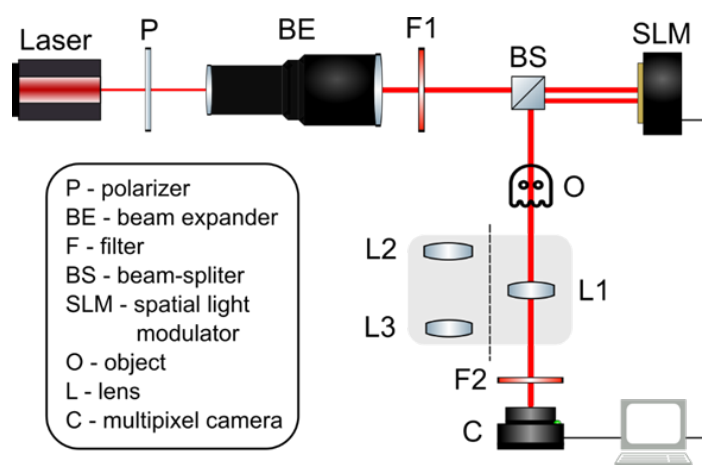


Рис. 1. Оптическая схема экспериментальной установки, где П – поляризатор, РП – расширитель пучка (или телескопическая система), Ф – фильтр, СД – светоделитель, О – объект, Л – линза, К – камера

Для подтверждения результатов разработанной модели метода КВФИ была собрана экспериментальная установка, оптическая схема которой представлена на Рис. 1. В качестве источника использовался *He-Ne* лазер с длиной волны 633 нм, излучение от которого направлялось на расширитель пучка (телескопическая система) для увеличения поперечной площади излучения. Далее, пройдя через светоделитель, лазерный луч попадал на *SLM* (*HOLOEYE, LETO-3*) с разрешением 1080 на 1920 пикселей и размером пикселя 6,4 на 6,4 мкм, где испытывал фазовую модуляцию. Соответствующие фазовые маски были получены с использованием алгоритма Гершберга – Сакстона [9] из заранее созданных масок пространственного распределения интенсивности, использованных в математической модели. После *SLM* луч снова направлялся на светоделитель, затем на объект и, наконец, на систему регистрации. В плоскости регистрации вместо собирающего детектора использовалась многопиксельная камера (*EVS, VAC-136*), а также система из двух линз для контроля получаемой в плоскости объекта пространственного распределения интенсивности. В этом случае на постобработке использовалась только общая интенсивность на камере, которая рассчитывалась путем суммы

значений каждого пикселя. Также было возможно напрямую сфокусировать световое излучение в плоскость камеры для имитации собирающего детектора. Алгоритм постобработки в точности воспроизводит ранее рассмотренную математическую модель, только теперь интенсивность виртуального собирающего детектора заменена общей интенсивностью используемой камеры.

В качестве объекта были использованы заглавные буквы аббревиатуры нашего университета, суммарный размер области которых составлял 5 мм на 5 мм. Их восстановленные изображения представлены на Рис. 2. Как упоминалось ранее, метод БВФИ имеет строгие ограничения на форму объекта и в большинстве случаев восстанавливает искаженное изображение. Так, объекты непрямоугольной формы восстанавливаются не полностью или имеют сильные искажения. Изображения, полученные с использованием метода ВФИ, где количество итераций составляло 1000, восстановлены полностью, но они имеют довольно высокий уровень фоновых шумов и не могут быть восстановлены за меньшее число итераций. Таким образом, предложенная методика КВФИ объединила преимущества перечисленных выше методов и снизила их негативное влияние на процесс восстановления изображения. С одной стороны, КВФИ смогли полностью восстановить все формы объектов, в отличие от техники БВФИ, а с другой стороны, уровень шума оказался ниже по сравнению с ВФИ.

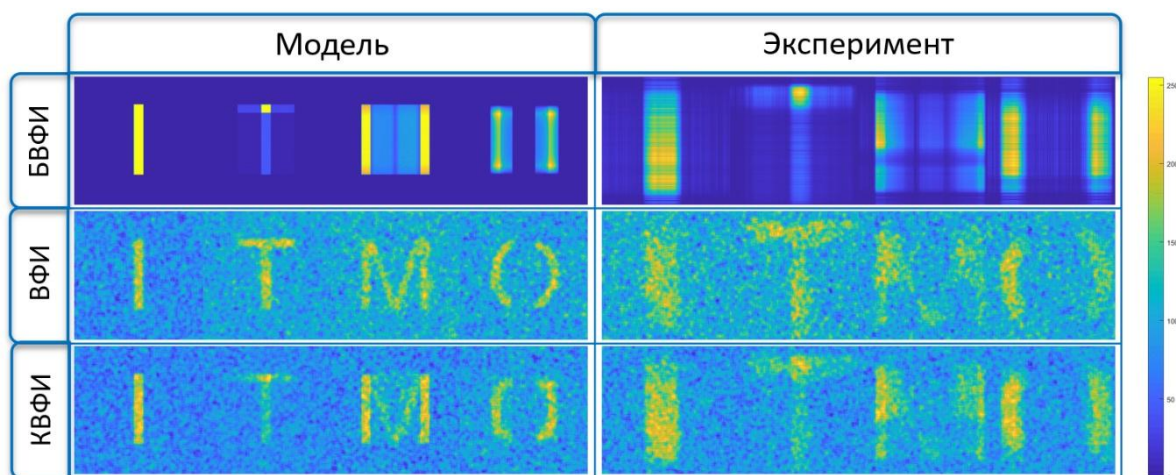


Рис. 2. Восстановленные изображение букв *I*, *T*, *M* и *O* техниками БВФИ, ВФИ и КВФИ с помощью математической модели и экспериментальной реализации

Также была исследована зависимость  $SNR$  и контрастности для методов ВФИ и КВФИ в зависимости от количества итераций. Полученные результаты представлены на Рис. 3. Таким образом, можно увидеть, что разница в  $SNR$  для двух методов остается практически неизменной, при этом КВФИ превышают ВФИ в 1,5 раза, тогда как разница в контрастности уменьшается с 0,4 до 0,1 с увеличением числа итераций. Из этого можно сделать вывод, что предложенный метод наиболее эффективен при небольшом количестве итераций.

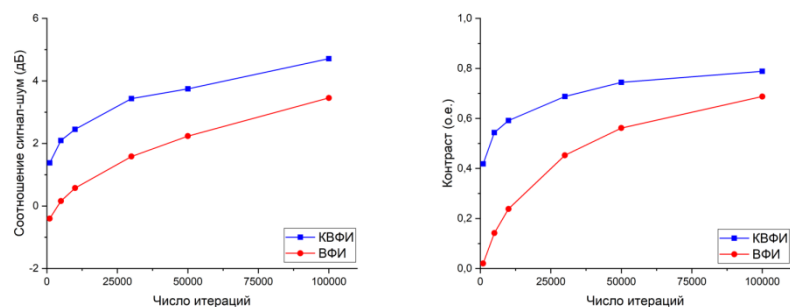


Рис. 3. Зависимость  $SNR$  и контрастности от числа итераций для буквы  $O$  при КВФИ и ВФИ

В заключение, в данной статье была представлена новая техника ФИ, которая сочетает в себе алгоритм бегущей строки и спекл-поля. Полученные с его помощью изображения превосходят классический ФИ по скорости восстановления, но наибольший эффект достигается при небольшом количестве итераций.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания (Паспорт No 2019-0903).

#### Список используемых источников:

1. Gatti A. et al. Correlated imaging, quantum and classical //Physical Review A. – 2004. – Т. 70. – №. 1. – С. 013802.
2. Janassek P., Blumenstein S., Elsässer W. Ghost spectroscopy with classical thermal light emitted by a superluminescent diode //Physical Review Applied. – 2018. – Т. 9. – №. 2. – С. 021001.
3. Clemente P. et al. Optical encryption based on computational ghost imaging //Optics letters. – 2010. – Т. 35. – №. 14. – С. 2391-2393.
4. Gong W. et al. Three-dimensional ghost imaging lidar via sparsity constraint //Scientific reports. – 2016. – Т. 6. – №. 1. – С. 1-6.
5. Kingston A. M. et al. Ghost tomography //Optica. – 2018. – Т. 5. – №. 12. – С. 1516-1520.
6. Zhang A. X. et al. Tabletop x-ray ghost imaging with ultra-low radiation //Optica. – 2018. – Т. 5. – №. 4. – С. 374-377.
7. Bromberg Y., Katz O., Silberberg Y. Ghost imaging with a single detector //Physical Review A. – 2009. – Т. 79. – №. 5. – С. 053840.
8. Rajabi-Ghaleh S. et al. Ultra-fast vivid computational ghost imaging of still and moving objects by sweeping random patterns //Journal of Optics. – 2020. – Т. 22. – №. 9. – С. 095701.
9. Gerchberg R. W. A practical algorithm for the determination of phase from image and diffraction plane pictures //Optik. – 1972. – Т. 35. – С. 237-246.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ В ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА.

**Е.И. Андреева, А.А. Ермолаев, Ю.Е. Кривенко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Развитие технологий спектрального уплотнения обуславливает необходимость создания элементной базы таких систем с заданными параметрами. В особенности, для корректного использования методов спектрального уплотнения в широком диапазоне длин волн необходимо контролировать параметры этой системы с помощью широкополосного источника. Использование нелинейных эффектов в волоконном световоде позволяет получить такие источники, работающие не только в третьем окне прозрачности, но и за его пределами.*

### **волоконный световод, нелинейные эффекты, модуляционная неустойчивость**

В настоящее время нелинейные эффекты активно используются в ВОЛС не только для реализации нелинейных – солитонных – режимов передачи символьных импульсов, но и для создания источников для DWDM-систем, в том числе и для тестирования их компонентов. Условно можно выделить два направления в области разработки таких устройств: создание перестраиваемых по частоте (по несущей длине волны) источников и широкополосных источников белого света. Во втором случае используются источники белого света, основанные на суперлюминесценции, а также на базе активных (эрбиевых) волокон.

Возможность создания источника широкополосного излучения, за счет использования нелинейных эффектов в волоконных световодах, привлекает все более пристальное внимание в связи с широким использованием систем со спектральным уплотнением. Преимущества этих систем и в широте охвата частотного диапазона, в простоте и доступности исполнения.

При наличии нелинейной фазовой самомодуляции возникает явление модуляционной неустойчивости. Во многих нелинейных системах стационарное волновое состояние оказывается неустойчивым. Совместное действие нелинейных и дисперсионных эффектов можно изучать, решая основное уравнение распространения.

Уравнение распространения в случае, когда можно пренебречь потерями, имеет вид [1]:

$$i \frac{\partial A}{\partial z} = \frac{1}{2} \beta_2 \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} - \gamma |A|^2 A, \quad (1)$$

где,  $A(z,t)$  – амплитуда огибающей волнового пакета,  $\beta_2$  – величина дисперсии групповых скоростей,  $\gamma$  – параметр нелинейности при фазовой самомодуляции. В случае непрерывного излучения амплитуда  $A$  в начале



световода ( $z = 0$ ) не зависит от  $T$ . Предполагая, что функция  $A(z, t)$  продолжает оставаться независимой от времени при распространении по световоду, можно получить стационарное решение (1)

$$\bar{A} = \sqrt{P_0} \exp(i\Phi_{NL}), \quad (2)$$

где  $P_0$  – мощность излучения при  $z = 0$  и  $\Phi_{NL}$  – фазовый сдвиг, определяемый выражением:

$$\Phi_{NL} = \gamma P_0 z, \quad (3)$$

Выражение (2) показывает, что непрерывное излучение должно распространяться по световоду без изменения, за исключением дополнительного фазового сдвига, зависящего от интенсивности.

Чтобы определить устойчивость стационарного решения (2) уравнения (1) нужно рассмотреть малое возмущение  $a$  вида:

$$A = (\sqrt{P_0} + a) \exp(i\Phi_{NL}), \quad (4)$$

Подставляя это выражение (4) в уравнение (1) и линеаризуя по  $a$ , получим:

$$i \frac{\partial a}{\partial z} = \frac{1}{2} \beta_2 \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} - \gamma P_0 (a + a^*), \quad (5)$$

Общее решение можно представить в виде:

$$a(z, t) = a_1 \cos(Kz - \Omega t) + ia_2 \sin(Kz - \Omega t), \quad (6)$$

где  $K$  и  $\Omega$  – волновое число и частота возмущения. Тогда уравнение для  $a(z, t)$  переходит в систему двух однородных уравнений для  $a_1$  и  $a_2$ . Эта система имеет нетривиальное решение только в том случае, когда  $K$  и  $\Omega$  удовлетворяют дисперсионному соотношению:

$$K = \pm \frac{1}{2} |\beta_2| \Omega \sqrt{\Omega^2 + \text{sign}(\beta_2) \Omega_c^2}, \quad (7)$$

где

$$\Omega_c^2 = \frac{4\gamma P_0}{|\beta_2|}, \quad (8)$$

В области отрицательной дисперсии ( $\beta_2 < 0$ ) волновое число  $K$  становится мнимым и при  $\Omega < \Omega_c$  возмущение  $a(z, t)$  экспоненциально нарастает по  $z$ . В этом результате непрерывное решение (2) становится неустойчивым, так как возникает спонтанная модуляция стационарного состояния.

Чтобы получить частотную зависимость коэффициента усиления для модуляционной неустойчивости, можно использовать условие  $\text{sign}(\beta_2) = -1$ . Тогда для коэффициента усиления  $g(\Omega)$  на частоте  $\omega_0 + \Omega$  можно записать:

$$g(\Omega) = 2 \text{Im}(K) = |\beta_2| \Omega \sqrt{\Omega_c^2 - \Omega^2}, \quad (9)$$

где  $g(\lambda)$  – значение коэффициента усиления для возмущения, сдвинутого на частоту  $\lambda$  относительно частоты падающего излучения  $\omega_0$ . Усиление отлично от нуля для случая  $\Delta\omega \approx \delta(\omega_c)$ .

Максимум усиления достигается при двух значениях частот:

$$\Omega_{MAX} = \pm \frac{\Omega_c}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{2\gamma P_0}{|\beta_2|}}, \quad (10)$$

Для численной оценки величины  $\Omega_{MAX}$  используем параметры стандартного кварцевого волоконного световода:  $\beta_2 = -20 \text{ пс}^2/\text{км}$ ,  $\gamma = 1,2 \text{ Вт}^{-1} \text{ км}^{-1}$  на длине волны  $\lambda = 1,55 \text{ мкм}$ . В качестве исходного сигнала можно взять импульс длительности 100 пс, аналогично [1].

Результаты расчетов представлены на рис.1. Значение  $\Omega_{max}$  соответствует максимуму усиления.

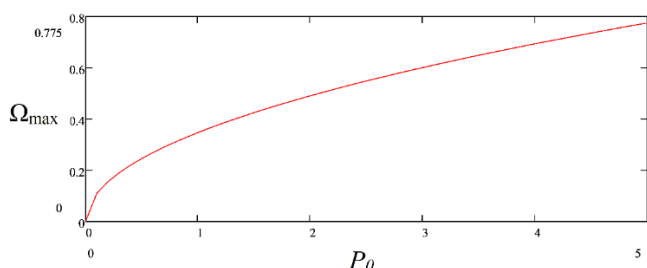
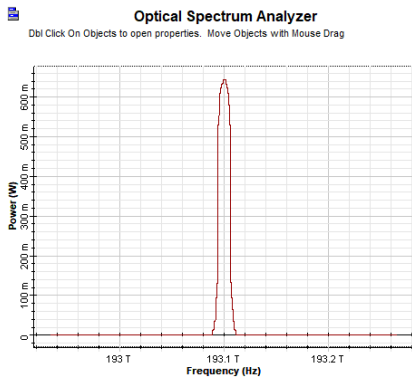


Рис. 1. Частотный сдвиг  $\Omega_{max}$ , соответствующий максимуму усиления, в зависимости от оптической мощности  $P_0$ .

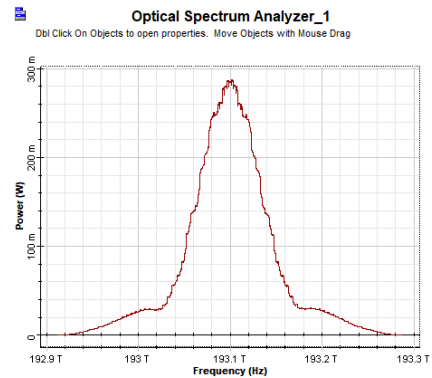
Даже когда в световоде распространяется лишь одно излучение накачки, модуляционная неустойчивость может привести к спонтанному распаду стационарной гармонической волны на периодическую последовательность импульсов. Спонтанно испущенные или тепловые фотоны действуют как сигнальное излучение, усиливающееся за счет модуляционной неустойчивости. Поскольку наибольшее значение коэффициента усиления наблюдается для частот  $\omega_0 \pm \Omega_{MAX}$ , где  $\Omega_{MAX}$  определяется (3), эти частотные компоненты усиливаются больше всего. Поэтому прямым доказательством спонтанной модуляционной неустойчивости может служить наличие двух дополнительных спектральных компонент, расположенных симметрично относительно центральной частоты  $\omega_0$  со спектральной отстройкой  $\pm \Omega_{MAX}$ .

Компьютерное моделирование проводилось в программе OptiSystem. Рабочие параметры моделирования: источник оптических импульсов длительностью 100 пс на длине волны  $\lambda = 1,55 \text{ мкм}$ , стандартный световод с дисперсией  $\beta_2 = -20 \text{ пс}^2/\text{км}$  длиной 7, 10, 15 км, входная мощность  $P_0$  соответственно 0,5, 1, 2 Вт.

Как видно из рис. 2. На выходе световода появились боковые спектральные компоненты. В соответствии с теорией, максимумы компонентов относительно центра расположились в согласии с уравнением (10).



а)



б)

Рис. 2. Спектрограммы импульса на входе (а) и на выходе (б) стандартного волокна. При входной мощности  $P_o = 2$  Вт и на длине волокна  $L = 7$  км.

Как видно из спектрограммы (б)  $\otimes F = 0,32$  ТГц, если спектральный интервал DWDM системы брать как  $\otimes f = 25$  ГГц, то можно уместить  $N = 12$  каналов.

ТАБЛИЦА 1. Ширина спектра  $\otimes F$  и расчет числа канала в системе DWDM.

$P_o$ Вт	Измерения		Расчет		$N$
	$\otimes f$ , ТГц	$\otimes F$ , ТГц	$\Omega_{\max}$ , Рад	$\Omega_{\max} / 2\pi$ , ГГц	
0,5	0,03	0,12	0,245	0,04	4
1	0.05	0.18	0.346	0.055	7
2	0.085	0.32	0.489	0.078	12

Моделирование в программе OptiSystem показало, что за счет использования нелинейного эффекта модуляционной неустойчивости в волоконном световоде можно получить широкополосный источник излучения.

**Список используемых источников:**

1. Агравал Г.П. Нелинейная Волоконная оптика. М.: Мир, 1996. – 323 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ МУЛЬТИПЛЕКСОРА CWDM

**М.С. Былина, М.В. Кажяев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной работе представлены методика и результаты расчета интерференционного фильтра для мультиплексора CWDM. Рассмотрены принцип действия и структура мультиплексора CWDM и конструкции интерференционного фильтра, зависимости отражения от фильтра при разном числе слоев, углах отражения.*

*Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM, Интерференционный фильтр, Брегговское отражение*

CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) — мультиплексирование с разреженным спектральным разделением. Другими словами, это технология, позволяющая одновременно передавать несколько информационных каналов по одному оптическому волокну на разных несущих частотах. Сетка длин волн CWDM заключается в диапазоне от 1271 нм до 1611 нм с шагом в 20 нм. Каждый приемопередающий модуль генерирует сигнал на определенной частоте. Перед тем, как попасть в оптическое волокно, сигнал с модулей объединяется мультиплексором и передается в волокно. На приемном конце, сигнал разделяется демультиплексором. Для того, чтобы оптическая сеть из топологии шина, преобразовалась в топологию звезда, демультиплексор должен не только принимать сигнал на заданной длине, а также дальше пропускать сигнал не изменяя его.

Принцип действия мультиплексора/демультиплексора основан на применении интерференционных (тонкопленочных) фильтров (thin films). Интерференционный фильтр состоит из нескольких чередующихся слоев прозрачного диэлектрического материала с различными показателями преломления, нанесенных на прозрачную подложку (рис. 2.13). Прозрачный диэлектрик имеет точный показатель преломления, который может изменяться от 1,42 до 2,0 (с точностью до 6 знаков после запятой), а разность показателей преломления обычно составляет величину порядка  $10^{-3} - 10^{-4}$ . Толщина структуры  $L_{TF}$  обычно составляет несколько десятков миллиметров.

Интерференционный фильтр отражает заданный интервал длин волн и пропускает все остальные. Для определения этого интервала необходимо рассчитать следующие параметры фильтра: показатели преломления  $n_1$  и  $n_2$ , толщину периодической структуры  $L$ , период следования слоев  $\Delta_{TF}$  и определить угол падения светового пучка на фильтр  $\theta_{TF}$ .

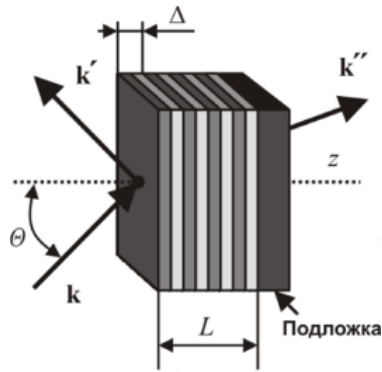


Рис.1. Конструкция интерференционного фильтра.

Слои с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$ ;  $L$  — толщина структуры;  $\Delta$  — период структуры,  $k$ ,  $k'$ ,  $k''$  — волновые вектора падающей, отраженной и прошедшей световых волн;  $\theta_{TF}$  — угол падения волны.

Расчет основных характеристик интерференционного фильтра основан на теории Брегговского отражения и представляет собой типичный пример связи между противоположно направленными модами.

Методика расчета функции отражения:

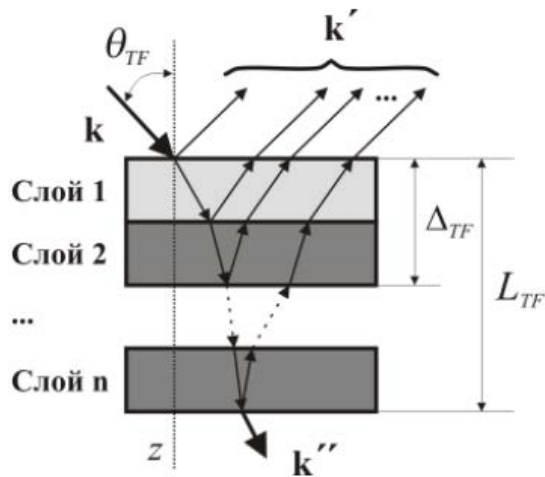


Рис.2. Брегговское отражение

Волновое число структуры:

$$k(\lambda) = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{n_1^2 + n_2^2}{2}}$$

Оптическая толщина структуры в зависимости от угла падения:

$$\Delta(\theta) = \frac{2\pi}{2 \cdot k(\lambda) \cdot \cos(\theta)}$$

Фазовое рассогласование (определяет, при каком  $\lambda$  будет выполняться условие Брегга):

$$\Delta\beta(\lambda) = 2k(\lambda) \cos\theta - m \left( \frac{2\pi}{\Delta} \right)$$

Коэффициент связи для поляризации света перпендикулярно плоскости падения и параллельно плоскости падения соответственно:

$$\mathbf{K}(\lambda) = \begin{cases} \frac{i}{m\lambda \cos \theta} \sqrt{\frac{2}{n_2^2 - n_1^2}} (n_2^2 - n_1^2) \\ \frac{i}{m\lambda \cos \theta} \sqrt{\frac{2}{n_2^2 - n_1^2}} (n_2^2 - n_1^2) \cos 2\theta \end{cases}$$

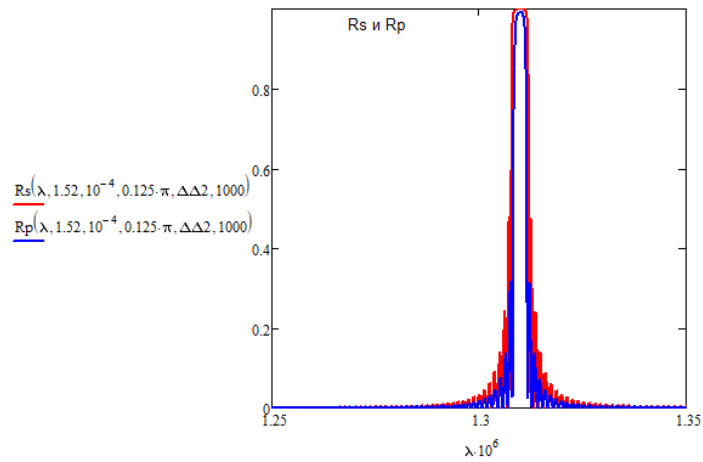


Рис. 3 - График функции отражения фильтра, состоящего из N периодов, для поляризации света перпендикулярно плоскости падения (красный Rs) и параллельно плоскости падения (синий Rp).

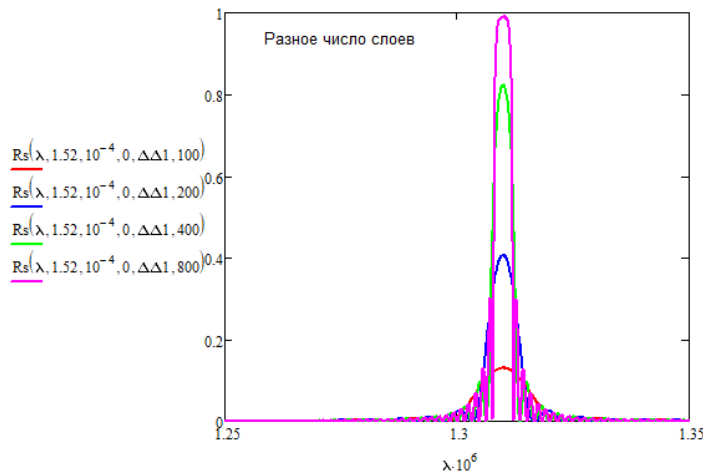


Рис. 4 - График функции отражения фильтра, состоящего из N периодов, для поляризации света перпендикулярно плоскости падения, в зависимости от разного числа слоев

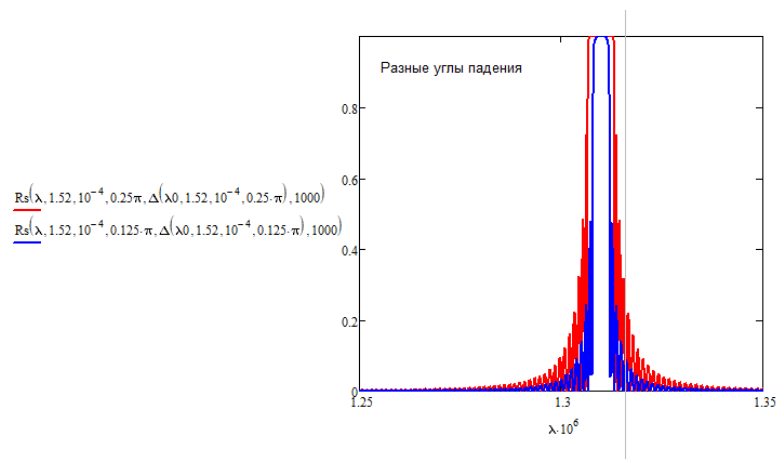


Рис. 5 - График функции отражения фильтра, состоящего из N периодов, для поляризации света перпендикулярно плоскости падения, в зависимости от разного угла падения

**Список используемых источников:**

1. А.К. Канаев, В Гришин, М.С. Былина, В.С. Иванов, А.Б. Семенов, А.Н. Сергеев. Сети стационарного широкополосного доступа. Часть 1. Принципы, технологии, компоненты. СПб.: СПбГУТ. 2020.
2. В.В. Кузнецов, С.Н. Шарангович. Компьютерное исследование оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров и фильтров фабри-перо. Томск: ТУСУР. 2006.
3. Daniela M. Topasna and Gregory A. Topasna. Numerical modeling of thin film optical filters Virginia Military Institute, Lexington, VA.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ АНАЛОГОВЫХ РАДИОСИГНАЛОВ ПО ОПТИЧЕСКИМ ВОЛОКНАМ (RoF)

С.Ф. Глаголев, Д.В. Опякин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной статье представлен обзор технологий RoF, рассмотрены схемы её структуры, реализации, а также описаны преимущества данной технологии.*

**технология RoF, блок радиодоступа, пропускная способность, оптическое волокно**

В настоящее время получили широкое распространение цифровые волоконно-оптические системы связи.

Однако аналоговая передача радиосигналов в гигагерцовом диапазоне (миллиметровые волны) продолжает успешно использоваться в сетях мобильной связи на небольшие расстояния в пределах прямой видимости для связи базовых станций с абонентами внутри соты (сотовая связь). Максимальное расстояние ограничивается высотой подъема передающих и приемных радиоантенн. Для передачи аналоговых сигналов на большие расстояния используют трансляторы, расположенные на искусственных спутниках Земли, которые во много раз увеличивают пределы прямой видимости. Аналоговая радиопередача по оптическому волокну (ОВ) также используется в сетях кабельного телевидения (CATV).

Для передачи аналоговых радиосигналов между центральной (CS) и базовыми (BS) станциями операторов мобильной связи на большие расстояния была разработана технология их передачи по оптическому волокну (ОВ), показанная на рис. 1. Она получила название «Radio over Fiber (RoF)».

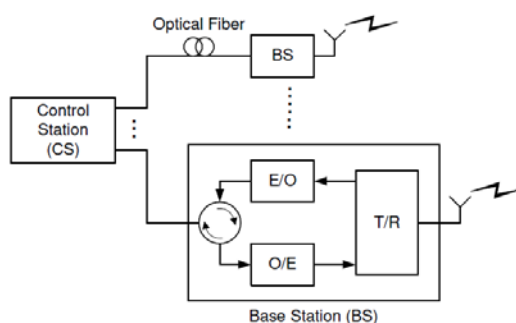


Рис. 1. Упрощенная схема реализации технологии RoF

Дуплексная связь между CS и рядом BS осуществляется по ОВ. Разделение направлений передачи (Т) и приема (R) в ОВ осуществляет циркулятор, находящийся внутри BS. Там же находятся преобразователи электрического сигнала в оптический (E/O) и оптического в электрический



(О/Е). Для преобразования аналогового радиосигнала в оптический используется модуляция излучения полупроводникового лазерного диода (ЛД). При этом возможна прямая модуляция излучения ЛД с помощью изменения тока через р-п переход ЛД и внешняя модуляция непрерывного излучения ЛД с помощью электрооптического модулятора (ЭОМ).

Использование оптического излучения в качестве несущей частоты для передачи радиосигналов на большие расстояния по оптическим кабелям (ОК) имеет значительные преимущества перед другими способами передачи, например по радиорелейным линиям или электрическим коаксиальным кабелям. Перечислим основные преимущества:

1. Очень малое затухание (коэффициент затухания 0.2 и 0.4 дБ/км на длине волны 1550 и 1310 нм) обеспечивает возможность передачи оптического сигнала на очень большие расстояния без усиления (сто и более км).

2. Высокая широкополосность (100 и более ГГц) и малые искажения аналогового сигнала при его передаче по ОК. В первую очередь благодаря очень высокой несущей частоте оптического излучения (сотни терагерц).

3. Малая стоимость ОК и другого оборудования ВОСС.

Возможны следующие варианты представления аналогового сигнала:

1. Базовый многоканальный сигнал в полосе частот от 0 до некоторой максимальной частоты  $f_{max}$ , которая может составлять единицы – десятки ГГц.

2. Радиосигнал, предназначенный для передачи в открытом пространстве с центральной (несущей) частотой, лежащей в миллиметровом диапазоне. В нем кроме АМ может использоваться частотная (ЧМ) или фазовая (ФМ) модуляции. Такой сигнал при простейшей амплитудной модуляции имеет ширину полосы частот  $\Delta\nu = 2 f_{max}$ . Модулированные оптические сигналы приходят на соответствующие базовые станции по ОК, преобразуются в электрические сигналы, усиливаются и излучаются антенной. При этом на базовых станциях не требуется ни повышающее, ни понижающее преобразование частоты, в результате чего обеспечивается простая и довольно экономичная реализация базовых станций. Такой вариант построения сети называют RF-over-Fiber.

3. В супергетеродинных приемниках радиосигнал (RF) сначала преобразуется в сигнал промежуточной частоты (Intermediate Frequency IF) обычно более низкой (менее 10 ГГц). Этот сигнал содержит всю информацию о модулирующем сигнале. Для восстановления базового сигнала из сигнала промежуточной частоты или радиосигнала используют соответствующие детекторы: амплитудные, частотные или фазовые. Такой вариант построения сети называют IF-over-Fiber. В этом случае на базовой станции требуется повышающее преобразование сигнала промежуточной частоты в радиосигнал перед его излучением в открытое пространство.

Спектры перечисленных сигналов представлены на рис. 2.

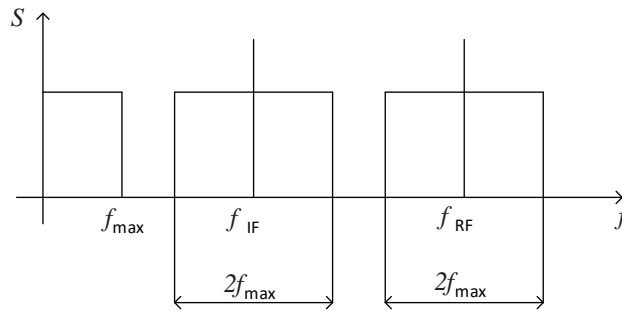


Рис. 2. Спектры базового аналогового сигнала, сигнала промежуточной (IF) и радиочастоты (RF).

Рассмотрим основные структурные схемы аналоговых оптических линий связи, реализующих технологию RoF. На рис. 3 показана схема связи центральной станции (CS) с базовыми станциями (BS), в которой по ОВ передается оптический сигнал, модулированный радиосигналом (RF) в миллиметровом диапазоне длин волн. Это упрощает конструкцию базовой станции (BS), в которой электрический сигнал после фотоприемного устройства усиливается и поступает в антенну. Принятый радиосигнал в BS сразу преобразуется в оптический с помощью электрооптического модулятора (ЭОМ). При этом полоса передаваемых по ОВ частот максимальна. Это ужесточает требования к оптическому каналу.

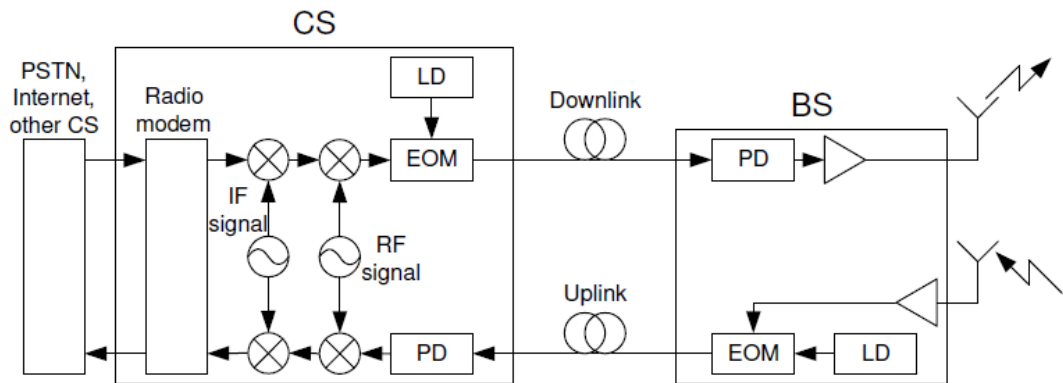


Рис. 3. Структурная схема с передачей по ОВ широкополосного радиосигнала

На рис. 4 показана структурная схема связи CS с BS, в которой по ОВ передается оптический сигнал, модулированный сигналом промежуточной частоты (IF), которая меньше частоты RF. Это усложняет схему BS, в которой необходимо использовать повышающее преобразование частоты, но ослабляет требования к оптическому каналу.

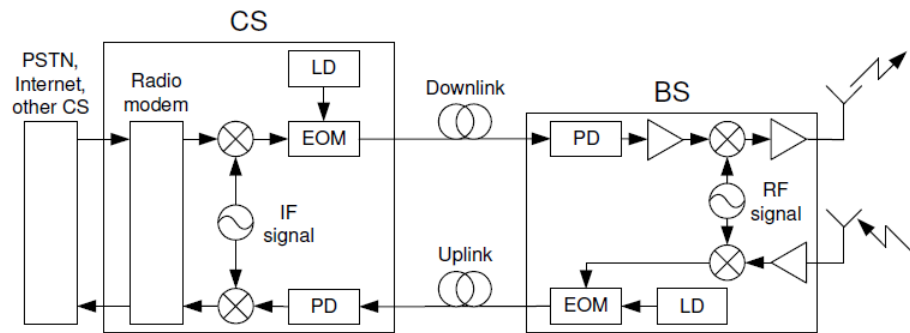


Рис. 4. Структурная схема с передачей по ОВ промежуточной частоты сигнала

На рис. 5 показана структурная схема связи CS с BS, в которой по ОВ передается оптический сигнал, модулированный сигналом базового многоканального сигнала с минимальной шириной полосы пропускания  $f_{max}$ . Это дополнительно усложняет схему BS, в которой необходимо дважды использовать повышающее преобразование частоты. При этом требования к оптическому каналу минимальны.

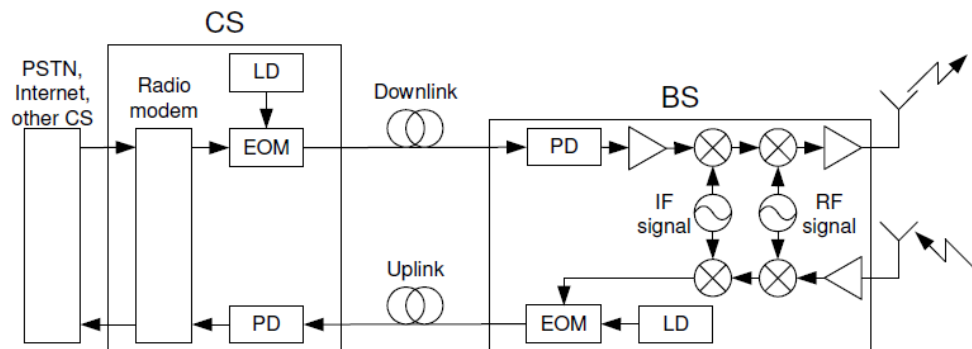


Рис. 5. Структурная схема с передачей по ОВ базового сигнала

Схемы, представленные на рис. 3-5 используют ЭОМ, а в схеме на рис. 6 используется прямая модуляция ЛД на CS, которая является простейшим решением, но при этом возникают проблемы с нелинейными искажениями модулированного сигнала.

На рис. 7 показана схема прямой модуляции по интенсивности оптического сигнала ЛД. Ток сигнала RF поступает через фильтр высоких частот (конденсатор С) в ЛД. Для создания тока смещения и выбора рабочей точки ЛД используется источник постоянного тока, который подключается к ЛД через дроссель. В качестве фотоприемника используется р-і-п фотодиод (ФД), ток которого является сигналом RF.

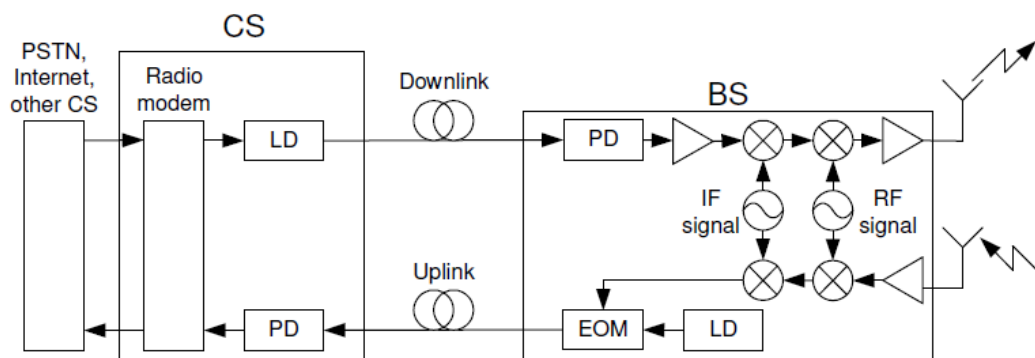


Рис. 6. Структурная схема с передачей по ОВ базового сигнала и прямой модуляции оптической несущей в CS

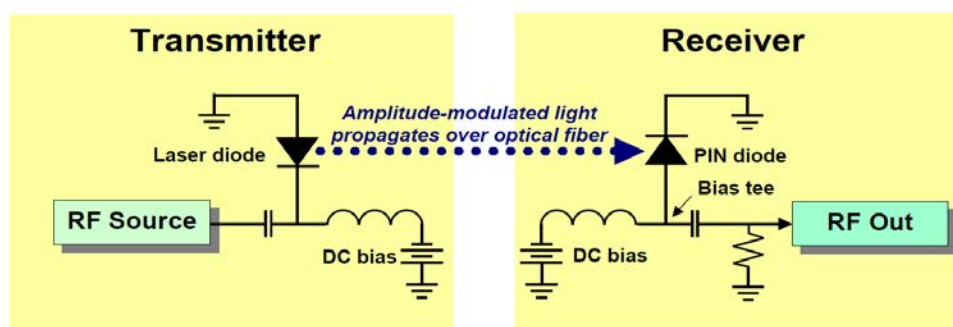


Рис. 7. Простейшая схема прямой модуляции ЛД и схема прямого детектирования

Технология RoF может использоваться для передачи радиосигналов от CS и BS к удаленным антенным блокам (RAU). Это значительно упрощает и удешевляет сеть RoF, т.к. RAU выполняют только функции оптоэлектронного преобразования и усиления. При этом уменьшается и энергопотребление.

Отметим еще некоторые преимущества технологии RoF для операторов мобильной сотовой связи.

1. Важным преимуществом RoF является возможность его использование для обеспечения беспроводного покрытия в зоне, где беспроводное транзитное соединение невозможно или затруднено. Например, в туннелях, гористой местности, лесах и т.п.

2. При использовании RoF для передачи сигналов к RAU кроме низких потерь обеспечивается защищенность от электромагнитных помех, грозы и других явлений.

**Список используемых источников:**

1. Rf photonic technology in optical fiber links Edited by William S. C. Chang University of California, San Diego, 2002
2. Hong Bong Kim Radio over Fiber based Network Architecture Berlin, 2005

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИТЕЛЕЙ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

С.Ф. Глаголев, И.С. Швец

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Эта работа посвящена исследованию волоконно-оптических систем связи с технологией плотного мультиплексирования в волновой области, использующих оптические усилители в качестве усилителей мощности на выходе мультиплексора, предварительных усилителей на входе фотоприемного устройства и линейных усилителей. Исследования проводились путем имитационного моделирования в программе OptiSystem. Для упрощения схемы моделирования и уменьшения объема обрабатываемых данных вначале исследуются одноканальные системы. Полученные результаты легко переносятся и на системы с технологией волнового мультиплексирования.

### DWDM, волоконно-оптические системы связи, оптический усилитель

На рис. 1 представлена простейшая схема одноканальной волоконно-оптической системы связи (ВОСС) с амплитудной модуляцией (АМ), скоростью передачи  $B=10$  Гбит/с, в которой используется оптический усилитель (ОУ) мощности. [1]

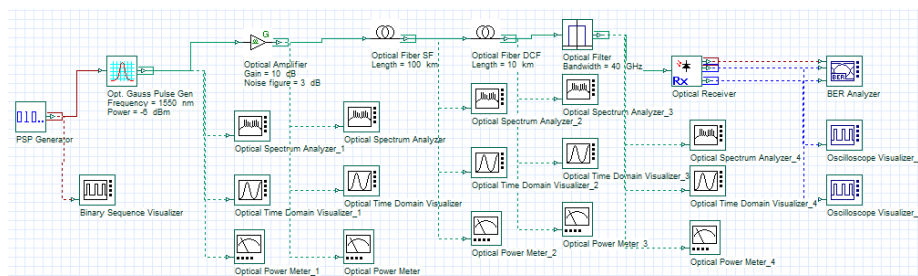


Рис.1. Схема одноканальной ВОСС с ОУ мощности

В качестве информационного бинарного сигнала в схеме используется генератор псевдослучайной последовательности (ПСП). Для формирования гауссовских импульсов используется оптический генератор, который определяет пиковую мощность  $P_{m0}$  и длительность импульса  $t_{и}$ . Сигнал генератора усиливается ОУ мощности с коэффициентом  $K_u$  и коэффициентом шума  $F_n$ . Сигнал генератора поступает в линейный тракт, состоящий из двух ОВ1 и ОВ2. Для подавления шумов усиленного спонтанного излучения (УСИ), которые возникают в ОУ, на выходе линейного тракта установлен полосовой оптический фильтр (ОФ) с шириной полосы  $\Delta\nu_f$ . Отфильтрованный сигнал поступает на ФПУ, которое включает р-и-фотодиод (ФД) усилитель фототока и регенератор. Для контроля формы и величины оптических и электрических сигналов используются измерительные приборы: измерители оптической мощности, оптические и

электрические осциллографы, оптические спектроанализаторы и анализаторы битовых ошибок. [2]

### Исходные данные для исследований

Передатчик. Пиковый уровень мощности гауссовских импульсов логической «1»  $p_{m0} = -6$  дБм (0.25 мВт), длительность на уровне половины амплитуды  $t_u = 20$  пс (0.2 бит).

ОУ мощности. Коэффициент усиления изменяется от 0 до 30 дБ, коэффициент шума  $F_n = 3$  дБ.

Линейный тракт. Стандартное одномодовое оптическое волокно (ОВ), обозначенное SF, длиной  $l_1 = 100$  км с параметрами: коэффициенты затухания  $\alpha = 0.2$  дБ/км, хроматической дисперсии (ХД)  $D_x = 16.75$  пс/(нм км). Для полной компенсации ХД используется второе компенсирующее ОВ, обозначенное DCF, длиной  $l_2 = 10$  км, с параметрами: коэффициенты затухания  $\alpha = 0.4$  дБ/км, хроматической дисперсии (ХД)  $D_x = -167.5$  пс/(нм км).

В исследовании измерялись пиковые уровни на выходах ОУ, ОВ2 и ОФ, а также максимальный Q-фактор. Результаты измерений приведены в таблице 1. На рис. 2 представлены оптические осциллограммы на выходе источника сигнала (а), на выходе ОУ мощности (б), на выходе линейного тракта (в) и на выходе ОФ.

ТАБЛИЦА 1. Результаты исследований ВОСС с ОУ мощности

Установленные величины			Измеренные величины			
$K_y$ , дБ	$F_n$ , дБ	$\Delta\nu_f$ , ГГц	$P_{ moy}$ , мВт	$P_{ ml}$ , мВт	$P_{ mf}$ , мВт	$Q$
0	0	40	0.25	0.001	0.00083	6.19
6	3	40	1.12	0.0042	0.0033	22.7
10	3	40	2.6	0.010	0.0082	43
16	3	40	10.3	0.04	0.033	71.7
20	3	40	26	0.095	0.080	83.7
26	3	40	105	0.3	0.280	135

Видно, что с увеличением коэффициента усиления ОУ мощности качество связи быстро и монотонно растет.

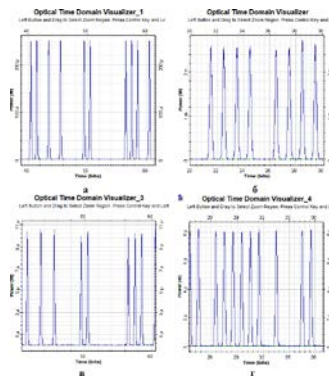


Рис. 2. Осциллограммы на выходе источника сигнала (а), на выходе ОУ мощности (б), на выходе линейного тракта (в) и на выходе ОФ (г)

Из рис. 2а видно, что импульсы источника сигнала имеют амплитуду  $P_{moy}=0.25$  мВт. Из рис. 2б видно, что ОУ мощности увеличивает амплитуду сигналов в 10 раз, а амплитуды отдельных импульсов изменяются из-за шумов УСИ. На рис. 2в показаны ослабленные импульсы на выходе линейного тракта. На рис. 2г показаны импульсы на выходе ОФ, за счет фильтрации импульсы немного расширяются, а их амплитуды выравниваются за счет уменьшения шумов УСИ.

На рис. 3 представлена та же схема одноканальной ВОСС с амплитудной модуляцией (АМ), скоростью передачи  $V=10$  Гбит/с, в которой вместо ОУ мощности используется предварительный ОУ на входе ФПУ.

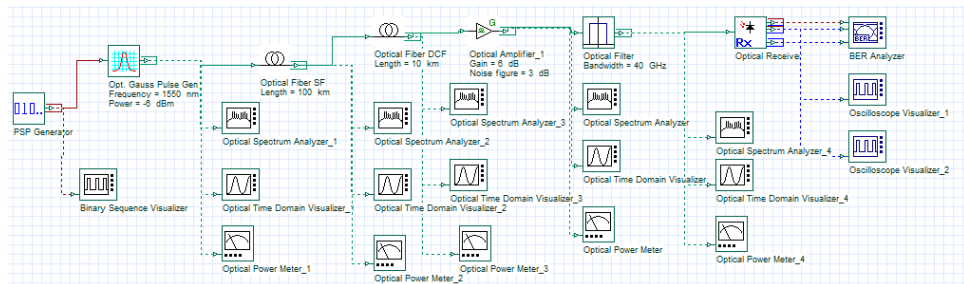


Рис. 3. Схема одноканальной ВОСС с предварительным ОУ

Результаты измерений приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Результаты исследований ВОСС с предварительным ОУ

Установленные величины			Измеренные величины	
$K_y$ , дБ	$F_n$ , дБ	$\Delta\nu_f$ , ГГц	$P_{mf}$ , мВт	$Q$
0	0	40	0.00083	6.25
6	3	40	0.0036	7.6
10	3	40	0.009	8.7
16	3	40	0.035	8.94
20	3	40	0.09	9.07
26	3	40	0.35	9.08

Видно, что с увеличением коэффициента усиления предварительного ОУ качество связи возрастает, достигает максимального значения, которое не очень велико. На рис. 4 показаны оптические осциллограммы на выходе линейного тракта (а), на выходе ОУ с коэффициентом усиления 10 дБ и на выходе ОФ (в). Рис. 4а показывает, что в линейном тракте шумы и помехи отсутствуют, сигнал только ослабляется, но не искажается. Рис. 4б показывает, что сигнал в предварительном ОУ усиливается, но на него накладываются значительные шумы УСИ в широком частотном диапазоне. На выходе ОФ импульсы сигнала расширяются, т.е. несколько искажаются, но шумы УСИ эффективно подавляются.



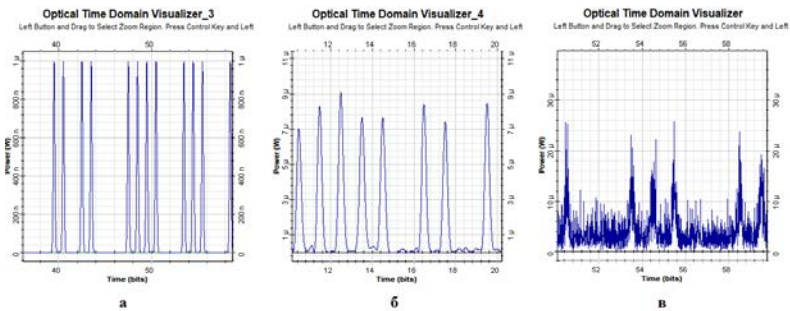


Рис. 4. Осциллограммы на выходе линейного тракта (а), на выходе ОУ с коэффициентом усиления  $K_y=10$  дБ и на выходе ОФ (в).

В целом по двум схемам исследования можно сделать вывод о том, что для одного кабельного участка использование ОУ мощности более эффективно по сравнению с использованием предварительного ОУ.

На рис. 5 представлена схема многопролетной одноканальной ВОСС с линейными ОУ с АМ и скоростью передачи  $B=10$  Гбит/с. В такой схеме можно реализовать большое расстояние и отказаться от регенераторов в каждом пролете. Для моделирования многопролетной линии в программе OptiSystem используется специальный петлевой элемент Loop Control, который позволяет задавать количество одинаковых пролетов  $N$  в исследуемой ВОСС. За основу кабельных участков принята схема рис. 1, использующая усилитель мощности. Результаты исследований приведены в таблице 3.

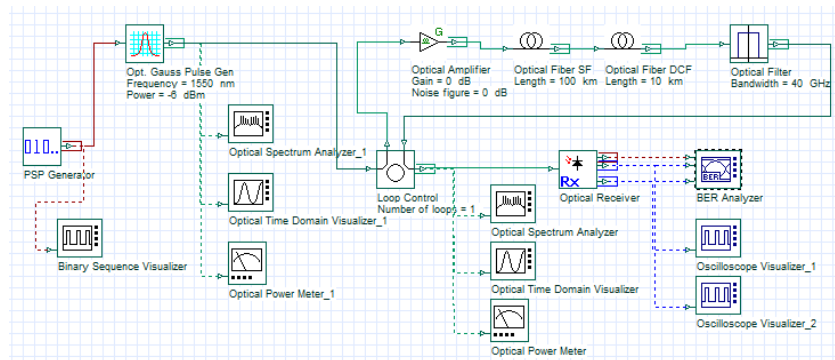


Рис. 5. Схема одноканальной многопролетной ВОСС с линейными ОУ

ТАБЛИЦА 3. Результаты исследований многопролетной ВОСС с линейными ОУ

Установленные величины				Измеренные величины		
$N$	$L$ , км	$K_y$ , дБ	$F_n$ , дБ	$\Delta\nu_f$ , ГГц	$P_{mf}$ , мВт	$Q$
1	100	0	0	40	0.83	6.2
1	100	25.5	3	40	0.26	129
2	200	25.5	3	40	0.25	82
3	300	25.5	3	40	0.26	47
4	400	25.5	3	40	0.4	20
5	500	25.5	3	40	1.0	8.2
4	400	25.3	3	40	0.3	35
5	500	25.3	3	40	0.6	11



Видно, что с увеличением количества пролетов и увеличением общей протяженности ВОСС качество связи ( $Q$ -фактор) снижается, но остается в пределах нормы. При выборе коэффициента усиления линейного ОУ, равным 25.5 дБ пиковые мощности на выходах трех пролетов оставались практически равными входной мощности 0.25 мВт. На выходах 4 и 5 пролетов выходные мощности начали нарастать, существенно превышая входную мощность. После уменьшения коэффициента усиления ОУ до 25.3 дБ удалось уменьшить эти мощности. Нарастающие искажения сигналов с увеличением расстояния можно наблюдать на осциллограммах рис. 6, которые получены на выходах 2, 4 и 5 пролетов соответственно.

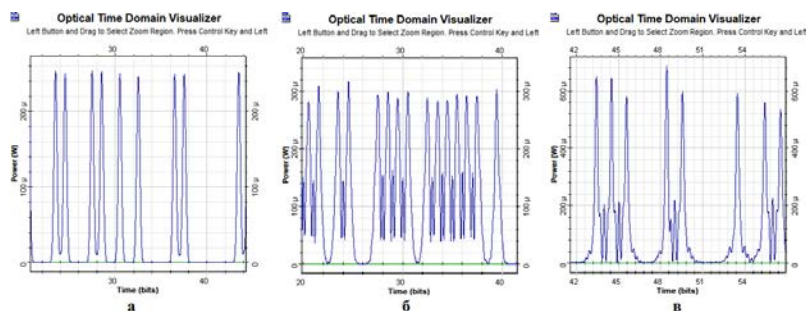


Рис. 6. Осциллограммы на входе ФПУ для двух (а), четырех (б) и пяти (в) кабельных участков, общей длиной 200, 400 и 500 км.

Видно, что до 500 км, качество связи остается достаточно высоким. Используя оптимизацию полос пропускания ОФ, коэффициентов усиления ОУ и входного уровня сигнала, можно дополнительно увеличить расстояние в многопролетной ВОСС без использования регенераторов.

### Выводы

Проведенные исследования показали высокую эффективность использования ОУ в одноканальных и особенно в многоканальных ВОСС с технологией DWDM. При использовании в качестве источников излучения одномодовых ЛД небольшой мощности, использование ОУ мощности всегда необходимо.

Очень эффективно использование линейных ОУ в многопролетных ВОСС. Оно позволяет отказаться от регенераторов или значительно увеличить расстояние между регенераторами.

Использование предварительных ОУ на входе ФПУ позволяет немного (на несколько дБ) увеличить  $Q$ -фактор, т. е. повысить качество связи на кабельном участке.

### Список используемых источников

1. Листвин, В. Н., Трещиков В. Н. DWDM системы // Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2017.- 352 с.
2. OptiSystem. User's Reference. Optical Communication System Design Software/ Version 13

## ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ОПТИЧЕСКИХ КОММУТАТОРОВ

**Е.Е. Головкова, Б.К. Резников, Ю.Д. Терехина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены общие типы и свойства оптических коммутаторов, также имеется краткий обзор различных технологий и их исполнение. Сеть будущего – это полностью оптическая сеть, где связь будет осуществляться при помощи оптического оборудования и кабеля. Повышается пропускная способность, следовательно появляется задача в исследовании и анализе перспективных технологий оптической коммутации.*

***коммутатор, оптический коммутатор, оптическая связь, MEMS***

С момента распространения интернета и современных средств связи по всему миру, развиваются и волоконно-оптические системы связи, которые являются основой магистральных сетей. Спрос на интернет-услуги приводит к увеличению трафика по всему миру, что создает высокую нагрузку на оптоволоконные сети, специалисты телекоммуникационного оборудования ищут инновационные способы передачи большого количества информации через существующее оптоволокно. В свою очередь коммутаторы заметно потеснили некоторые другие виды активного сетевого оборудования.

Оптический коммутатор – это важный элемент полностью оптической сети, без которого невозможно организовать масштабируемые архитектуры.

К ключевым параметрам оптических коммутаторов можно отнести: поляризационные потери, показатель переходного затухания, коэффициент ослабления сигнала, количество портов, скорость передачи данных, поддержка *PoE*.

В настоящее время используются разнообразные типы оптических коммутаторов такие, как направленные ответвители, мостовой балансировый интерферометр и коммутатор на скрещивающихся волноводах.

Коммутатор устанавливает и разъединяет связи в каналах передачи коммуникационной системы или системы обработки данных. Управляющий блок обрабатывает команды соединения и посылает управляющий сигнал, заставляющий коммутатор срабатывать нужным образом. Если межсоединения всегда воздействуют на одинаковые проходящие сигналы одинаковым образом, то коммутаторы являются управляемыми, активными или реконфигурируемыми межсоединениями, которые модифицируются внешними командами.

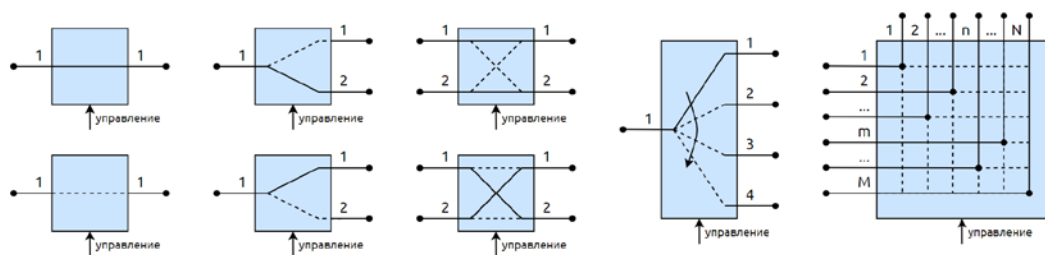


Рисунок 1 - Схема соединения и разъединения коммутаторов

Примеры коммутаторов показаны на рисунке 1:

- коммутатор типа включатель,  $1 \times 1$  – коммутатор соединяет или разъединяет две линии;
- $1 \times 2$  – коммутатор соединяет одну линию с одной из двух линий;
- $2 \times 2$  – перекрестный коммутатор, соединяет две линии с двумя линиями, он имеет два положения: параллельное и перекрестное, и его можно рассматривать как управляемый направленный разветвитель;
- $1 \times N$  – коммутатор соединяет одну линию с одной линией  $N$ ;
- $N \times N$  – перекрестный коммутатор соединяет  $N$  линий с  $N$  линиями, любая входящая линия всегда может быть соединена со свободной выходящей линией без блокировки.

Выделяют следующие типы оптических коммутаторов по элементной базе:

- Механооптические коммутаторы – данный коммутатор можно реализовать с помощью подвижного, вращающегося или изменяющегося элемента – зеркала, призмы или голографической решетки, который отклоняет пучок света в заданный набор направлений;
- Микроэлектромеханические системы (*MEMS*) – миниатюризованные системы, приводимые в действие электростатическими приводами и изготавливаемые в виде больших массивов с использованием процессов, аналогичных применяемым в микроэлектронике;
- Электрооптические коммутаторы - оптический коммутационный прибор, в котором оптическая коммутация осуществляется за счет электрооптического эффекта, когда электрооптические материалы меняют свой показатель преломления в присутствии электрического поля (эффект Поккельса);
- Полупроводниковые фотонные коммутаторы – используется в структуре с множественными квантовыми ямами (МКЯ), для управления светом в волноводах вблизи длины волны, соответствующей ширине запрещенной зоны, путем наложения электрического поля;
- Жидкокристаллические коммутаторы – не зависит от поляризации, то есть пучки направляются в нужные порты независимо от их поляризационного состояния;
- Акустооптические коммутаторы – в данных коммутаторах используется свойство брэгговского отклонения света звуком;
- Магнитооптические коммутаторы – меняют свои оптические свойства под действием магнитного поля;

- Термооптические коммутаторы – коммутаторы, которые основаны на термооптическом эффекте, который заключается в изменении показателя преломления при изменении температуры материала. Принцип работы на основе интерферометров Маха – Цендера – ИМЦ (*MZI*), одно из плеч которого выполнено из термочувствительного оптического материала;

- Оптоэлектронные коммутаторы – оптоэлектронные преобразование, которое используется в данном коммутаторе, вносит ненужную временную задержку и потери мощности.

Оптические коммутаторы выполняют в сети несколько ключевых функций, которые можно разбить на следующие группы: восстановление, транспортировка и контроль.

При восстановлении используются методы коммутации с автоматической защитой сетевого трафика, возможность обхода сбойных компонентов или обрывов кабеля, что обеспечивает заблаговременное размещение коммутаторов в местах критических соединений сети.

При транспортировке изменяется направления трафика в пределах сети. В устройствах оптического мультиплексирования методом добавления или ответвления каналов переключающие элементы используются для извлечения информации, передаваемой по необходимым волновым каналам.

Коммутаторы используются при тестировании отдельных компонентов, когда каждый коммутируемый оптический путь характеризуется заданным контрольным параметром. Например, оптические рефлектометры, в этом случае коммутирующие элементы используются для проверки множества оптических кабелей на удаленных узлах, а также для контроля активности трафика.

Можем сделать вывод, что разработки новых поколений оптической сети связи должны быть выполнены на основе компьютерного моделирования, экспериментальных и теоретических исследований, а также использование систем автоматизированного проектирования оптических коммутаторов.

#### **Список используемых источников:**

1. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Пер. с англ.: Учебное пособие. В 2 т. Т.2 / Б. Салем, М. Тейх – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 784 с.

2. Барабанова Е. А., Киктев А. В., Круглов В. А. Принципы построения быстродействующих оптических коммутационных систем // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2018. No 3 (25). С. 36–41.

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ

**В.В. Давыдов, Н.И. Поповский**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*Обоснована необходимость исследования фотонных интегральных схем для волоконно-оптических систем связи. Приведены структурные схемы передатчиков и приемников сигналов волоконно-оптических линий связи. Установлены особенности их конструкций.*

*волоконно-оптическая линия связи, лазерное излучение, узкополосный и импульсный шум, фотонные интегральные схемы*

В современной жизни человека системы связи играют важную роль. Объем информации и требования к ее передаче растут с каждым годом. Для разных областей человеческой деятельности развиваются разные области коммуникации. Особое место среди систем связи занимают волоконно-оптические линии связи, которые нашли применение практически во всех областях передачи информации. Развитие оптической транспортной сети при развитии технологий стимулируется новыми услугами, такими как услуги облачного подключения центров обработки данных, видеосервисы с высокой пропускной способностью и услуги мобильной сети следующего поколения, которые будут способствовать будущему развитию индустрии оптической связи и преобразованию архитектуры сетей связи. Поставщики услуг десятилетиями внедряли решения Ethernet с более высокой скоростью. Соединения маршрутизаторов, оптика на стороне клиента для оборудования оптических транспортных сетей и беспроводная связь постоянно подталкивают Ethernet к более высоким скоростям и расстояниям для удовлетворения требований к беспроводной связи.

Основной задачей сети является доставка трафика от одного абонента к другому. И делать это нужно как можно быстрее, как с точки зрения пропускной способности, так и с точки зрения задержек. Соответственно, основная задача узла - как можно быстрее передать входящий пакет в правильный выходной интерфейс, успев изменить его заголовки и применить политики. Поэтому существуют предварительно заполненные таблицы передачи пакетов - таблицы коммутации, таблицы маршрутизации и таблицы меток.

Электрический или оптический сигнал, попадающий на устройство через входной физический порт, восстанавливается в битовый поток, из него выделяются отдельные кадры Ethernet, затем на основе заголовков (Ethernet, IP, MPLS) принимается решение о том, на какой выходной порт следует отправить этот пакет и с каким набором заголовков. На пути от входного

порта к выходному порту пакет все еще проходит через модуль диспетчера трафика, где с ним могут произойти следующие вещи: буферизация, контроль, формирование, приоритетная обработка.

В связи с увеличением видеотрафика в Интернете и с увеличением скорости передачи по волоконно-оптическим системам передачи данных до 100 Гбит/с, а в будущем до 400 Гбит/с на канал, возникает проблема обработки пакетов на коммутаторах и маршрутизаторах агрегационного и основного уровней операторов связи, поскольку скорость там ограничена электронными компонентами, где максимальная частота составляет 50 ГГц. Фотонные интегральные схемы могут удовлетворить этот растущий спрос. Суперканалы позволяют увеличить пропускную способность DWDM в терабитах за один цикл без каких-либо потерь с точки зрения спектральной эффективности и с тем же оптическим диапазоном, что и нынешнее поколение когерентных транспондеров.

Все основные оптические функции на всех линейных картах объединены в одну пару PIC - одну для передачи и одну для приема. Все 10 несущих теперь могут быть введены в эксплуатацию за один рабочий цикл, потребляя гораздо меньше энергии, чем 10 дискретных транспондеров, и в результате значительно повышается надежность обслуживания. Фотографии обеспечивают такое же инженерное удобство для суперканалов, какое электронная интеграция обеспечивает для многоядерных процессоров или графических движков.

В разумных пределах, чем больше носителей в суперканале, тем проще электроника и тем лучше оптические характеристики. Фотографии снимают ограничение сложности оптических компонентов и позволяют вам выбрать правильный инженерный баланс. По мере развития технологии PIC будут появляться новые схемы, которые либо позволят новым приложениям надежно сочетать различные технологии, либо продолжат масштабировать плотность компонентов для фотонных систем СБИС.

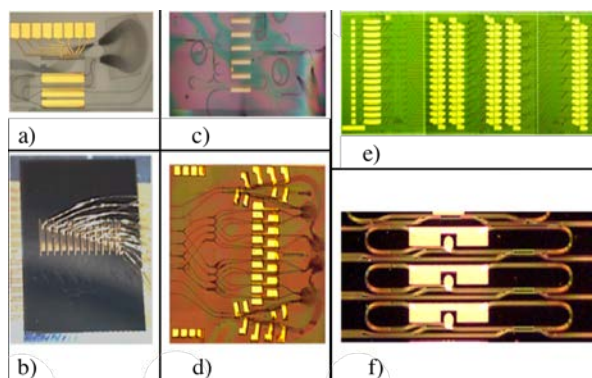


Рис. 1. Примеры реализации платформы на PIC. (a) Настраиваемый дискретный лазер с наносекундной скоростью переключения на основе AWG; (b) Многоступенчатая схема коммутации SOA со скоростью 320 ГБ/с; (c) многофункциональный интерферометр задержки; (d) 4×4 перекрестно-селективная связь пространства и длины волны; (e) 16×16 фотонный переключатель для широкополосной маршрутизации пакетов фотонов; (f) широкополосный гребенчатый лазер.

Самый производительный коммерческий чип на сегодняшний день производит 25,6 Тб/с. Это серьезная инженерная задача для разработчиков. И нет никаких оснований полагать, что гиперскалеры и экзаменаторы умерят свои аппетиты и решат остановиться на этом. Скорость будет увеличиваться. Чип РНУ находится на приемопередатчиках, а чип SerDes - на чипе сетевого чипа. Сигнал между ними проходит через электропроводящую среду - по металлической дорожке. По мере увеличения скоростей возрастает сложность конструкции и потребляемая электроэнергия. Рано или поздно (скорее, рано) мы на что-нибудь наткнемся. В случае кремниевой фотоники микросхема РНУ переносится внутрь самой коммутационной микросхемы. Фотонные порты “встроены” в кристалл, позволяя осуществлять связь между чипами со скоростью света через оптическую среду.

Идея не нова и только ждет своего времени, а именно, когда технология достигнет желаемого уровня зрелости. Проблема заключалась в том, что материалы и процессы, используемые для изготовления фотонных чипов, были принципиально несовместимы с процессом производства кремниевых чипов - CMOS. Возможные альтернативные решения: установка отдельного чипа на плате, преобразующего электрический сигнал в оптический, или установка его внутри сетевого чипа, но не на самом кристалле (все равно требуется преобразование носителя). Но эта технологическая плотина размыта постоянными разработками в этом направлении, и в ближайшем будущем микроэлектронику ждут большие перемены.

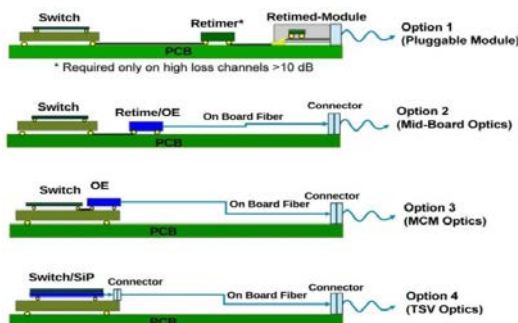


Рис. 2. Варианты компоновки кремниевой фотоники "чип на кристалле".

На рисунке 3 (а) показан ряд компонентов, которые мы можем изготовить с использованием пассивных волноводов. Наиболее важными из них являются разъемы MMI и демультиплексоры AWG. Глубоко встроенные волноводы позволяют создавать отражатели MMIRE и компактные кольцевые фильтры. Преобразователь поляризации является строительным блоком, который может быть создан с использованием пассивного волновода. Можно создавать разделители и объединители поляризации, помещая преобразователь поляризации в интерферометр Маха-Цендера (MZI), помещая его наполовину в компонент, зависящий от поляризации, его отклик не зависит от поляризации. SOA предлагает широкий спектр функциональных возможностей для сочетания пассивных устройств. Как показано на рисунке 3 (б): лазеры Фабри-Перо (FP), многоволновые лазеры,



кольцевые лазеры и перестраиваемые лазеры. Можно создавать пикосекундные импульсные лазеры, используя короткую секцию SOA с обратным смещением в качестве защищенного поглотителя. На рисунке 3 (с) показана функциональность, которая будет реализована блоком фазовых модулей с пассивными устройствами: амплитудными модуляторами, пространственными переключателями, переключателями с выбором длины волны, такими как перекрестные соединения WDM и мультиплексоры с добавлением и сбросом. Также возможно создавать сверхбыстрые переключатели, используя нелинейные свойства SOA, интегрированные в MZI.

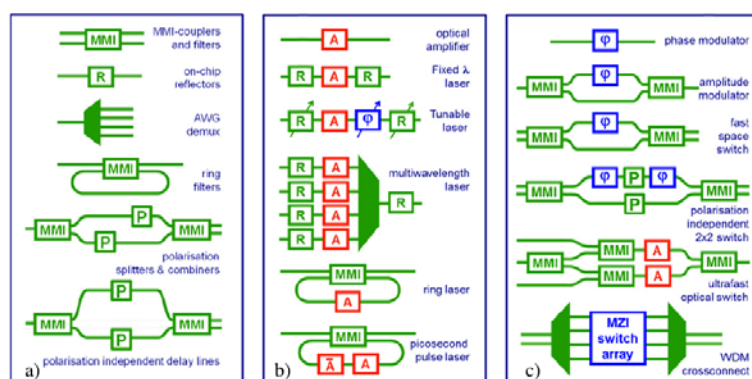


Рис. 3. Примеры реализации устройств, использующих (а) пассивные волноводные устройства (б) пассивные волноводные устройства в сочетании с оптическими усилителями (в) пассивные волноводные устройства в сочетании с фазовыми модуляторами.

## Заключение

В статье рассматриваются основные способы содействия наступлению терабитной эры в оптических транспортных сетях, в облаках, а также в высокопроизводительных вычислительных системах. Рассмотрены новые технологии обработки сигналов с использованием фотонных интегральных схем в когерентных оптических сетях. Рассмотрены три основные платформы фотонных интегральных схем, их технологические компоненты, свойства и эксплуатационные характеристики.

## Список используемых источников:

1. Сперанский В.С., Клинецов О.И. Оптические сети с кодовым разделением абонентов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. №10. С. 138 – 140.
2. Сперанский В.С., Абрамов С.В., Клинецов О.И. Сочетание кодового разделения абонентов и OFDM при передаче данных по волокну // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Том 13. №3. С. 32-35.
3. Prucnal P.R. Optical Code division multiple Access Fundamentals and Application – Taylor Frances, 2005.
4. Popovskiy N I and Davydov V V and Valiullin L R 2020 Journal of Physics: Conference Series 1695(1)) 012120



## НОВЫЕ АСПЕКТЫ В ИССЛЕДОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИГНАЛА ПОГЛОЩЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Р.В. Давыдов, М.А. Якушева**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Статья посвящена оптимизации регистрации сигналов поглощения лазерного излучения на кровеносных сосудах и мягких тканях по сравнению с ранее используемыми приборами без увеличения мощности лазерного излучения, а также разработке методики обработки сигналов поглощения для получения дополнительной информации о наличии различных заболеваний у человека по результатам экспресс-диагностики. В ходе работы выполнены экспериментальные исследования и математическое моделирование взаимодействия лазерного излучения с текущим потоком крови. Разработана методика для повышения точности экспресс-диагностики и конструкция оптического датчика для контроля состояния здоровья человека.*

***поток крови, лазерное излучение, пульсовая волна, артефакт, сердечно-сосудистая система, обработка сигналов***

В последнее время наиболее актуальными и востребованными становятся методы экспресс-диагностики состояния здоровья человека, где часто применяют бесконтактные измерения, которые не вносят необратимых изменений в физическую структуру и химический состав органов. Существует множество промышленных приборов, принцип работы которых основан на явлении явления ядерного магнитного резонанса или использовании лазерного излучения. Однако необходимо отметить, что для личного контроля здоровья человека такие приборы в большинстве случаев не подходят из-за дороговизны и значительного веса, что однозначно сужает область применения. Именно для решение подобных задач вполне успешно используется пульсоксиметрия, где источником информации о состоянии здоровья человека является кровь, а именно пульсовая волна (рис. 1) [1, 2].

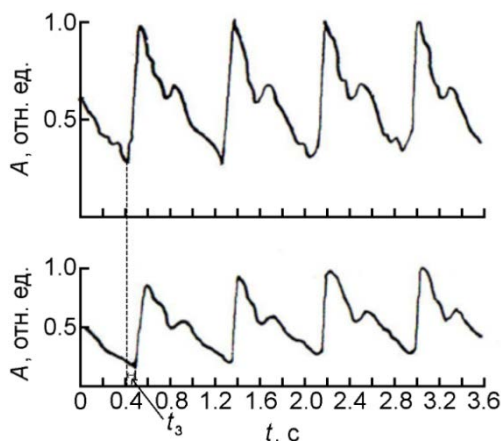


Рис.1. Форма пульсовой волны

В настоящее время пульсоксиметрия, особенно из-за событий, связанных с пандемией COVID-19 нашла особенно широкое применение, как в клинической диагностике [3], так и при самостоятельном контроле здоровья [4]. Именно в данном направлении ведутся основные исследования и разработки. Акцент делается на форме и конструкциях датчика для попадания лазерного излучения на кожный покров пальца под прямым углом (рис. 2). Решить этот вопрос можно с помощью подстраиваемого корпуса, а также с помощью изменения положения лазерного диода [5-6]. Тем не менее проведенные нами исследования подтвердили, что при непрерывной эксплуатации конструкции приборов имеют ряд таких недостатков как недолговечность конструкции и относительная хрупкость при падении.

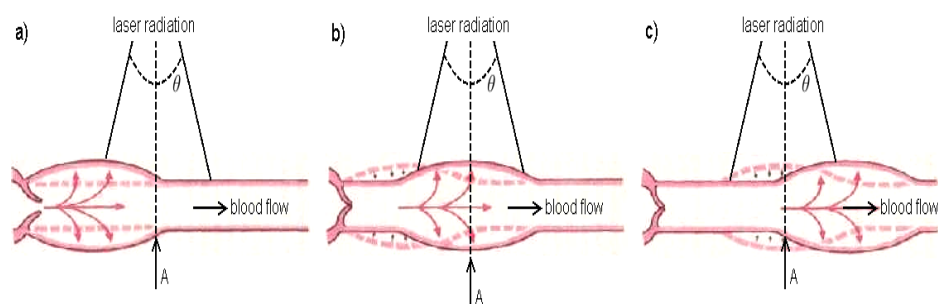


Рис. 2. Схема расширения кровеносных сосудов: а) соответствует началу расширению сосуда в зоне воздействия на него лазерного излучения; б) соответствует наибольшему расширению сосуда в зоне воздействия лазерного излучения; в) соответствует процессу затухания расширения в зоне воздействия лазерного излучения полному заполнению зоны воздействия лазерного излучения. Точка А соответствует центру оптической системы датчика пульсоксиметра.

Говоря о методиках обработки сигналов поглощения лазерного излучения, необходимо отметить, что информация в стандартных пульсоксиметрах в большинстве случаев не публикуется в открытом доступе. Следовательно, используя отдельные краткие сообщения невозможно сделать достоверный вывод о методике, которая используется для обработки пульсовой волны. Особое значение в свете новых задач приобретает разработка новых методов обработки сигнала поглощения для извлечения дополнительных данных о состоянии здоровья человека. Многократные исследования крови позволили сделать вывод о том, что в ней находится огромный объем информации. Однако процесс расшифровки данных из крови на практике оказывается достаточно непростым делом, в том числе из-за наличия различных артефактов при проведении измерений (рис. 3 и 4).

Одним из таких методов является обработка данных фронта и спада регистрируемой пульсовой волны. Но для достижения данной цели распространенные в настоящее время аппроксимации не позволяют в полной мере получить информацию о разного рода заболеваниях крови и других органов, которые находятся в пульсовой волне.

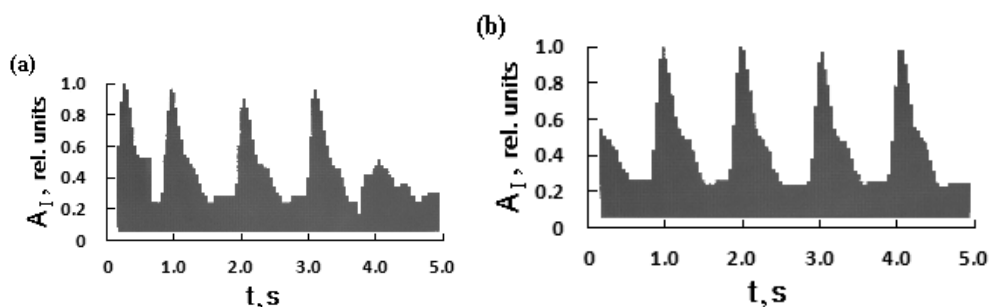


Рис. 3. Форма пульсовой волны здоровой женщины в возрасте 23 года: (а) - наличие ошибок в измерениях; (б) – влияние основных артефактов несущественно.

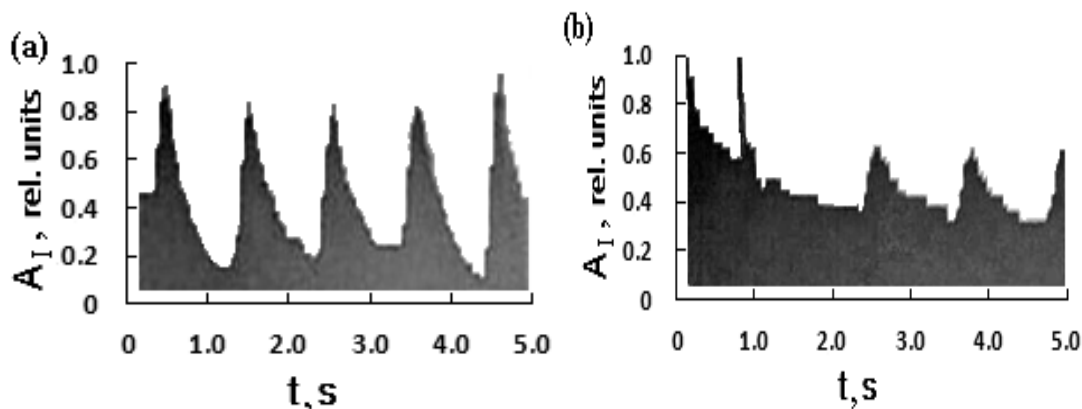


Рис. 4. Форма пульсовой волны мужчины в возрасте 52 года: (а) влияние артефактов на регистрацию сигнала несущественно, (б) - наличие ошибок в измерениях.

Нами предложен способ регистрации пульсовой волны, позволяющий увеличить соотношение сигнал/шум в регистрируемом оптическом сигнале поглощения, основан на использовании нескольких длин волн красного диапазона излучения, что способствует снижению числа артефактов сигналов при обработке на основе полученных данных.

На рис. 5 представлены полученные экспериментальные зависимости при экспресс-диагностике состояния здоровья различных людей амплитуды пульсовой волны от различной длины волны лазерного излучения.

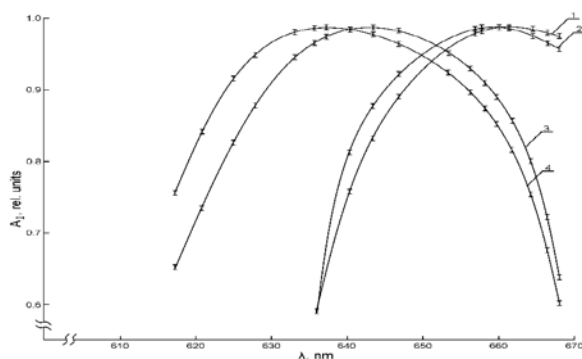


Рис. 5. Зависимость амплитуды  $A_I$  регистрируемого сигнала пульсовой волны от различных длин волн  $\lambda$  лазерного излучения. Графикам 1, 2, 3 и 4 соответствуют пациенты различного пола и возраста: мужчина в возрасте 56 лет, женщина в возрасте 21 год, женщина в возрасте 47 лет, женщина в возрасте 54 года.

Полученные нами результаты, представленные на рис. 5, позволяют сделать вывод, что существует диапазон длин волн в красном спектре лазерного излучения, в котором для различных людей наблюдается максимум амплитуды пульсовой волны. Данная особенность является одной из причин возникновения артефактов, так как прибор автоматически производит настройку фотоприемника по сигналу поглощения лазерного излучения в крови. Автоматическая настройка зависит от числа фоточувствительных сенсоров в фотоприемном устройстве для регистрации изображения.

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов можно установить, что пульсоксиметр способен выполнить автоматическую настройку по спаду сигнала (например, рис.3.6, график 4 при  $\lambda = 666.2$  нм). В данной точке амплитуда пульсовой волны будет меньше на 30 % в отличии от максимума. Используя эту информацию, мы можем получать более достоверные данные, так как в ряде случаев автоматическая настройка приводит к появлению артефактов.

#### **Список используемых источников:**

1. H. Yu, B. Liu / Successful use of pharyngeal pulse oximetry with the oropharyngeal airway in severely shocked patients // *Anaesthesia*. – 2007. – vol.62. – pp. 734 – 736.
2. Donggeon Han, Yasser Khan, Jonathan Ting, Juan Zhu, Craig Combe, Andrew Wadsworth / Pulse Oximetry Using Organic Optoelectronics under Ambient Light // *Advanced materials technologies*. - 2020. – vol.5 – pp. 8 -15.
3. Lam, Thach; Nagappa, Mahesh; Wong, Jean; Singh, Mandeep; Wong, David; Chung, Frances. / Continuous Pulse Oximetry and Capnography Monitoring for Postoperative Respiratory Depression and Adverse Events: A Systematic Review and Meta-analysis. // *Anesthesia & Analgesia*. – 2017. – vol.125. – pp. 2019 – 2029.
4. Sonia Shah DO, Kaushal Majmudar DO, Amy Stein PhD, Nita Gupta MD / Novel Use of Home Pulse Oximetry Monitoring in COVID-19 Patients Discharged From the Emergency Department Identifies Need for Hospitalization // *Academic Emergency Medicine*. – 2020. – vol.8 –pp. 3 - 6.
5. Andrew M. Luks, Erik R. Swenson / Pulse Oximetry for Monitoring Patients with COVID-19 at Home. Potential Pitfalls and Practical Guidance // *Annals of the American Thoracic Society*. - 2020. – pp. 9 - 12.
6. Хизбуллин, Р. Оптический двухканальный пульс-оксиметр на основе лазерных датчиков для решения актуальных задач в медицинской практике / Р. Хизбуллин // *Фотоника*. – 2017. – vol 1. – pp. 144-157

## ПРИНЦИПЫ ФОТОННОЙ КОММУТАЦИИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

**А.В. Зиновьева, С.А. Обухов, Б.К. Резников**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются физические принципы работы фотонных коммутационных систем. Рассматриваются способы разделения физических ресурсов направляющих систем, используемые в фотонной коммутации. Освещаются способы физической реализации фотонной коммутации.*

*оптические системы передачи, оптическое волокно, фотонные коммутаторы, оптические коммутаторы*

Современные условия и состояние промышленности требуют непрерывного увеличения пропускной способности физических каналов связи, увеличения гибкости телекоммуникационных сетей, улучшения передающих свойств оборудования и уменьшения потерь в физических каналах. В настоящее время все новые транспортные сети строятся на основе оптических ввиду того, что оптические волокна могут обеспечить на порядки большие скорости передачи информации по сравнению с симметричными и коаксиальными парами. Одним из перспективных направлений модернизации сетей является внедрение так называемой фотонной коммутации, основанной на переключении оптических импульсов, несущих информацию, по разным направлениям.

Основой для фотонной коммутации являются системы коммутации, применяемые в телефонных сетях несколько десятилетий назад на расцвете телефонных сетей общего пользования. К таким принципам можно отнести пространственную и временную коммутацию, используемые и по сей день в современных системах электросвязи [1].

Признаки оптического пучка, которые могут быть использованы при реализации систем фотонной модуляции, коммутации, мультиплексирования, маршрутизации:

- положение;
- направление;
- интенсивность;
- поляризация;
- фаза;
- длина волны;
- время;
- код.

Оптические системы связи используют в целях экономии физического ресурса несколько видов его разделения: временное, когда разделяется время одного цикла между разными каналами (системы Time Division Multiplexing),

спектральное, когда разделяется спектральный ресурс оптического волокна (системы Wavelength Division Multiplexing), а также пространственное, когда каналные сигналы физически разносятся по разным оптическим волокнам (системы Spatial или Space Division Multiplexing). Эти принципы положены в основу фотонной коммутации. Схемы пространственной и временной коммутации показаны на рисунке 1 [2].

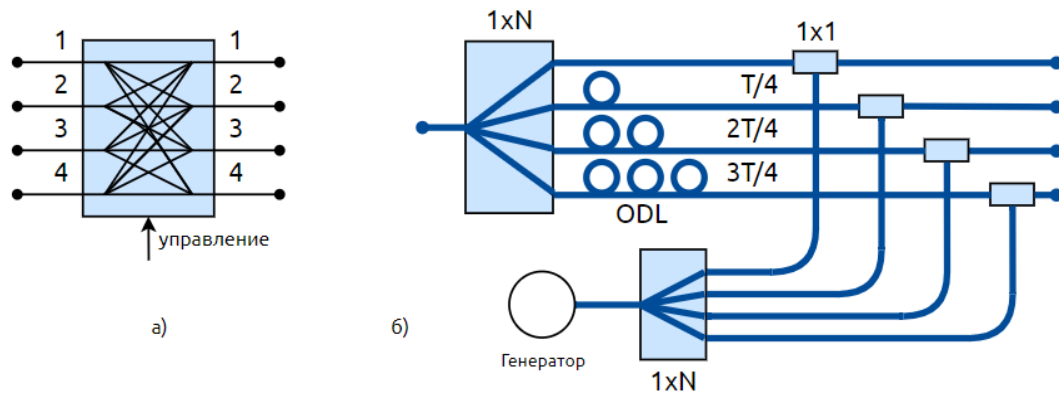


Рис.1. Коммутация а) пространственная и б) временная

Фотонный коммутатор представляет собой активное оптико-электрическое устройство, в котором не осуществляется преобразование сигналов из оптического в электрический и обратно, и служащее для изменения направлений движения оптических пачек импульсов. Направления, куда будут скомутированы оптические импульсы, управляются цифровыми системами, основанными на микроконтроллерах или программируемых логических интегральных схемах. Данные устройства получают сигналы управления от сети управления и производят необходимую коммутацию [3].

Суть пространственной оптической коммутации сводится к распределению оптических импульсов в разные оптические волокна. Обычно это осуществляется при помощи подвижных зеркал - технология MEMS (MicroElectroMechanical Systems) - рисунок 2. Также для этих целей можно применять пространственные модуляторы света, которые ограничивают пропускание оптического сигнала с помощью жидкокристаллических матриц - технологии LCD (Liquid crystal Display, жидкокристаллический дисплей), и LCoS (Liquid crystal on Silicon, жидкие кристаллы на кремниевой подложке) [3].

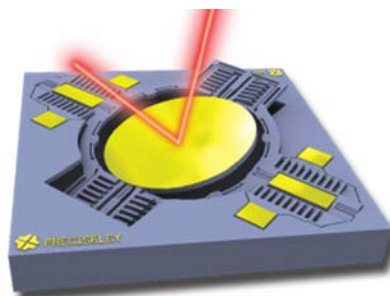


Рис. 2. Элемент MEMS

Временная коммутация сводится к задержке во времени оптического импульса. Это возможно осуществить несколькими способами. Первый заключается в применении оптических линий задержки, выполняемых из отрезков оптического волокна, там самым оптический импульс проходит дополнительное расстояние, что несколько «задерживает» его - технология ODL (Optical Delay Line). Второй заключается в применении веществ с высоким показателем преломления, то есть в физическом замедлении электромагнитной волны. Однако второй способ сопровождается потерями на отражении на границе раздела сред [2].

Спектральная коммутация использует преобразование длины волны. Это наиболее сложный вариант коммутации, для которого необходимо использование принципов нелинейной оптики. Оборудование для спектральной коммутации - оптические конверторы длины волны (волновые конверторы). По принципу работы волновые конверторы можно разделить на оптоэлектронные, на основе оптической кросс-модуляции (optical Cross Modulation, OXM), на основе эффекта четырехволнового смешения (Four Wavelength Mixing, FWM), на основе других нелинейных эффектов. Наиболее простые - оптоэлектронные, однако в них производится преобразование сигнала из электрического в оптический вид и обратно. А конверторы на основе четырехволнового смешения не обеспечивают большого диапазона изменения. [4, 5]

Подытоживая вышесказанное можно заявить, что за фотонной коммутацией стоит будущее оптических систем передачи информации. Исследования в этой области достаточно перспективны и несомненно принесут пользу модернизации оптических систем передачи информации. Перспективным направлением оптических систем передачи являются полностью оптические сети (All Optical Network, AON), в которых фотонная коммутация играет достаточно большую роль.

#### **Список используемых источников**

- 1 Оптика и фотоника. Принципы и применения. Пер. с англ.: Учебное пособие. В 2 т. Т.2 / Б. Салем, М. Тейх – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 784 с.
- 2 Фокин, И. А. Оптические системы передачи и транспортные сети : учеб. пособие / И. А. Фокин. – Москва : Изд-во Эко-Трендз, 2008. – 270 с.
- 3 Фокин В. Г. Оптические мультиплексоры OADM/ROADM и коммутаторы PXC в мультисервисной транспортной сети. – Новосибирск: Изд-во СибГУТИ, 2011. – 204 с.
- 4 Н. Слепов. Оптические волновые конверторы и модуляторы [Электронный ресурс] URL: [https://www.electronics.ru/files/article\\_pdf/1/article\\_1609\\_278.pdf](https://www.electronics.ru/files/article_pdf/1/article_1609_278.pdf)
5. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM системы: научное издание. — М.: Издательский Дом «Наука», 2013. — 300 с

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПМД. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПМД В ОВ И ЛИНЕЙНЫХ ТРАКТАХ ВОСС

**А.А. Камальдинов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Одним из основных факторов, влияющих на скорость передачи информации в высокоскоростных ВОСП, являются дисперсионные характеристики оптического волокна (ОВ), в частности – поляризационная модовая дисперсия (ПМД). Под ПМД понимается уширение светового импульса в ОВ, вызванное дифференциальной групповой задержкой двух ортогональных линейно-поляризованных мод, распространяющихся по волоконному кабелю и возникающих вследствие нарушения concentричности сердцевины ОВ, внутренних и внешних механических напряжений, неоднородности материала и т.д. Уширение оптического импульса, передаваемого по ОВ, в свою очередь, приводит к увеличению числа битовых ошибок и снижению скорости передачи информации. Характеристикой ПМД является дифференциальная групповая задержка (ДГЗ) – разница во времени прихода двух ортогональных линейно- поляризованных мод на данной длине волны и в данный момент времени.*

### *PMD, дисперсия, оптическое волокно*

В стандарте ГОСТ Р МЭК 60793-1-48-2014 [3] описаны три метода для измерения ПМД:

Метод А. Особенностью метода является использование для анализа состояния поляризации неподвижного анализатора (ФА). Для обработки результатов измерений применяют:

- подсчет количества экстремумов (ЕС),
- преобразование Фурье (ФТ),
- косинус преобразование Фурье (СФТ).

Метод В. Использование поляриметра (эллипсометра) для определения:

- параметров Стокса (SPE),
- определение матрицы Джонса (JME),
- определение состояния поляризации на сфере Пуанкаре.

Метод С. Использование интерферометра (INTY) для традиционного (TINTY) или общего (GINTY) анализа.

Мы ограничимся рассмотрением метода А как наиболее часто используемого.

Итак, для количественного определения PMD используется случайная величина DGD  $\Delta\tau$  (дифференциальная групповая задержка), которую можно оценивать

- средним значением (оценкой математического ожидания)
- среднеквадратическим значением



Для преобразования в предположении, что распределение  $\Delta t$  является максвелловским, можно использовать выражение

В методе А количественного определения РМД используют узкополосный источник излучения и измеряют зависимость изменения мощности на выходе ОВ от длины волны источника для одного или нескольких состояний поляризации. Для каждой длины волны и каждого состояния поляризации входного излучения измерения проводят с анализатором и без анализатора, либо при двух ортогональных азимутах анализатора.

Измеренную зависимость анализируют одним из трех способов:

- подсчет количества точек экстремумов (максимумов и минимумов) используют для получения;
- преобразование Фурье (FT) измеренной функции используют для получения;
- косинусное преобразование Фурье используют для получения (мы не рассматриваем).

Рассмотрим первую из двух рекомендуемых стандартом структурных схем (рис.1), реализующую измерение ПМД методом А. Она включает широкополосный источник света (ИИ) с коллиматором (К), который формирует параллельный пучок, проходящий через амплитудный модулятор (М) в монохроматор (МОН). С выхода МОН узкополосный пучок излучения с длиной волны  $\lambda_0$  и шириной спектра  $\Delta\lambda$  приобретает линейную поляризацию в поляризаторе (П). Далее это излучение с помощью линзы или объектива (Л) вводится в исследуемое оптическое волокно (ОВ). Отметим, что в ОВ вводится узкополосное излучение. Излучение, выходящее из ОВ, с помощью коллиматора (К) преобразуется в параллельный пучок, поступающее на двухлучевой анализатор (А), формирующий два пучка с ортогональными линейными поляризациями. Эти пучки поступают на два неселективных (с чувствительностью, не зависящей от длины волны) фотоприемника ФП1 и ФП2, преобразуются в электрические сигналы (фототоки) и усиливаются в полосовых усилителях У1 и У2, настроенных на частоту модуляции. Устройство управления и обработки сигналов (УУ) управляет работой монохроматора (МОН), т.е. устанавливает требуемую длину волны излучения, выполняет обработку электрических сигналов с усилителей и выводит результаты на компьютер, который может задавать УУ алгоритм работы.



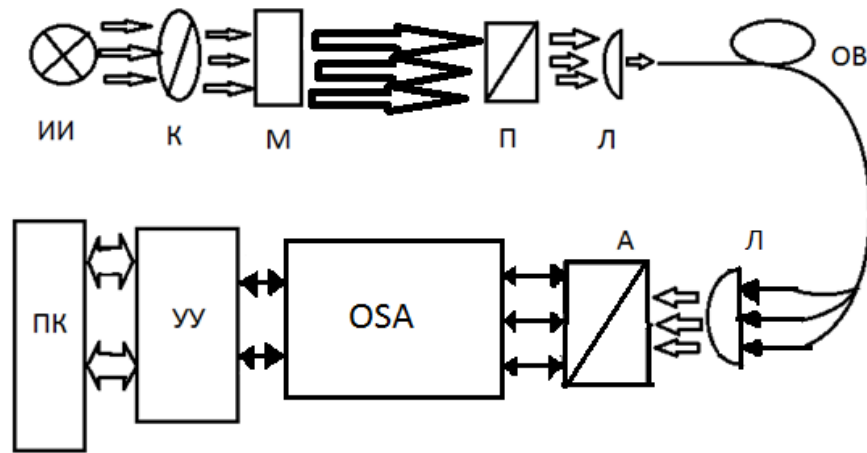


Рис. 2. Структурная схема измерения ПМД методом А (2 вариант).

Второй способ. Проводят измерение  $PA(\lambda)$  при наличии однолучевого анализатора с определенным азимутом (как в первом способе) затем повторяют измерение после поворота анализатора на  $90^\circ$  и получают зависимость  $PB(\lambda)$ . При наличии двулучевого анализатора второе измерение проводить не надо. Рекомендуется для использования в схеме рис.1.

На рис.3 приведен пример зависимости сигнала в методе А для случая, когда связь между модами незначительна, а на рис. 4 для случая, когда между модами сильная случайная связь. Оба примера позаимствованы из ГОСТ Р МЭК 60793-1-48-2014 [3].

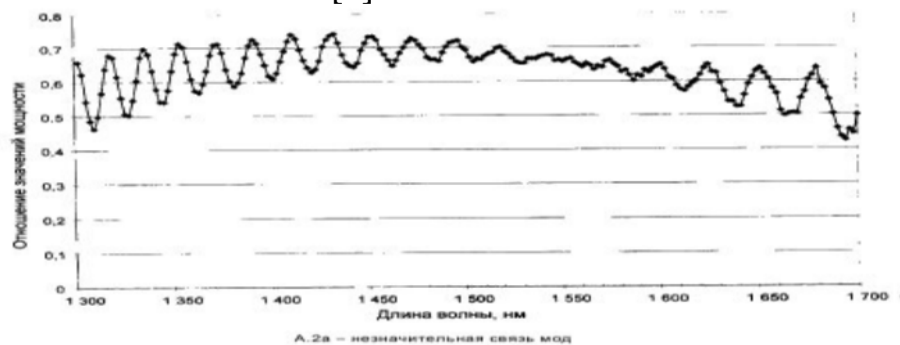


Рис. 3. Результат измерения ПМД методом А при незначительной связи мод

Функцию рекомендуется определять при равномерном шаге  $\delta\lambda$  по длине волны в диапазоне от  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Для определения среднего значения дифференциальной групповой задержки (DGD) можно использовать подсчет числа  $E$  экстремумов (максимумов и минимумов). Тогда выражение для  $k$  имеет вид, где  $k$  – коэффициент связи мод, который выбирается равным 1 при отсутствии случайной связи мод и 0.82 при полностью случайной связи мод.

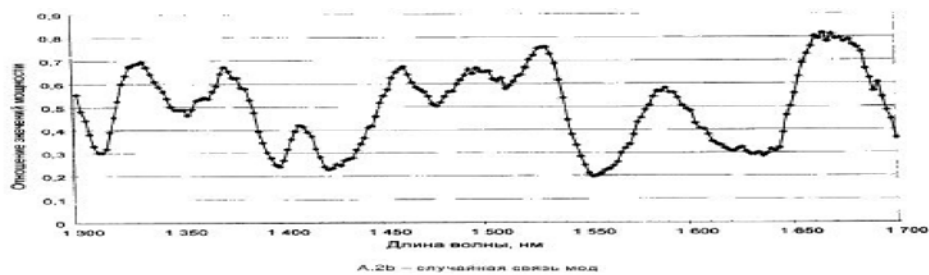


Рисунок А.2 — Типовые результаты для метода А

Рис. 4. Результат измерения ПМД методом А при значительной случайной связи мод

#### Список используемых источников

1. С.Ф. Глаголев, В.Я. Гитин, Л.Н. Кочановский. Волоконно-оптические телекоммуникационные системы и сети. 2006 г.
2. ГОСТ Р МЭК 60793-1-48-2014. Волокна оптические. Часть 1-48. Методы измерений и проведения испытаний. Поляризационная модовая дисперсия. IEC 60793-1-48: 2007
3. Френсис Оде. ПМД, ее источники и измерение в полевых условиях. "Lightwave", 2004г., №2, с.38-40.

## ТЕХНОЛОГИЯ RADIO-OVER-FIBER НА СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

**М.В. Куршиева, Б.К. Резников**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье описывается технология Radio-over-Fiber. Излагаются принципы работы и архитектура сетей с Radio-over-Fiber. Описываются преимущества и недостатки технологии Radio-over-Fiber при ее внедрении. Рассматривается выбор оптического волокна при проектировании систем с Radio-over-Fiber.*

*оптические системы передачи, оптическое волокно, Radio-over-Fiber, RoF, хроматическая дисперсия*

В наше время наблюдается активный рост количества потребителей услуг электросвязи. В том числе и мобильная связь. В среднем у каждого потребителя услуг есть 2,3 единицы мобильного терминального оборудования (мобильного телефона, планшета и проч.). Использование оптических и беспроводных систем, таких как сети Radio-over-Fiber (RoF), является ключом к удовлетворению растущих требований к полосе пропускания из-за растущей популярности видео и других приложений с высокой скоростью передачи данных. Высокий уровень интеграции оптических технологий позволяет использовать простые базовые станции с подходом «волокно-до-антенны» (FTTA) [1].

Radio over Fiber (RoF) – это технология, включающая в себя приемо-передающие частоты радиосигналов от базовой станции (БС) к пользователям посредством радиоканала, работающем на длинах волн миллиметрового диапазона, а также – передачу сигналов от центральной станции (ЦС) к БС при помощи волоконно-оптической линии связи (ВОЛС). Обобщенная структурная схема данной технологии приведена на рисунке 1.

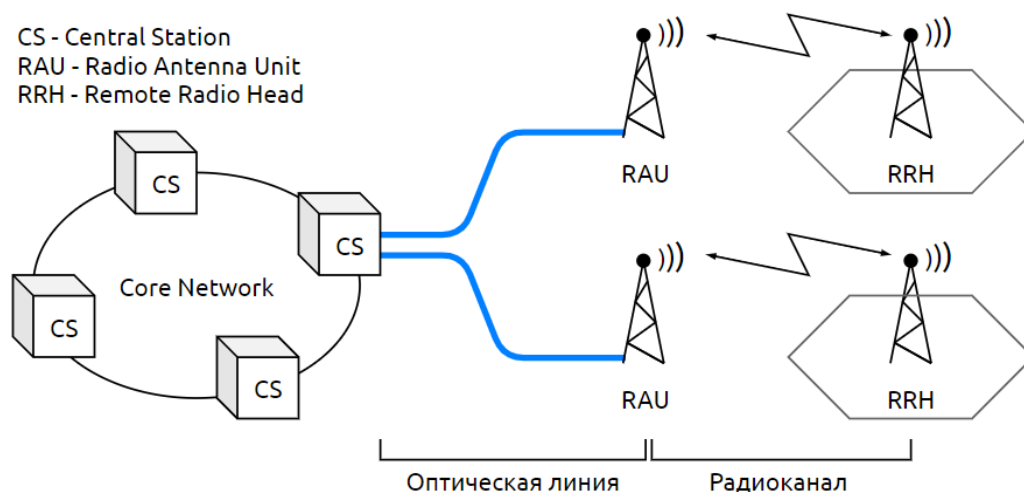


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема технологии Radio over Fiber

К преимуществам RoF можно отнести:

- большой частотный диапазон, позволяющий качественно обрабатывать сигналы высокой частоты;
- маленькие потери и небольшие искажения в ОВ способствуют увеличению расстояния между оконечными станциями в несколько раз;
- оптические сигналы не подвержены внешнему воздействию, такому как: электромагнитное влияние и помехи;
- высокий уровень защищенности информации, передаваемой по ОВ, от вредоносных вторжений;
- адаптивность и небольшая стоимость перенастройки сети.

Но несмотря на все преимущества, есть фактор, препятствующий легкому введению системы *RoF* в эксплуатацию: технология аналоговая и, как следствие, главные проблемы - это ограничения по шуму, а также динамическому диапазону стандартных систем связи.

Radio over Fiber включает в себя оборудование, способствующее наложению радиочастотного (РЧ) сигнала на несущую частоту, ВОЛС, а также аппаратного обеспечения, которое нужно для извлечения РЧ сигнала из несущей [2].

Система работает как в симплексном (одностороннем), так и в дуплексном (двустороннем) режимах.

Несущая частота ЦС в *RoF*-системах моделируется широкополосными сигналами в сверхвысоком частотном (СВЧ) диапазоне. После формирования оптические частоты попадают на дальние узлы или БС при помощи оптического волокна (ОВ). Уже на БС происходит преобразование сигнала оптического в радиочастотный, который, в свою очередь, поступает к пользователям, находящимся в пределах видимости, через микроволновую антенну [3].

Как правило, волоконно-оптические системы связи (ВОСС), включая Radio over Fiber, для передачи информации используют определенную модуляцию несущей при помощи передаваемого сигнала, которая, в свою очередь является высокочастотной.

В качестве передающей среды для широкополосных сигналов высокой скорости в системах Radio over Fiber используется одномодовое (ОМ) волокно, т. к. при использовании многомодового (ММ) волокна передающий сигнал может сильно искажаться из-за межмодовой дисперсии [1].

Волноводы-диэлектрики можно представить в виде протяженной конструкции, состоящей из нескольких слоев, которая передает электромагнитное излучение в необходимом направлении. В зависимости от материалов, геометрических параметров и значения показателя преломления будут значительно изменяться характеристики волновода. ОВ, используемое в телекоммуникациях, состоит из сердцевины и оболочки, определяющие направляющие свойства оптического волокна. На оболочку наносится первичное защитное покрытие, которое предотвращает попадание влаги в волокно, а также защищает его от негативного воздействия окружающей

среды. Если одного покрытия недостаточно, в ходе производства может быть добавлен дополнительный слой защиты.

Для проектирования новых ВОСС с использованием технологии *RoF* предпочитают использовать волны с длинами 1310 нм (обеспечивающая коэффициент затухания 0,3 дБ/км) и 1550 нм (обеспечивающая коэффициент затухания 0,2 дБ/км), а также ОМ ОВ со ступенчатым профилем показателя преломления (ППП). Для ВОСС на большие расстояния рекомендуется использовать одномодовое оптоволокно с ненулевой смещенной дисперсией [2].

Если *RoF* базируется на уже существующих оптических сетях, то в ходе внедрения технологии появляются проблемы с необходимостью компенсации хроматической дисперсии.

В заключение можно отметить, данные технологии широко распространены в современном мире. Ими пользуются как гражданские, так и военные организации. Начиная со спутниковых систем связи и заканчивая судовыми антеннами. Технология *RoF* невосприимчива к *RFI/EMI* (электромагнитное излучение), что является несомненным недостатком, поскольку в качестве среды передачи задействует оптическое волокно. Но на этом преимущества данной технологии по сравнению с другими классическими антенно-фидерными устройствами не заканчивается.

#### **Список используемых источников**

1 Afif Osseiran; Jose F. Monserrat; Patrick Marsch. 5G Mobile and Wireless Communications Technology (англ.). — Cambridge University Press, 2016. — ISBN 9781107130098.

2 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. — М.: Техносфера, 2003. — 56 с.

3 Скларов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. — М.: Солон-пресс, 2004. — 98 с.

## АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ GPON И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДОСТУПА

**А.А. Курьякова, В.С. Легостаев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В последние годы оптические сети доступа являются наиболее динамичным сегментом телекоммуникационной отрасли. Здесь постоянно совершенствуются технологии для удовлетворения новых потребностей пользователей, появляются новые, характерные только для этих сетей, технические решения. В связи с этим рассмотрим существующие элементы пассивных оптических сетей, а также затронем перспективные архитектуры оптических сетей доступа.*

### ***PON, оптическая сеть доступа, ODN, TWDM***

Технология пассивных оптических сетей (PONs, Passive Optical Networks) начинает свое развитие с 1995 г., когда группа из семи компаний (British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica и Telecom Italia) основала консорциум (FSAN, Full Service Access Network). Целью организации является разработка основ для стандартизации технологии PON и активное выведение ее на рынок для Ethernet и IP-трафика.

У исследовательской группы 15 ITU-T появилась серия базовых рекомендаций, которые более подробно обсуждаются ниже.

G.984.1 - это документ, в котором описана архитектура, а также изложены основные эксплуатационные характеристики и требования к производительности GPON-систем. В соответствии с G.984.1 при определенных условиях можно осуществлять также передачу информации на дальние расстояния (60 км) и обеспечивать высокую степень разветвления (128 абонентских узлов ONU), что выходит за рамки возможностей PON-систем [1]. Оборудование для передачи данных по технологии GPON состоит только из оптической линии, которое ориентировано на OLT (с англ. optical line terminal) и оптические сетевые устройства ONU. На рис. 1 показана логическая архитектура сети с вариантами использования различных типа кабелей и оборудования.

Начиная с главного устройств, только одно одно-режимное оптическое волокно проходит через оптический разветвитель (сплиттер), который делит оптическую мощность на  $n$  частей. Число деления оптического сигнала может варьироваться от 2 до 64. При этом дальность передачи сигнала может достигать до 20 км (см. рис. 2).

Стандарты GPON позволяют выбирать различные скорости приёма и передачи данных. Например, на передачу данных от 1,2 Гбит/с и выше 2,4 Гбит/с, на загрузку 1,9 Гбит/с и выше 2,4 Гбит/с. [2].



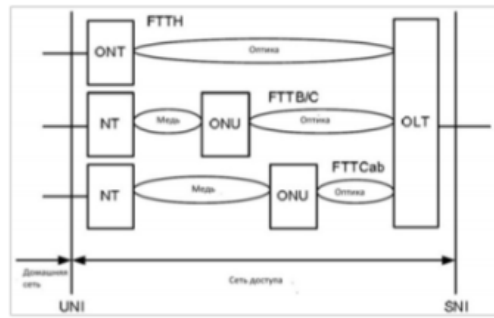


Рис. 1. Логическая архитектура сети с вариантами использования различных типа кабелей и оборудования

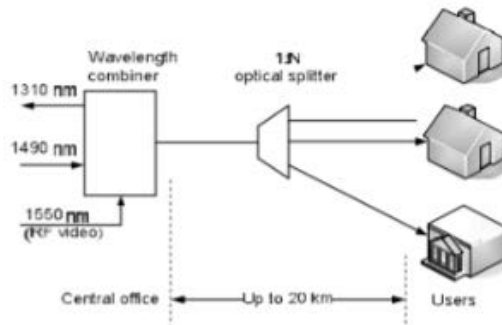


Рис. 2. Дальность передачи сигнала

Диапазон рабочих длин волн 1480-1500 нм для передачи и 1260-1360 нм для приёма данных. В дополнение этого диапазон длин волн 1550-1560 нм может использоваться для распространения видео.

При построении сетей GPON в большинстве случаев используются OLT и клиентские устройство ONU. Оптическая распределенная сеть ODN представляет собой оптическую среду, которая подключена к OLT. В неё входят оптические волокно, оптические делители, разъёмы и т.д. Основными преимуществами сетей GPON над другими уже существующими сетями, являются скорость передачи данных, а также возможность передавать данные на большие расстояния. Чтобы все это работало правильно, надо при построении учитывать многие нюансы. Основной характеристикой оптической сети является затухание. Авторами экспериментально установлено, что затухание происходит из-за того, что в ODN устройство забирает себе часть сигнала, также затухание сигнала может происходить из-за неправильного монтажа.

Дальность передачи данных зависит от мощности передатчика и приемника. Большинство организации выбирают оборудование, которое позволяет поддерживать скорость 1,244 Гбит/с. Для этой скорости рабочий бюджет оборудования составляет 22-23 дБ.

Текущий этап развития телекоммуникаций характеризуется все большим распространением оптически сетей, это обусловлено их способностью передавать большие объемы информации за короткий промежуток времени. Изменения в телекоммуникационной отрасли обусловлены быстро меняющимися требованиями рынка связи и растущими ожиданиями абонентов. Учитывая острую конкуренцию в борьбе за

абонентов, поставщики услуг должны развиваться быстро, используя новые инновационные технологии.

В качестве примера перспективной технологии PON рассмотрим архитектуру NG-PON2.

Стандарт NGPON2 реализован на основе технологии TWDM (Time and Wavelength Division Multiplexed) мультиплексирование с разделением по времени и длине волны. Большое преимущество TWDM PON это сосуществование с уже развернутыми системами такими как: GPON, XG-PON, XGS-PON и 10G EPON.

Стандарт ITUT G.989 определяет 4 (возможно расширение до 8) каналов TWDM, исходящих в OLT с использованием мультиплексора длин волн (WM). Каждый приемопередатчик должен состоять из передатчика 10 Гбит / с, приемника 10-2,5 Гбит/с и фильтра WDM для изоляции сигналов восходящего и нисходящего потоков [3]. На площадке клиента каждое ONU должно быть оснащено перестраиваемым передатчиком, способным настраиваться на любую из выделенных длин волн восходящего потока, и перестраиваемым приемником, способным настраивать любой из выделенных принятых каналов нисходящих длин волн.

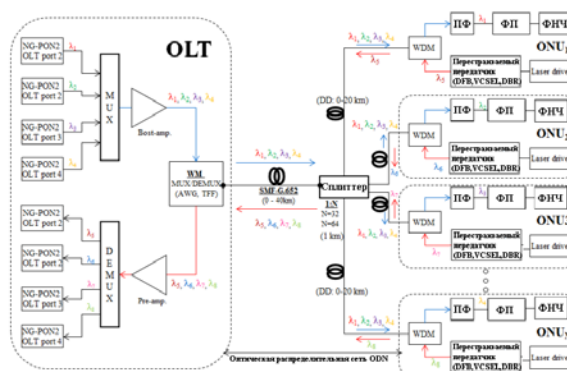


Рис.3. Архитектура NG-PON2

На рисунке 3 показана базовая архитектура NG-PON2 с использованием технологии TWDM. В нисходящем направлении используются четыре передатчика с фиксированной длиной волны 10 Гбит / с, по одному на порт OLT NG-PON2, с интервалом 100 ГГц в диапазоне L +. Эти длины волн мультиплексируются и могут быть усилены, перед мультиплексированием. WM мультиплексирует и демультиплексирует оптические сигналы при восходящей и нисходящей передаче соответственно.

ODN состоит из SMF длиной до 40 км (совместимого с ITU-T G.652 OR) с конкретными характеристиками ослабления и дисперсии.

Разветвитель мощности необходим для широкоэмиттерной передачи передаваемого сигнала каждому ONU через оптоволоконные кабели. ONU может быть расположен максимально с разностным расстоянием 40 км и дополнительно настраиваться в диапазоне (20–40 км). PON должен поддерживать не менее 256 пользователей, которые могут обслуживаться с использованием делителя мощности с коэффициентом разделения 1:64.

Наконец, в ONU другой фильтр WDM изолирует сигналы восходящего и нисходящего потоков, и для выбора конкретной длины волны, которая будет обнаружена для фотодиода PIN или APD со скоростью 10 Гбит/с, должен использоваться настраиваемый фильтр.

При передаче в восходящем направлении ONU передатчик должен быть перестраиваемым устройством (лазеры DFB, VCSEL, DBR и т.д.), для передачи на разных длинах волн. Сигнал проходит через фильтр WDM к ODN, где он снова мультиплексируется разделителем, а после 40 км SMF фильтруется WM, предварительно усиливается и демультиплексируется внутри OLT.

NG-PON2 поддерживает передачу данных на четырех (или восьми) длинах волн в диапазонах 1524-1544 нм (восходящий поток) и 1596-1602 нм (нисходящий поток). Эти длины волн выбраны специально для исключения конфликтов при совместной работе оптической сети с технологиями 10G-PON и GPON.

Развертыванию NG-PON2 способствует тот фактор, что новая технология полностью совместима с оптическими волокнами, используемыми GPON. Таким образом, для обновления сети необходимо заменить лишь оборудование – терминал оптической линии (OLT), а также модуль оптической сети (ONU) у конечного пользователя. NG-PON2 поддерживает использование элементов предыдущих технологий, и тем самым минимизирует затраты на развертывание новых оптических сетей доступа.

Однако при многих преимуществах NG-PON2 при переходе от текущего TDM-PON со скоростью 10 Гбит/с к NG-PON2 структуры оптических приемопередатчиков становятся намного сложнее. В результате потребуются лазеры с очень высокой мощностью передачи и приемники с высокой чувствительностью, что потенциально приведет к значительному увеличению затрат на систему. Необходимость поддерживать очень высокие коэффициенты разветвления еще больше увеличит требования к бюджету на электроэнергию. Технологии оптических компонентов не продвинулись до такой степени, чтобы внедрение NG-PON2 было экономически целесообразным. В долгосрочной перспективе инновации в фотонных интеграционных схемах потенциально могут решить эти проблемы.

#### **Список используемых источников:**

1. G.984.1: Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1> (дата обращения 02.11.2021).
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. / Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. - 5-е изд. - СПб.: Питер, 2019. - 992 с. Страницы 602-604.
3. G.989: 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Definitions, abbreviations and acronyms [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.989> (дата обращения 07.11.2021).

## ВОЛОКНО-ОПТИЧЕСКИЕ МАСКИРАТОРЫ

Т.В. Никулина<sup>1</sup>, А.Н. Подопригора<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

*Данная работа посвящена некоторым аспектам выбора градиентных профилей показателя преломления для парной комбинации оптических маскираторов. Представлены некоторые результаты метода управления ДМЗ путем выбора и рекомбинации двух соответствующих профилей показателя преломления, различающихся технологическими дефектами в центре ядра.*

***профиль показателя преломления, дифференциальная модовая задержка, многомодовое волокно***

В настоящее время оптические системы используются не только для связи и передачи данных, но и для видеонаблюдения, авто систем управления и жизнеобеспечения. В комплексном решении передача всех сигналов осуществляется с использованием ОК, что обеспечивает максимальную скорость информационного потока, количество каналов и безопасность.

ММ ОВ используются при реализации таких приложений, как структурированные кабельные системы (СКС), внутрикорпоративные и технологические сети передачи данных, бортовые сети, СКС центров обработки данных и вычислительных центров (ВЦ)...

В случае передачи информации по обычному медному кабелю существовала возможность несанкционированного доступа к конфиденциальной информации (КИ) несколькими способами, например, путем подключения к кабелю или путем перехвата радиоволн. Оптическое волокно не излучает волн, которые могут быть перехвачены близкорасположенной антенной. Тем не менее, они все еще не защищены от прямого подсоединения к кабелю.

Поскольку с точки зрения обеспечения информационной безопасности использование ОВ более выгодно, по сравнению с медным кабелем, многие компании предпочитают использование ОВ при построении СКС.

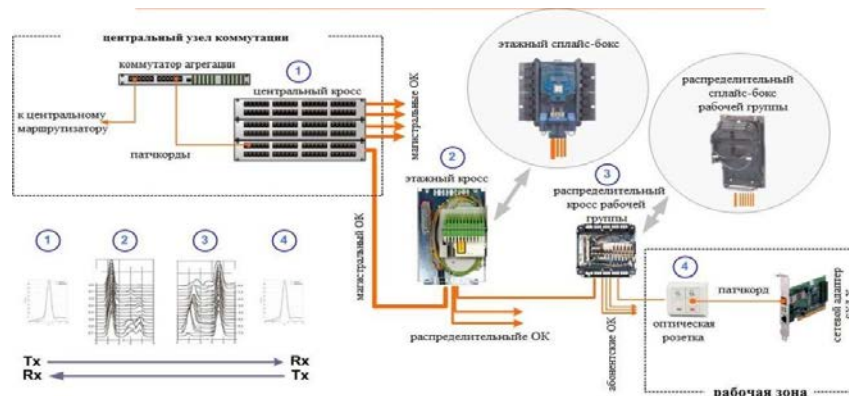


Рис. 1. – Структурная схема СКС внутрикорпоративной сети передачи данных, реализованной на базе технологии FTTH с использованием оптических крипто-волокон

Наиболее масштабные инциденты утечки информации часто происходят в результате внешних вторжений. Большинство систем защиты связаны с компьютерной безопасностью и использованием антивирусного программного обеспечения. Подкластеры на уровне "первой/последней" мили и защита данных на физическом уровне почти игнорируются.

В данной работе представлен метод реализации безопасного канала передачи данных, защищенного на физическом уровне, для сегмента «первая /последняя миля» внутрикорпоративной сети специализированным волоконно-оптическим каналом связи. Предлагаемый способ основан на использовании ММ ОВ со специальным профилем показателя преломления – рисунок 2, обеспечивающих сильные искажения оптического импульса, возникающие из-за чрезвычайно сильного эффекта дифференциальной задержки мод (ДМЗ).

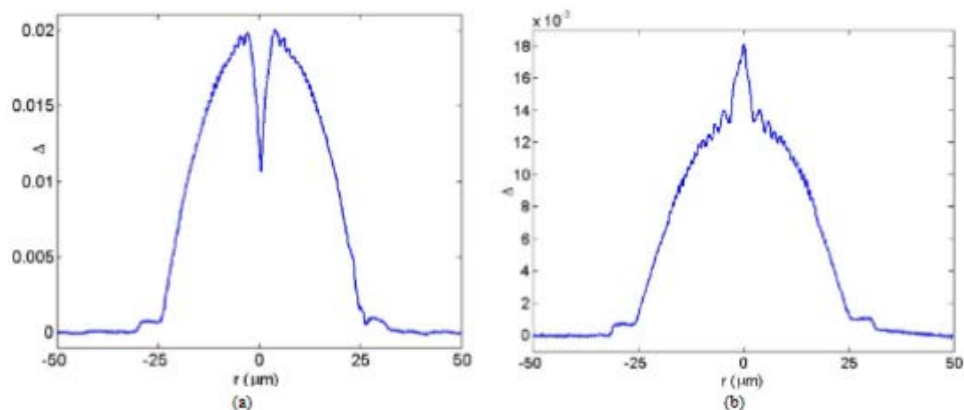


Рис. 2. - Профиль показателя преломления ММ ОВ

Это явление возникает в результате введения узконаправленного пучка, генерируемого источником оптического излучения – лазерным диодом, диаметр излучающей области которого меньше диаметра сердцевины ММ ОВ. Сигнал, проходящий через ОВ, делится на несколько составляющих (мод), которые распространяются с разной скоростью и это приводит к нежелательным помехам на приемной стороне. Главной причиной ДМЗ является наличие характерного дефекта в волокне в центре градиентного

профиля показателя преломления сердцевин. Такие дефекты возникают из-за частичного испарения оксида германия при схлопывании заготовки для волокна. Идеальный профиль градиента имеет форму параболы, но на практике часто можно наблюдать провал в центре сердцевин или наоборот, пика.

Таким образом, представлена пара оптических волокон, которые позволяют замаскировать информации в СКС за счет явления ДМЗ. Сигнал, проходя по волокну, будет испытывать искажения вследствие описанного эффекта. Используя волокно с противоположными дефектами профиля показателя преломления, можно будет восстановить форму исходного сигнала.

Были отобраны два образца ММ ОВ с большими дефектами профилей показателя преломления в центре активной зоны. Первая - это катушка с большим центральным падением (максимальный диаметр провала  $d = 6.80$  мкм, абсолютная глубина  $\otimes d = -0.0093$  (здесь  $\Delta d = n_d - n_0$ , где  $n_d$  - показатель преломления дна провала, а  $n_0$  - максимальное значение показателя преломления вокруг центра сердечника)) и длины  $L_d = 508$  м, а второй - катушка с ММ ОВ, отличающаяся сильным пиком (диаметр  $d = 6,17$  мкм и абсолютная высота пика  $\otimes d = 0,0048$  (здесь  $\Delta p = n_p - n_0$ , где  $n_p$  - показатель преломления вершины пика)), длиной  $L_p = 241$  м.

Столь большая разница между длинами тестируемой пары ММ ОВ была намеренно выбрана, так как ДМЗ сильнее проявляется в ММ ОВ с технологическим центральным дефектом профиля показателя преломления в виде пика, в отличие от ММ ОВ с центральным провалом. Здесь разница между ДМЗ описываемого типа ММ ОВ намного больше – до нескольких раз – рисунок 3 .

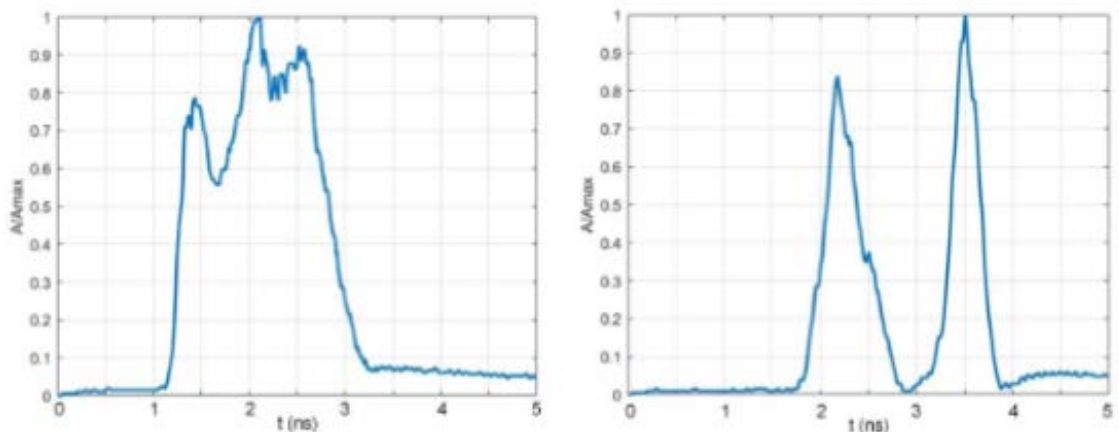


Рис. 3. - Измеренный оптический импульсный отклик на выходе ММ ОВ

Была использована рабочая станция анализатора R2D2 lab kit5-7 – рисунок 4 – для измерения отклика оптического импульса, искаженного ДМЗ. Здесь передатчик обеспечивает генерацию оптического квазиганссова импульса с полной шириной на полувысоте около 340 пс на одномодовом лазерном диоде Фабри-Перо. Лазерный диод – выход «2», соединенный



одномодовым разъемом FC / PC «3», соединен с входом «5» тестируемого образца ММ ОВ «6» через оптоволоконный адаптер «4», установленный на передней панели рабочей станции. Блок приемника включает в себя фотодиод (ФД) «10», подключенный к ММ ОВ FC/PC «9» и подключенный к выходу ММ ОВ «7» через соответствующий оптоволоконный адаптер «8», установленный также на передней панели рабочей станции. Протестированное ОВ «6», намотанное на катушку, соединенный ММ ОВ FC/PC «5» и «7» на обоих концах передатчика и приемника ММ ОВ.

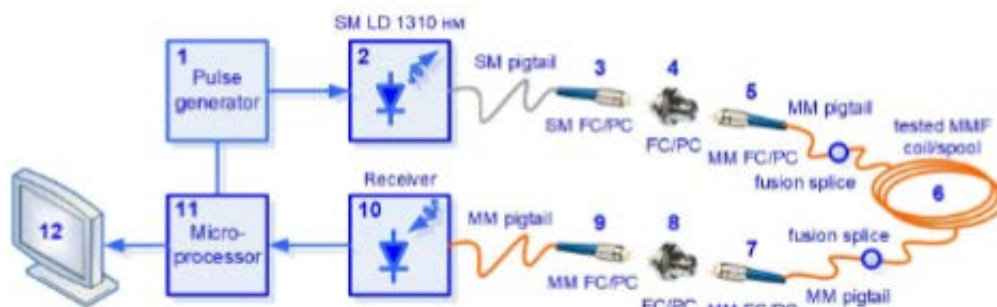


Рис. 4. - Блок-схема системы анализа ДМЗ

Промодифицировав схему ранее, рисунок 5, были проведены исследования по непосредственно компенсации эффекта – нежелательного шума в линии передачи. Мы исследовали различные комбинации протестированных пар ММ ОВ помещая образец на стороне приемника и передатчика. Анализ представленных перекрывающихся импульсных ответов демонстрирует потенциальные возможности предлагаемого подхода к избавлению, подавлению ДМЗ.



Рис. 5. - Упрощенная блок-схема экспериментальной установки

Сильные вариации диаграммы, рисунок 6, частично могут быть объяснены дополнительным фактором искажения, связанным с неоднородностями ММ ОВ: некоторые образцы ММ ОВ отличались аномальным затуханием, что также связано с сильными колебаниями диаметра ММ ОВ.

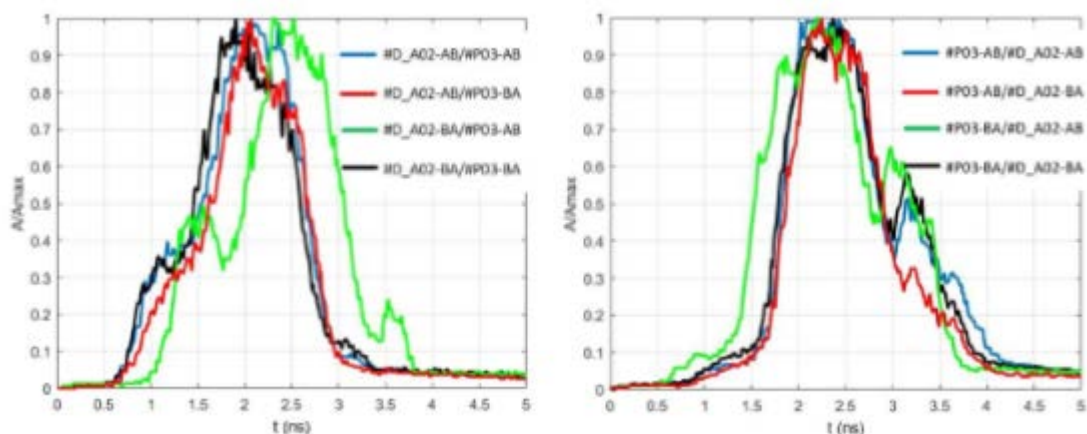


Рис. 6. - Результаты измерений оптической импульсной характеристики на выходе комбинированной волоконно-оптической линии связи с тестируемой парой

Таким образом, можно предположить, что более точный подбор длин ММ ОВ с учетом параметров центральных дефектов градиентных профилей показателя преломления оптической крипто волоконной пары может обеспечить требуемые сильные искажения лазерного излучения. При этом также необходимо учитывать следующие параметры: диаметр дефекта профиля, высоту/глубину дефекта профиля и длину ММ ОВ.

#### Список используемых источников:

1. Бурдин А.В., Губарева О.Ю., Пашин С.С., Пугин В.В. Организация защищенного канала передачи конфиденциальной информации с помощью специализированного волоконно-оптического линейного тракта // Инфокоммуникационные Технологии. – 2017. – т. 15, №4. – С. 337 – 349.
2. Bourdine A.V. Design of multimode fibers with low differential mode delay // Proceedings of SPIE. – 2011. – vol. 7992. – P. 799208-1–799208-12.
3. Bourdine A.V. Design of refractive index profile for multimode optical fibers with low differential mode delay // Journal of Optoelectronics Engineering. – 2013. – vol. 1(1). – P. 5 – 13
4. Bourdine A. Design of reverse DMD multimode fibers // Proceedings of SPIE. – 2008. – vol. 7026. – P. 702605-01 – 702605-013



## ИЗМЕРЕНИЕ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ В ОДНОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

**Н.М. Оброскова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*На сегодняшний день существуют множество технологий для безошибочной передачи высокоскоростных оптических сигналов на большие расстояния. Но на передачу оптических сигналов по сети влияет множество факторов, которые затрудняют передачу сигналов. Одним из наиболее важных факторов, ухудшающих качество связи, является хроматическая дисперсия.*

*хроматическая дисперсия, оптический кабель, волоконно-оптические системы связи, DWDM, оптическое излучение*

Хроматической дисперсией (ХД) называется как зависимость эффективного показателя преломления ОВ от длины волны, так и ее следствие – увеличение длительности оптических импульсов при их распространении по волокну. Длительность оптического импульса на выходе длинного ОВ определяется относительной групповой задержкой самой медленной спектральной компоненты относительно самой быстрой. Поэтому влияние ХД пропорционально ширине спектра светового сигнала. Из-за этого используются узкополосные источники излучения – лазерные диоды (ЛД). Современные ЛД, являются источниками практически когерентного излучения, ширина полосы излучения которых может составлять единицы килогерц и меньше. Поэтому при использовании в качестве передатчика оптических сигналов непрерывных ЛД с внешней модуляцией ширина спектра светового сигнала определяется характером модуляции. Ширина спектра  $\Delta\nu$  последовательности оптических импульсов цифровой двоичной системы связи в этом случае пропорциональна битовой скорости  $B$ ,  $\Delta\nu = K B$ , где коэффициент пропорциональности  $K$ , близкий к единице, зависит от используемого формата модуляции. Таким образом, каждый световой импульс сигнала представлен группой длин волн в узком спектральном диапазоне – волновым пакетом.

Так как различные длины волн распространяются с разными скоростями, то входной оптический импульс будет становиться все шире. Из-за увеличения длительности соседние импульсы начинают пространственно перекрываться, нарушая работу цифровой системы передачи информации.

ХД в ОВ характеризуется следующими параметрами:

1. Коэффициент ХД (chromatic dispersion coefficient): малое изменение задержки светового импульса на участке волокна единичной длины (1 км), при единичном изменении длины волны (1 нм) несущей этого импульса. Единица измерения – пс/(нм·км).

2. Наклон кривой в точке нулевой дисперсии (zero dispersion slope): наклон зависимости коэффициента ХД от длины волны в точке нулевой дисперсии. Единица измерения – пс/((нм)<sup>2</sup>·км).

3. Длина волны нулевой дисперсии: длина волны, при которой коэффициент ХД принимает нулевое значение.

Методы измерения хроматической дисперсии:

Метод А. Измерение фазового сдвига.

Метод основан на использовании нескольких источников излучения с разными длинами волн в необходимом спектральном диапазоне, например от 1000 до 1700 нм и узким спектром излучения менее  $\delta\lambda = 5$  нм и интервалом между соседними длинами волн порядка  $\Delta\lambda = 20$  нм. Это могут быть ЛД с распределенной обратной связью или DFB – ЛД (distributed feedback laser).

Результатом измерений является зависимость разности фаз электрического сигнала  $U_c$  от длины волны излучения, которая должна быть равной разности фаз оптической огибающей. Для уменьшения погрешности измерения разности фаз необходимо, чтобы задержки электрических сигналов были существенно меньше задержек в ОВ. Этим обусловлен выбор сравнительно большой длины ОВ (более 1 км). Затем рассчитывается относительное время задержки сигналов соседних длин волн и величина ХД. Для повышения точности измерений можно провести калибровку измерительной установки (рис. 1), поместив вместо испытуемого образца короткий отрезок ОВ. Полученная при этом зависимость фазы или времени задержки от длины волны будет в основном связана с задержками в электрическом тракте, которые могут быть источниками погрешности измерений в исследуемом ОВ.

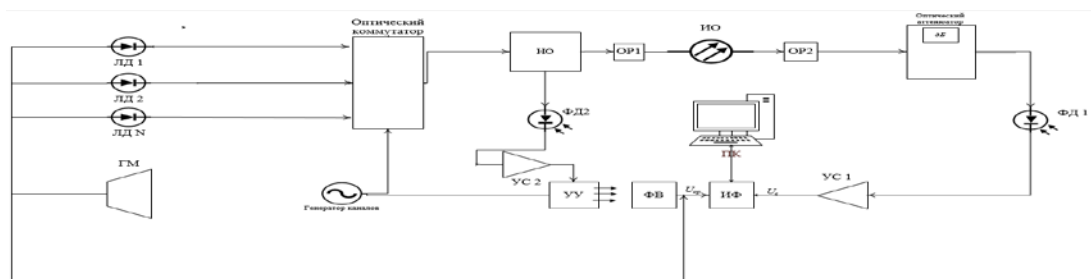


Рис. 1. Структурная схема установки для измерения хроматической дисперсии.

В установку входит набор из ЛД (ЛД<sub>1</sub>, ЛД<sub>2</sub>... ЛД<sub>N</sub>) с различными длинами волн (от  $\lambda_1$  до  $\lambda_N$ ), которые подключены к оптическому коммутатору, управляемому от генератора ГК. ЛД поочередно подключаются к исследуемому образцу оптического волокна (ОВ). Излучение ЛД модулируется от генератора модулирующего сигнала (ГМ) с частотой  $f$ . Форма модулирующего сигнала может быть синусоидальной, трапециоидальной или прямоугольной. Часть оптического излучения от ЛД поступает на контрольный фотоприемник ФП2, преобразуется в электрический сигнал, который усиливается в усилителе УС2 и поступает в устройство управления (УУ). Это устройство совместно с компьютером (ПК) управляет коммутациями ЛД, стабилизирует мощности излучения ЛД, используя сигнал с ФП2. Основная часть излучения от ЛД проходит через

ОВ, аттенюатор (АТТ) и попадает на основной фотоприемник ФП1. Электрический сигнал  $U_c$  с частотой  $f$  поступает на сигнальный вход измерителя фазы (ИФ). На второй опорный вход ИФ поступает через фазовращатель ФВ опорный сигнал с ГМ  $U_{op}$ . Время подключения конкретного ЛД к ОВ должно быть достаточным для измерения фазы огибающей модулирующего сигнала. Аттенюатор на входе ФП1 позволяет предотвратить его насыщение большим оптическим сигналом.

Запишем выражения для времени распространения  $t_1$  и  $t_2$  огибающей амплитудно - модулированных сигналов с соседними длинами волны  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  по ОВ длиной  $L$  с групповыми показателями преломления  $n_{g1}$  и  $n_{g2}$  на этих длинах волн

$$t_1 = \frac{L}{V_{g1}} = \frac{L \cdot n_{g1}}{c} \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{L}{V_{g2}} = \frac{L \cdot n_{g2}}{c} \quad (1)$$

Для разности времен распространения справедливо

$$\Delta t = \frac{L(n_{g1} - n_{g2})}{c} = \frac{L \cdot \Delta n_g}{c}. \quad (2)$$

Теперь запишем выражения для изменения фаз модулирующих сигналов с этими же длинами волн излучения

$$\varphi_1 = \frac{2\pi \cdot t_1}{T_0} = \frac{2\pi \cdot L \cdot n_{g1}}{c \cdot T_0} = \frac{2\pi \cdot L \cdot n_{g1} \cdot f}{c} \quad \text{и} \quad \varphi_2 = \frac{2\pi \cdot L \cdot n_{g2} \cdot f}{c}. \quad (3)$$

Для разности фаз сигналов соседних длин волн справедливо

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi \cdot L \cdot (n_{g1} - n_{g2}) \cdot f}{c} = \frac{2\pi \cdot L \cdot \Delta n_g \cdot f}{c}. \quad (4)$$

Для хроматической дисперсии на длине волны  $\lambda_0 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$  можно записать

$$D_x(\lambda_0) = \frac{\Delta t}{\Delta \lambda \cdot L} = \frac{L \cdot \Delta n_g}{c \cdot (\lambda_2 - \lambda_1) \cdot L} = \frac{\Delta \varphi \cdot c}{2\pi \cdot f \cdot c \cdot \Delta \lambda \cdot L} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L} \cdot \frac{\Delta \varphi}{\Delta \lambda}, \quad (5)$$

где  $\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ .

Т.к. сдвиг фаз  $\Delta \varphi$  не может превышать  $2\pi$ , а разность времен прихода сигналов  $\Delta t$  разных длин волн не может превышать один период частоты модуляции, то для однозначности получаемых результатов, на частоту модуляции накладывается ограничение

$$\Delta t = |D_x| \cdot L \cdot \Delta \lambda < T_0 = 1 / F_0; \quad \text{Т.е.} \quad F_{max} \leq \frac{1}{|D_x| \cdot L \cdot \Delta \lambda}. \quad (6)$$

При  $|D_x|_{max} = 100$  пс/(нм км),  $L = 1$  км,  $\Delta \lambda = 20$  нм получим  $F_{max} \leq 0.5$  ГГц.

$\tau(\lambda) = \frac{t(\lambda)}{L} = \frac{n_g(\lambda)}{c}$  и хроматической дисперсии  $D_x(\lambda)$  для стандартного ОВ.

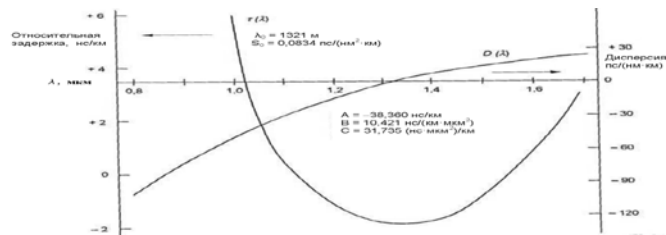


Рис. 2. Зависимости времен задержки и хроматической дисперсии от длины волны излучения для стандартного ОВ.

### Метод С. Измерение дифференциального фазового сдвига.

Метод измерения дифференциальной фазы предполагает определение разности фаз между огибающими излучения двух близких длин волн модулированных одной частотой. Источник излучения (ИИ) в этой установке должен быть широкополосным, а необходимые для измерения две длины волны выделяются селектором длин волн. По результирующим значениям ХД подбирают уравнение для каждого типа волокна.



Рис. 3. Упрощенная структурная схема установки для измерения ХД дифференциальным фазовым методом.

### Метод В. Измерение спектральной групповой задержки во временной области.

В основу метода положено измерение интервалов времени между передним фронтом оптического импульса с длиной волны  $\lambda_1$  на входе в ОВ и передним фронтом импульса выходящего из ОВ.

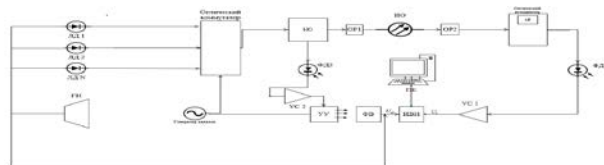


Рис. 5. Упрощенная структурная схема установки для измерения ХД методом измерения спектральной групповой задержки во временной области.

Установка содержит ЛД, излучение которых модулируется короткими импульсами от генератора импульсов (ГИ). Оптические импульсы с разными длинами волн поочередно через оптический коммутатор поступают в образец исследуемого ОВ. Выходящий из ОВ импульс преобразуется в электрический импульс в фотоприемнике ФП1, который усиливается в усилителе УС1, усиленный импульс  $U_c$  поступает на второй вход в измеритель временных интервалов (ИВИ). На первый (опорный) вход ИВИ поступает импульс напряжения  $U_{op}$  от ГИ. Обычно ИВИ работает следующим образом. Поступающий на 1 вход импульс передним фронтом открывает вход счетчика импульсов для генератора счетных импульсов с высокой частотой следования. Поступающий на 2 вход импульс передним фронтом закрывает вход счетчика импульсов. Накопленное счетчиком

количество импульсов пропорционально времени распространения импульса в исследуемом ОВ. Входящие в схему установки НО, ФП2, УС2, УУ и АТТ выполняют функции, которые рассмотрены при описании схемы метода А. (рис. 1).

Теоретическое время распространения импульсов  $t_1$  и  $t_2$  на соседних длинах волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  по ОВ длиной  $L$  можно определить по выражению (1). В общем случае дополнительные задержки  $t_{1d}$  и  $t_{2d}$  зависят от длины волны  $\lambda$  и вносят погрешности в измерения ХД. Для устранения этой погрешности используют измерения дополнительных задержек  $t_{1d}$  и  $t_{2d}$  в той же установке с включением вместо испытуемого ОВ короткого ОВ с фильтрами оболочечных мод и мод высокого порядка.

Величину ХД для длины волны  $\lambda_0 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$  определяем по выражению:

$$D_x(\lambda_0) = \frac{t_{1p} - t_{1d} - t_{2p} + t_{2d}}{(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot L} = \frac{\Delta t}{\Delta \lambda \cdot L} \quad (7)$$

Далее по экспериментальной зависимости  $D_x(\lambda)$  подбирается аппроксимирующая формула для зависимости ХД от длины волны излучения.

Рассмотрим требования к ГИ и ИВИ. Пусть максимальное значение ХД  $D_{x\max} = 100$  пс/(нм км), длина ОВ  $L = 10$  км, интервал между соседними длинами волн  $\Delta\lambda = 20$  нм. Тогда максимальная величина  $\Delta t = 20$  нс и для обеспечения разрешающей способности  $0.1$  пс/(нм км) нужно иметь период счетных импульсов  $20$  пс (частоту  $50$  ГГц). Время одного измерения (на одной длине волны) должно быть не менее  $50$  мкс, а емкость счетчика импульсов должна быть не меньше  $2.5 \cdot 10^6$ .

Метод Д. Измерение хроматической дисперсии интерференционным методом.

В этом методе используются короткие образцы ОВ (обычно от  $1$  до  $10$  м). Измеряется временная задержка, зависящая от длины волны, между испытуемым образцом и эталонной траекторией с использованием интерферометра Маха - Цендера. Используется модуляция источника излучения по интенсивности с низкой частотой  $50$ - $500$  Гц и синхронное детектирование сигнала. Волновой селектор выбирает значение длины волны для которой измеряют групповую задержку. Его размещают либо на входном, либо на выходном конце испытуемого ОВ. Ширина спектра обычно  $2$ - $10$  нм. Оптическая эталонная траектория состоит из устройства линейного позиционирования и эталонного ОВ или оптической линии задержки.

При использовании воздушной траектории в качестве оптической линии задержки ХД отсутствует и коэффициент хроматической дисперсии испытуемого ОВ может быть легко измерен. Если ОВ выбрано в качестве эталона, то это волокно предварительно калибруют в этой же установке.

Устройство линейного позиционирования размещают на эталонной траектории для обеспечения баланса оптической длины двух траекторий интерферометра. Устройство позиционирования должно иметь достаточную точность, однородность и стабильность линейного перемещения в диапазоне до  $10$ - $20$  мм при точности  $2$  мкм.

При использовании эталонного ОВ его длина должна быть приблизительно равной длине испытуемого ОВ. Значения групповой задержки эталонного ОВ должны быть известны во всем диапазоне длин волн. Они используются для расчета групповой задержки испытуемого ОВ.

Зависимость групповой задержки для оптической линии задержки должна быть известна для расчета групповой задержки испытуемого ОВ.

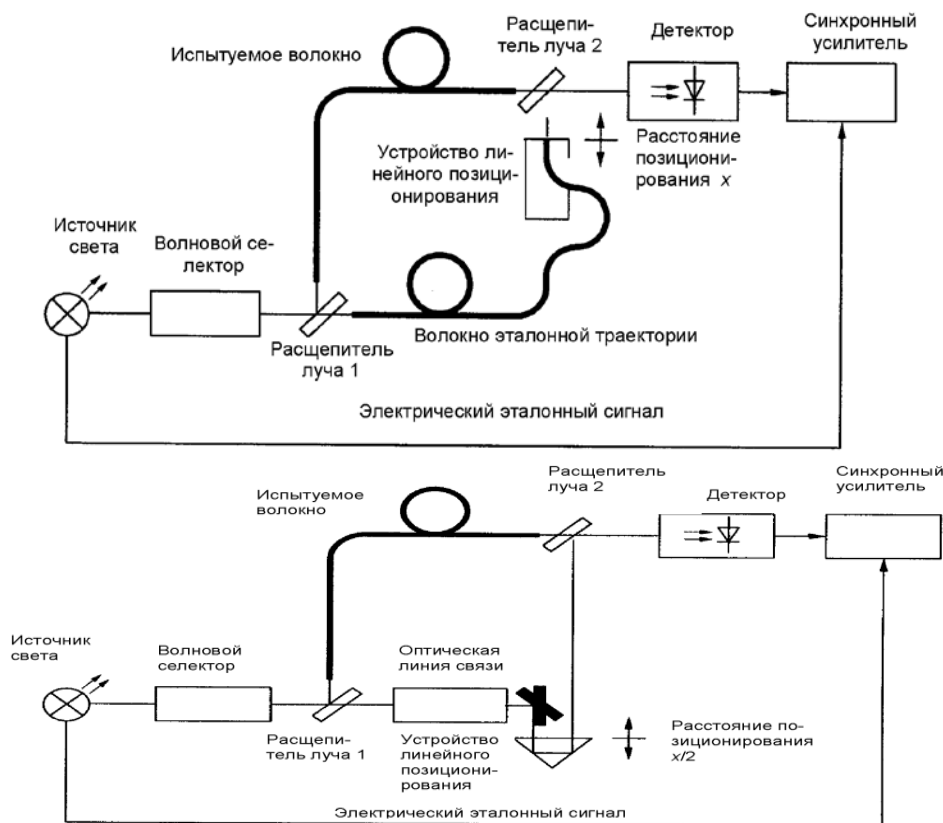


Рис. 6. Упрощенная структурная схема для измерения ХД интерференционным методом.

#### Список используемых источников информации:

1. Былина М.С., Глаголев С.Ф. Оптические волокна в телекоммуникациях. – УП 2019г.
2. Г.П.Агравал. Нелинейная волоконная оптика. – М., Мир, 1996.
3. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. – Вэлком, 2002.
4. <http://optictelcom.ru>.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ 4-КАНАЛЬНОГО СПЛАВНОГО ОПТИЧЕСКОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ CWDM

**В.О. Пак, А.С. Фролова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной работе представлены методика и результаты расчета четырехканального мультиплексора для системы CWDM на основе сплавных биконических разветвителей. Рассмотрены принципы работы сплавного биконического разветвителя, показано, что он обладает селективными свойствами, проведено моделирование мультиплексора CWDM для объединения и разделения 4-х спектральных каналов 1470, 1490, 1510 и 1550 нм.*

*волоконно-оптическая система передачи, оптический разветвитель, биконический разветвитель, разветвитель сплавной конструкции, FBT разветвитель, технология спектрального уплотнения, Wavelength Division Multiplexing, WDM, Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM*

На местных и зонавых сетях связи широко применяется технология грубого спектрального мультиплексирования (Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM), позволяющая создать в одном оптическом волокне (ОВ) до 18-ти спектральных каналов на разных длинах волн. Интервал между соседними спектральными каналами  $\Delta\lambda$  стандартизован и составляет 20 нм [1, 2].

Основным компонентом системы CWDM является оптический мультиплексор, осуществляющий объединение и разделение спектральных каналов. В данной статье проведено моделирование мультиплексора CWDM, конструкция которого представлена на рис. 1.

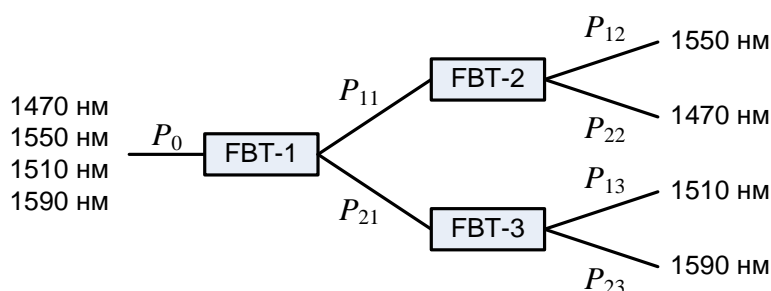


Рис. 1. Четырехканальный мультиплексор CWDM в режиме демультиплексирования

Моделируемое устройство состоит из трех сплавных биконических разветвителей (Fused Biconic Taper, FBT) и позволяет объединять и разделять 4 спектральных канала с длинами волн  $\lambda_1 = 1550$ ,  $\lambda_2 = 1470$ ,  $\lambda_3 = 1510$  и  $\lambda_4 = 1590$  нм. Рассмотрим его работу в режиме демультиплексирования. Разветвитель FBT-1 осуществляет разделение группового сигнала на две

пары каналов 1470/1550 и 1510/1590, поступающих на разветвители FBT-2 и FBT-3, которые осуществляют их демультиплексирование на отдельные каналы.

FBT представляет собой двойной конический переход, формируемый сплавлением двух одномодовых волокон с одновременной растяжкой зоны соединения. При этом между сердцевинами волокон формируется распределенная оптическая связь (рис. 2).

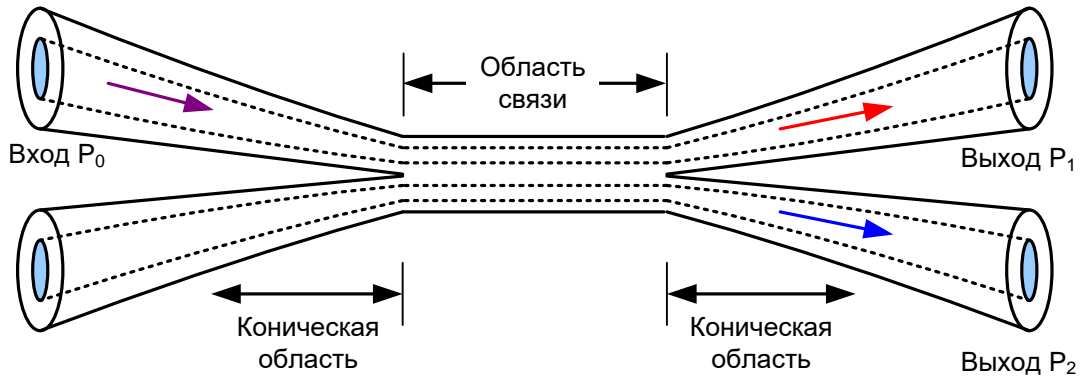


Рис. 2. Конструкция FBT

Введенное в одно из волокон излучение, попадая в область связи, начинает перекачиваться между сердцевинами за счет эффекта туннелирования. Для описания этого процесса в [3, 4] введен коэффициент связи  $C(\lambda)$ , зависящий от длины волны  $\lambda$ :

$$C(\lambda) = \frac{3\pi\lambda}{32n_{cl} \cdot r^2} \left\{ \left( 1 + \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} + \left( 1 + \frac{n_{air}^2}{n_{cl}^2} \cdot \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} \right\}, \quad (1)$$

где  $n_{cl}$  и  $n_{air}$  – показатели преломления оболочки ОВ и воздуха (среды, окружающей область связи), соответственно,  $r$  – радиус области связи,  $V(\lambda)$  – нормированная частота для области связи:

$$V(\lambda) = 2\pi r \cdot \sqrt{n_{cl}^2 - n_{air}^2} / \lambda. \quad (2)$$

Для коэффициентов передачи FBT справедливо [3, 4]:

$$K_1 = P_1/P_0 = \cos^2(C(\lambda) \cdot L), \quad K_2 = P_2/P_0 = \sin^2(C(\lambda) \cdot L), \quad (3)$$

где  $L$  – длина области связи,  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  – мощности излучения на выходах.

Для  $r$  в [4] предлагается использовать выражения:

$$r = \sqrt{VV/\pi \cdot L}, \quad VV = 2\pi \cdot r_{cl}^2 \cdot l_t, \quad (4)$$

где  $VV$  – объем растягиваемой области,  $r_{cl} = 125$  мкм – радиус оболочки ОВ,  $l_t$  – длина нагревателя, принятая в данной работе равной 1.05 мм.

Из (1)–(4) видно, что мощности выходных сигналов зависят одновременно от  $\lambda$  и  $L$ . Это позволяет использовать FBT в качестве мультиплексора [3, 4].



Проведем моделирование ФВТ, входящих в состав мультиплексора CWDM (рис. 1). На рис. 3 представлены результаты расчета зависимостей коэффициентов деления ФВТ  $K_1$  и  $K_2$  от длины области связи  $L$ .

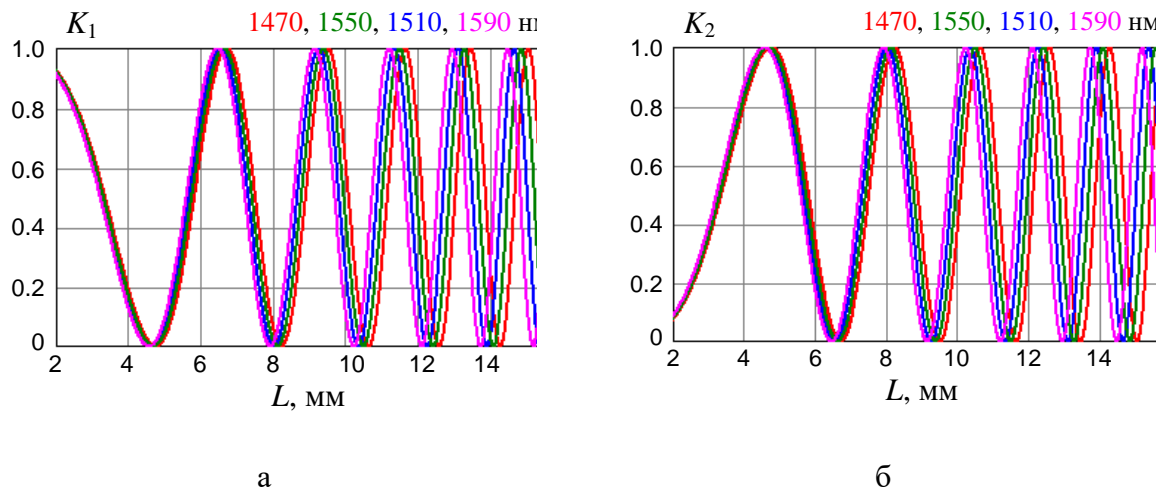


Рис. 3. Коэффициенты деления ФВТ-1: а –  $K_1$ , б –  $K_2$ .

Из рис. 3 видно, что, изменяя длину области связи  $L$ , можно получать устройства с разными параметрами. В схеме на рис. 2 наиболее сложным элементом является ФВТ-1. Для обеспечения его правильной работы необходимо выбрать  $L = L_1$  так, чтобы коэффициенты  $K_1(\lambda_1)$ ,  $K_1(\lambda_2)$ ,  $K_2(\lambda_3)$ ,  $K_2(\lambda_4)$  одновременно достигали максимума, а  $K_2(\lambda_1)$ ,  $K_2(\lambda_2)$ ,  $K_1(\lambda_3)$ ,  $K_1(\lambda_4)$  – минимума. Из рис. 4 видно, что это условие достигается при  $L_1 \approx 29.38$  мм.

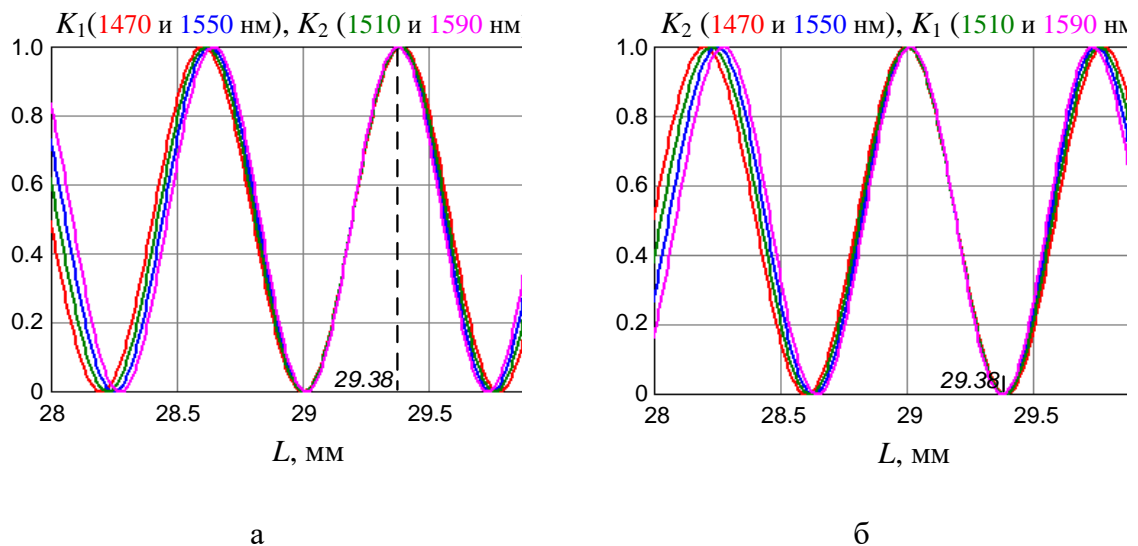


Рис. 4. Определение длины области связи ФВТ-1

Используя рассчитанные коэффициенты передачи, определим вносимые ФВТ-1 потери  $a$  и изоляцию  $A$  каждого канала, обусловленные только разделением мощностей сигналов между выходами устройства:

$$a(\lambda_i) = \begin{cases} 10 \cdot \lg(1/K_1(\lambda_i)), & i = 1, 2 \\ 10 \cdot \lg(1/K_2(\lambda_i)), & i = 3, 4, \end{cases} \quad (5)$$

$$A(\lambda_i) = \begin{cases} 10 \cdot \lg \left( \frac{\sum_i P_{11}(\lambda_i)}{\sum_j P_{11}(\lambda_j)} \right), & i = 1, 2; j = 3, 4 \\ 10 \cdot \lg \left( \frac{\sum_i P_{21}(\lambda_i)}{\sum_j P_{21}(\lambda_j)} \right), & i = 3, 4; j = 1, 2 \end{cases}, \quad (6)$$

Рассчитанные параметры FBT-1 приведены в табл. 1. Аналогично были определены параметры FBT-2 и FBT-3 (табл. 2).

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчета параметров FBT-1

Параметр	FBT-1			
	Выход 11		Выход 21	
Длина волны, нм	1470	1550	1510	1590
Вносимые потери, дБ	0.0035	0.0001	0.0001	0.0055
Изоляция, дБ	31.89		32.76	
Длина области связи, мм	29.38			

ТАБЛИЦА 2. Результаты расчета параметров FBT-2 и FBT-3

Параметр	FBT-2			
	Выход 12	Выход 22	Выход 13	Выход 23
Длина волны, нм	1550	1470	1510	1590
Вносимые потери, дБ	0.005	0.014	0.005	0.002
Изоляция, дБ	24.78	29.60	34.35	29.05
Длина области связи, мм	20.73		20.47	

В заключение определим вносимые потери и изоляцию смоделированного четырехканального мультиплексора по каждому из каналов:

$$a(\lambda_i) = \begin{cases} a_1(\lambda_i) + a_2(\lambda_i) & \text{при } i = 1, 2 \\ a_1(\lambda_i) + a_3(\lambda_i) & \text{при } i = 3, 4, \end{cases} \quad (7)$$

$$A(\lambda_i) = \begin{cases} 10 \cdot \lg \left( \frac{K_{11}(\lambda_i) \cdot K_{12}(\lambda_i)}{\sum_{j \neq i} K_{11}(\lambda_j) \cdot K_{12}(\lambda_j)} \right) & \text{при } i = 1 \\ 10 \cdot \lg \left( \frac{K_{11}(\lambda_i) \cdot K_{22}(\lambda_i)}{\sum_{j \neq i} K_{11}(\lambda_j) \cdot K_{22}(\lambda_j)} \right) & \text{при } i = 2 \\ 10 \cdot \lg \left( \frac{K_{12}(\lambda_i) \cdot K_{13}(\lambda_i)}{\sum_{j \neq i} K_{12}(\lambda_j) \cdot K_{13}(\lambda_j)} \right) & \text{при } i = 3 \\ 10 \cdot \lg \left( \frac{K_{12}(\lambda_i) \cdot K_{23}(\lambda_i)}{\sum_{j \neq i} K_{12}(\lambda_j) \cdot K_{23}(\lambda_j)} \right) & \text{при } i = 4 \end{cases}, \quad (8)$$

где  $a_j$  – потери, вносимые FBT- $j$ ,  $K_{1j}$  и  $K_{2j}$  – коэффициенты передачи FBT- $j$ .

Результаты расчетов по выражениям (7)–(8) приведены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3. Параметры смоделированного мультиплексора CWDM

Параметр	Значение			
	Выход 12	Выход 22	Выход 13	Выход 23
Длина волны, нм	1550	1470	1510	1590
Вносимые потери, дБ	0.006	0.018	0.011	0.002
Изоляция, дБ	23.98	27.64	27.52	30.45

Из табл. 3 видно, что у смоделированного четырехканального мультиплексора вносимые потери не превышают 0.018 дБ, а изоляция каналов составляет не менее 23.98 дБ.

#### Список используемых источников информации:

1. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепцова Н.Н. – М: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005. – 576 с.

2. G.694.2 Спектральные сетки для применения технологий WDM: сетка длин волн технологии CWDM: Recommendation / ITU-T – Декабрь, 2003. – 12 с.

3. Дементьев С.Г., Ключник Н.Т., Кузнецов В.А., Яковлев М.Я. Волоконно-оптические мультиплексоры/демультиплексоры для систем передачи информации [Электронный ресурс] // ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-ВОС». URL: [http://www.tmvos.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74&Itemid=186](http://www.tmvos.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=186).

4. Пак В.О., Фролова А.С. Моделирование и исследование оптического разветвителя 4x4 сплавной конструкции. – Материалы Региональной научно-методической конференции магистрантов и их руководителей «Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики» (ПКМ-2020). – СПб.: СПбГУТ, –2021. С. 313–317.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА С ПОМОЩЬЮ МОНОХРОМАТОРА УМ-2

**В.В. Побегалова, Б.К. Резников, Г.В. Степаненков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье приводится пример использования монохроматора УМ-2 для измерения спектра пропускания интерференционного фильтра. Рассматривается процесс получения спектральной характеристики тонкопленочной структуры. Объектом исследования является тонкопленочный фильтр и его пропускательная способность.*

*Цель работы - оценивание спектральных характеристик некоторых образцов тонкопленочных фильтров в видимой области спектра.*

***монохроматор УМ-2, фильтрация излучения, тонкопленочные фильтры, оптическое приборостроение, TFF***

Пассивный оптический фильтр представляет собой многослойную структуру, состоящую из тонких слоев оптических материалов, каждый из которых обладает своими толщиной и показателем преломления (оптической плотностью). Работа пассивного оптического фильтра основана на явлении интерференции, поэтому такие фильтры называют интерференционными. В зависимости от количества слоев и их параметров оптические фильтры могут иметь различные передаточные характеристики.

Интерференционные фильтры применяются в различной оптической технике, где требуется фильтрация оптического и инфракрасного излучения, начиная от оптических приборов типа проектора и заканчивая техникой связи.

Целью работы является исследование методики проведения исследования спектральных характеристик интерференционного фильтра в видимой области спектра с помощью монохроматора УМ-2.

Используемое оборудование:

- Тонкопленочный фильтр
- Монохроматор УМ-2
- Стойка под фильтр с возможностью изменения угла поворота
- Лампа накаливания К-12 (12 В, 30 Вт)

Тонкопленочный интерференционный фильтр был взят из проектора, в нём фильтр выполняет функцию отражения световых волн зеленого цвета.

Монохроматором называется прибор, в котором, путем поворота диспергирующего элемента, можно сканировать спектр излучения относительно выходной щели, чтобы осуществить регистрацию спектра.

Монохроматор УМ-2 выделяет монохроматические участки спектра в видимой и ближней инфракрасной областях.

Технические характеристики:

- Рабочий диапазон 380 - 1000 нм;
- фокусное расстояние объективов 280 мм;
- цена деления барабанщика щели 0,01 мм;
- пределы раскрытия щели новая строка преломляющий угол призмы  $60^\circ$ ;

Градуировка барабана длин волн указана в [2]. Так как данных для анализа спектральной характеристики недостаточно, исходные данные были аппроксимированы, построен график зависимости длины волны от угла поворота барабана монохроматора, представлен на рис. 1.

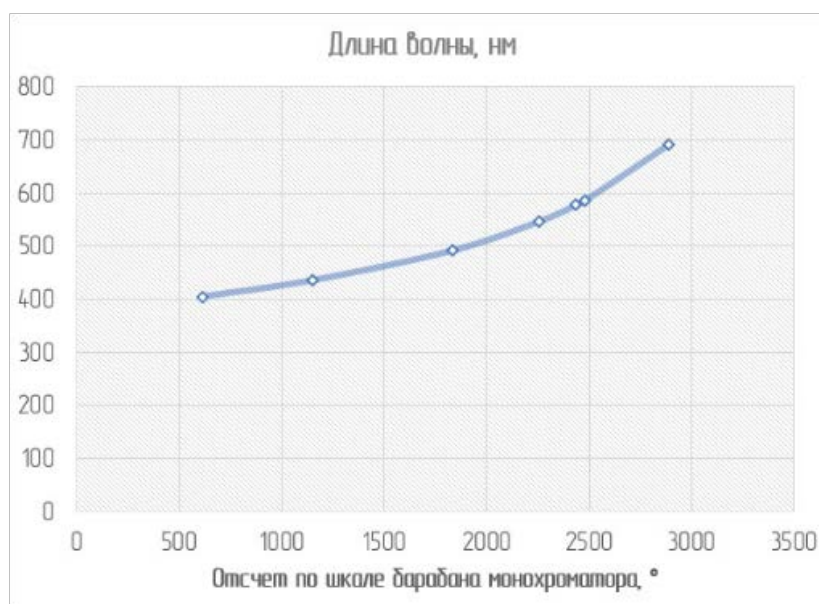


Рис. 1. График зависимости длины волны от угла поворота барабана монохроматора

В качестве источника излучения использована лампа накаливания К-12. Такой выбор связан с тем, что такой источник обеспечивает равномерную спектральную характеристику по всей области видимого спектра.

В первую очередь проанализирована спектральная характеристика источника света без фильтра. Для этого к окуляру на выходе зрительной трубы помещена камера мобильного телефона. Далее производилась фотофиксация на выходе зрительной трубы при повороте барабана, которые впоследствии были составлены в единое изображение с использованием графического редактора, образуя картинку с плавным переходом между цветами (первичная обработка).

Далее интерференционный фильтр установлен между лампой и монохроматором под углом  $0^\circ$  к входной щели монохроматора и процесс измерения заключался последовательном снятии спектра - пять раз с поворотом фильтра на  $9^\circ$ .

Результаты снятия спектра источника излучения представлены на рис. 2.

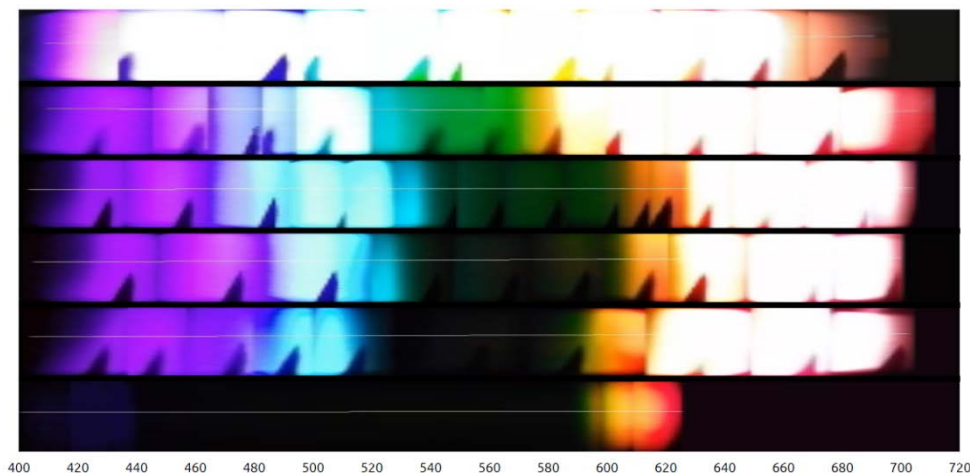


Рис. 2. Спектры после первичной обработки сверху вниз: без фильтра; с фильтром, установленным нормально; под углом  $9^\circ$ ;  $18^\circ$ ;  $24^\circ$ ;  $36^\circ$

После проанализирована интенсивность светового потока полученного изображения. Для этого полученные изображения были обработаны с помощью программного обеспечения, выводящего в виде графика яркость каждого из пикселей изображения, взятых по определенной линии, интерфейс которого представлен на рис. 3.



Рис. 3. Интерфейс программы обработки изображения

Далее все получившиеся графики были аппроксимированы для получения наглядной картины искажений интенсивности светового потока на разных длинах волн. Графики представлены на рис. 4.

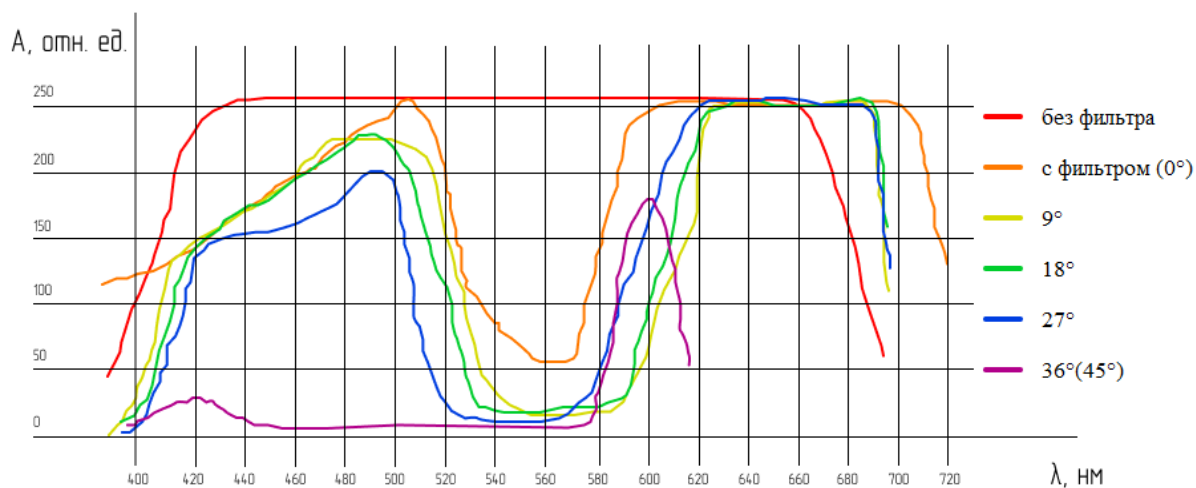


Рис. 4. Полученные спектрограммы

По результатам проведенного эксперимента, было установлено, что исследуемый фильтр является режекторным и полностью выполняет назначенную функцию в проекторе. Исследование представлено на Школе будущего магистранта 2021 года в виде выпускной квалификационной работы. Исследование планируется к внедрению в учебный процесс кафедры фотоники и линий связи в качестве лабораторной работы.

#### Список используемых источников

1. Прикладная и волоконная оптика: [Электронный ресурс]: метод. рек. к лаб. работам / А. В. Астахов [и др.]; отв. ред. С. Л. Галкин; рец. В. С. Иванов; М-во Рос. Федерации по связи и информатизации, С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: СПбГУТ, 2002. - 23 с.
2. Универсальный монохроматор УМ-2 [Текст]: описание и руководство к пользованию / Государственный союзный завод. - Москва: [Внешторгиздат], 1954. - 15 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОКОННОГО МОДУЛЯТОРА ЗАТВОРНОГО ТИПА

**Б.К. Резников**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данном исследовании обосновывается необходимость использования модуляторов затворного типа для создания лазерного излучения с требуемыми параметрами в волоконно-оптических системах. Это необходимо для обнаружения факта внесения изменений в оптическую систему. Разработана конструкция модулятора оптического излучения затворного типа. Данная конструкция модулятора не имеет принципиальных ограничений на мощность лазерного излучения, которое используется для решения различных задач. Представлены результаты исследования различных режимов работы модулятора.*

***оптические системы передачи, оптический датчик, модуляция оптического излучения***

Развитие научно-технического прогресса затронуло различные области передачи информации и систем управления параметрами различных сигналов. Особое место среди систем связи занимают волоконно-оптические линии связи и различные датчики и системы преобразования и контроля параметров оптического излучения. Основным преимуществом использования оптических систем является пассивность к электромагнитному излучению, которая растет с каждым годом. Кроме того, увеличивается мощность электромагнитных помех, что приводит к сбоям в работе различных систем.

Одной из проблем, возникающих при обслуживании волоконно-оптических линий связи, является несанкционированный доступ к системе. Такие соединения используются для решения различных задач. Их необходимо оперативно устанавливать. Для обнаружения подобных вторжений в оптическую систему разработаны различные методы и технологии. Один из них связан с модуляцией лазерного излучения на различных частотах. В системах связи для модуляции лазерного излучения используются электрооптические модуляторы (ЭОМ). Это дорогостоящая технология. И ее использование для ранее описанных задач нерационально, так как стоимость системы, имеющей, например, 20 каналов, возрастет очень значительно. Кроме того, в некоторых случаях, для систем контроля космического пространства, необходимо использовать мощное лазерное излучение, что не всегда сочетается с базовой конструкцией ЭОМ, разрабатываемой для волоконно-оптических линий связи, в которых мощность лазерного излучения составляет порядка 10-20 мкВт. Также не всегда целесообразно использовать лазерный передающий модуль с внутренней модуляцией, поскольку базовые конструкции таких устройств



имеют ограничения по мощности, а срок их службы при длительной эксплуатации значительно меньше, чем у стандартных лазерных систем. Поэтому разработка простых и надежных конструкций модуляторов оптического излучения, которые не имеют принципиальных ограничений при работе по мощности лазерного излучения и могут работать в широком диапазоне частот, является актуальной задачей [1].

В данной работе предлагается конструкция модулятора затворного типа. По принципу своего построения это модулятор универсального типа, так как не требует каких-либо специальных или уникальных компонентов, а также совместим с большинством стандартных оптических компонентов. На рисунке 1 показан один из вариантов его конструкции и схема реализованного лабораторного стенда [2].

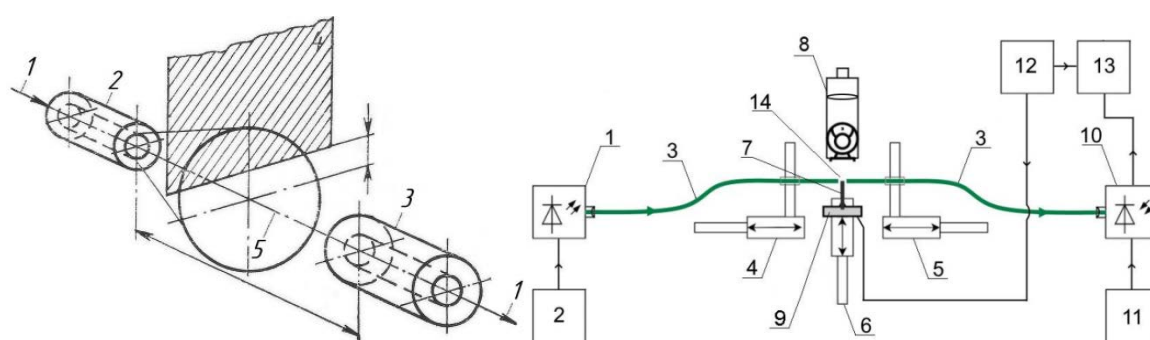


Рис. 1. - Конструкция волоконного модулятора затворного типа (1 - лазерное излучение; 2, 3 - оптические волокна; 4 - подвижный затвор; 5 - зазор между оптическими волокнами) и схема лабораторного стенда (1 - светодиод; 2, 11 - источник питания; 3 - многомодовое оптическое волокно; 4, 5, 6 - микрометрические подвижки; 7 - затвор; 8 - микроскоп; 9 - пьезокерамика; 10 - фотодиод; 12 - источник сигнала; 13 - осциллограф; 14 - зазор между оптическими волокнами)

Между парой оптических волокон - входом и выходом - имеется разрыв (3). С помощью осциллирующего затвора, помещенного в этот зазор, осуществляется модуляция лазерного излучения от входного волокна к выходному. Затвор изготовлен из стали и имеет размер 37 мм в длину и 70 мкм в диаметре. Он закреплен на пьезокерамической пластине (9), подключенной к генератору сигналов, частота которого может изменяться до десятков МГц. Волокно и пластина помещены в систему оптического транслятора, которая состоит из нескольких независимых механизмов (4-6). Все они размещены на одном основании (небольшой оптической пластине). Эта система обеспечивает точное позиционирование по трем осям. Расстояние между волокнами и положение затвора определяется по специально нанесенной шкале с помощью микроскопа (8). Процесс модуляции контролировался с помощью осциллографа, на вход которого подавалось напряжение с модуля фотодетектора. Для более полного представления работы модулятора на входное волокно подавалось стандартное лазерное излучение с длиной волны 650 нм (мощность лазерного излучения изменялась от 0,2 до 20 мВт).

Результаты показывают, что с уменьшением расстояния между волокнами эффективность процесса модуляции увеличивается. Это связано с увеличением количества света, попадающего в выходное волокно, так как световое пятно имеет форму конуса, и отношение площадей поперечного сечения конуса в плоскости торца выходного волокна и сердцевины выходного волокна увеличивается. Другой важной характеристикой работы модулятора является зависимость изменения амплитуды модулированного лазерного излучения от изменения значения частоты колебаний, поступающих на пьезокерамическую пластину.

Полученные результаты показывают, что оптимальная частота колебаний затвора находится в диапазоне от 1200 до 1230 Гц. Это связано с наиболее линейным расширением пьезокерамического элемента, на котором закреплен затвор, в диапазоне указанных частот. Последней характеристикой работы модулятора является зависимость изменения амплитуды модулированного излучения от положения затвора между волокнами. На рисунке 2 показаны несколько таких характеристик для различных значений глубины внедрения затвора (от частичного до полного охвата сердцевины волокна).

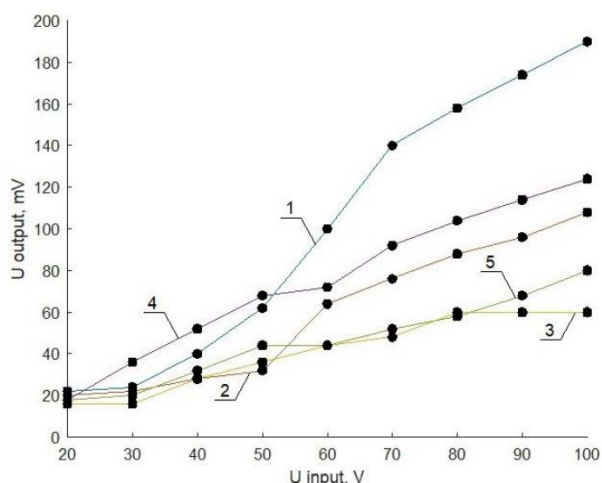


Рис. 2. - Семейство амплитудных характеристик модулятора для различных глубин внедрения затвора: 1 - затвор находится посередине между волокнами; 2-5 - сдвиг с шагом 10 мкм

В результате, наиболее оптимальным режимом работы модулятора является режим, когда затвор расположен точно посередине между оптическими волокнами. Также в результате эксперимента установлено, что модулятор затворного типа не искажает сигнал. Это позволяет обнаружить изменения фазового сдвига в случае несанкционированного подключения к системе.

Дополнительные эксперименты показали, что при мощности лазерного излучения до 500 мВт в непрерывном режиме режим модуляции в разработанной конструкции остается практически неизменным (затвор нагревается медленно). Нарушение процесса модуляции в конструкции при увеличении мощности лазерного излучения, скорее всего, будет связано с

нагревом поверхности затвора (тепловое расширение). Этот факт требует дополнительных исследований с использованием более термостойких материалов, что и будет результатом нашей дальнейшей работы.

Полученные экспериментальные результаты показали наличие модуляции в лазерном излучении, регистрируемом фотодетектором. Установлено, что оптическое излучение модулируется частотой  $F$ . На этой частоте колеблется пьезокерамическая пластина. Установлен оптимальный диапазон мощности лазерного излучения, при котором процесс модуляции не нарушается.

**Список используемых источников**

1 Окоси Т., Окамото К., Оцу М. и др. Волоконно-оптические датчики: Пер. с япон. 1990. 256 с. ISBN 5-283-02466-0

2 Э. Удд. Волоконно-оптические датчики / под ред. Э. Удда. — М.: Техносфера, 2008. ISBN 978-5-94836-191-8.

### **3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

#### **Секция 3.1.**

#### **Интеллектуальные коммуникационные технологии**

## РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**С.В. Аллёнов, Н.В. Кашкин, И.А. Кашкина**

Государственный социально-гуманитарный университет

*Изучаются возможности и особенности популярной системы дистанционного обучения Moodle. Обосновано использование данной системы при организации дистанционной поддержки программ повышения квалификации на примере конкретной организации. Для улучшения пользовательского взаимодействия со слушателями в начале учебного курса и расширения функциональных возможностей системы авторами разработаны и внедрены дополнительные модули.*

***повышение квалификации, новые технологии в образовании, дистанционное обучение, система дистанционного обучения, функциональные возможности***

В реалиях современного образовательного процесса комплекс задач, реализуемых педагогом, не ограничивается только процессом преподавания дисциплины. Одна из главных задач – грамотное, логичное и последовательное построение учебного курса. В случае с очным обучением данная задача стоит особо остро. Составленные тематическое и поурочное планирование в начале учебного года должно предусматривать все изменения в расписании. Форс-мажорные обстоятельства происходят нередко: отмена занятий, углубленное объяснение одной из тем, отнимающее время на изучение запланированного материала; мероприятия государственного и мирового масштаба - например, карантин, самоизоляция и т.д.

Данные трудности очного обучения, возникающие на протяжении всего существования мировой системы образования, привели человечество к необходимости разрабатывать модели обучения, полностью или в большей степени независимые от внешних факторов. Так классическая система образования ступила на путь электронного обучения с использованием дистанционных технологий.

Современное общество со всей уверенностью можно назвать информационным - трудно найти профессию, где не требуется знание ИКТ [1]. На текущий момент большое распространение получили электронные системы дистанционного обучения, выбор которых на рынке по состоянию на 2021 год достаточно обширен. Большой толчок к развитию и внедрению электронных систем дистанционного обучения произошел в мировой системе образования в начале 2020 года, с началом пандемии COVID-19.

Система дистанционного обучения (далее - СДО) есть набор программных продуктов и решений, который объединяет и автоматизирует

все или большую часть процессов, связанных с обучением. СДО предоставляет большие функциональные возможности:

- управление всеми видами обучения (электронное, очное и заочное);
- проверка знаний и навыков;
- анализ обучения и оценка результатов;
- предоставление контента и программ;
- архив учебных материалов.

В ближайшей перспективе усиление роли Интернета и интернет-зависимости от различных приложений будет только возрастать [2].

Чтобы грамотно организовать дистанционное обучение СДО должна автоматизировать актуальные задачи педагога. К примеру, есть возможность предоставить учебные материалы, организовать взаимодействия пользователей, сформировать отчеты и многое другое.

На текущий момент разработано достаточное количество различных СДО, в большинстве своем предоставляющих аналогичный функционал, но различающихся своим подходом и моделью взаимодействия с пользователем. Всех их объединяет главная цель разработки и внедрения – автоматизация учебного процесса. В каждой образовательной организации свои потребности в решении задач дистанционного обучения, поэтому для грамотного подхода к дистанционному обучению с применением СДО необходимо изучить рынок таких решений, сопоставить потребности организации с возможностями предлагаемого продукта и сделать взвешенный выбор.

Как правило, СДО должна решать три базовых вопроса – полностью или частично автоматизированное управление непосредственно учебным процессом, организация взаимодействия внутри учебной группы (между преподавателем и учащимися, а также, по необходимости, последних между собой), размещение и подача учебного материала.

Обзор самых востребованных сервисов дистанционного обучения стоит начать с Moodle – это одна из наиболее популярных систем дистанционного обучения в России. Moodle полностью бесплатен как для коммерческого, так и некоммерческого использования – его можно свободно скачивать, устанавливать, изменять и т.д. Он относится к opensource системам, т.е. системам с открытым исходным кодом, что позволяет многим программистам создавать дополнительные расширения или модули.

Moodle подходит для организации дистанционного обучения любого уровня. Отметим его преимущества:

- полностью бесплатная система, готовая к внедрению;
- создание качественных курсов для дистанционного обучения;
- широкие возможности управления курсами;
- содержит мощный аппарат тестирования;
- включает разнообразие учебных элементов;
- позволяет реализовать дифференцированное обучение;

- поддерживает разнообразные педагогические сценарии и образовательные стратегии (программирование, модульное, индивидуальное, социальное обучение);

- содержит настройки вариантов управления доступа пользователей к курсу – запись только учителем, по кодовому слову, модерация и т.д.;

- отслеживания прогресса учащихся посредством визуализации;

- возможность публикации учебного контента различного формата – аудио, видео, текст, прямые трансляции и т.д.

Учебные элементы Moodle делятся на относительно пассивные, например, простая страница, файл, папка, которая объединяет несколько файлов, так и активные, например - вики, глоссарий, прямое и дифференцированное тестирование, задания с оценкой по критериям и множество других интерактивных инструментов. Дифференцированное обучение может осуществляться 2 механизмами. Первый – создание групп и для каждой группы можно задать свой контент, свой учебный материал. Второй способ – задав зависимости доступа к тому или иному учебному элементу от выполнения другого учебного элемента. Например, не выполнив тестирование по теме 1, нельзя будет перейти к лекции темы 2. «Программировать» можно не только доступ к отдельным учебным активностям, но и к целой группе учебных элементов.

Так как Moodle – система с открытым исходным кодом, то огромное пользовательское сообщество работает над улучшением функционала Moodle. Другими словами, создается большое количество плагинов или дополнений к системе. Такие дополнения в абсолютном большинстве бесплатны, их можно просто скачать из официального репозитория Moodle и установить для своей системы. Одними из них являются модули видеоконференций, средств проектной работы, аудио- и видеочатов и т.д.

Среди недостатков Moodle следует отметить:

- система распространяется бесплатно, но ее нужно где-то разворачивать (нужен сервер в организации или облачный/физический хостинг, доменное имя и т.д.);

- Moodle достаточно требовательна к ресурсам сервера (зависимость нагрузки линейна от количества одновременно работающих в системе пользователей, что справедливо для всех систем дистанционного обучения);

- система излишне обогащена образовательными инструментами – многие из них не находят применения даже в вузе;

- требует подготовки квалифицированных кадров – разобраться с ней «в пару кликов» получится не у каждого специалиста.

Авторы данной статьи, проводя мониторинг рынка систем дистанционного обучения в 2016 году с целью подбора лучшей системы для дистанционной поддержки программ дополнительного профессионального образования, профессиональной подготовки и повышения квалификации остановились на Moodle [3].

В 2020-2021 учебном году авторы статьи приобщились к opensource-сообществу Moodle. Был написан РНР-модуль к собственной системе в рамках учебного курса «Технологии разработки программных систем», прослушиваемому на первом году магистратуры. Данное расширение предоставляет возможность отслеживать доставку электронных писем с авторизационными данными (ссылка входа, логин и пароль) вновь подключаемым к системе обучающимся. Ввиду человеческого фактора предоставляемые слушателями e-mail адреса не всегда существуют, а алгоритмы спам-роботов некоторых почтовых серверов отправляют письма в папку «Спам». Данный модуль позволил существенно улучшить взаимодействие со слушателями и оперативно отслеживать проблемы доставки таких писем. Своевременное реагирование на них исключает возможные сомнения обучающихся в честности организации и эскалации конфликта.

Мы регулярно отслеживаем возможности конкурентных систем. В сравнении с развивающейся Moodle считаем свой выбор оправданным. Данная система была развернута в виртуальном контейнере на физическом сервере АНО ДПО Учебный центр "Квалификация" г.о. Луховицы Московской области. Ежегодно в автоматическом режиме (исключения – оценка заданий с развернутым и файловым ответом и периодическая актуализация материала преподавателями) проводим обучение тысяч человек со всех уголков России и СНГ. Постоянно работаем над улучшением системы и методов обучения.

#### **Список используемых источников:**

1. Аллёнов С.В., Веколова В.В., Тимофеева Г.В. Возможности информационных технологий при организации самостоятельной работы студентов: Современные информационные технологии в образовании. Материалы XXVII Международной конференции. – Москва. – 2016. – С. 18-20.
2. Аллёнов С.В., Знатнов С.Ю., Плеханова М.В. Развитие профессионального уровня ИКТ-компетентности учителя // Педагогическое образование и наука. – 2020. – № 2. – С. 93–98.
3. Аллёнов С.В., Елисеева И.А., Кашкин Н.В. Разработка дополнительного модуля системы дистанционного обучения // Преподавание информационных технологий в РФ: сборник научных трудов; материалы Девятнадцатой открытой Всеросс. конф. 19–20 мая 2021. – Москва: МФТИ, 2021. С 125-126.



## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СЕМАНТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕКСТА

**М.В. Афанасьев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Статья посвящена исследованию семантического анализа текста средствами рекуррентных нейронных сетей и классификации результатов. Основными рассмотренными проблемами являются возможность применения рекуррентных нейронных сетей для проведения семантического анализа и способы категоризации текстовых объектов по эмоциональному окрасу.*

### *семантика, рекуррентные нейронные сети, оценка текста*

Объект исследования – распознавание смысловых конструкций в тексте, написанным естественным языком, используя рекуррентные нейронные сети.

Цель работы – исследование семантического анализа текста, применяющегося при автоматизированном анализе естественного языка.

Семантический анализ текста является одной из основных функций систем, основанных на обработке естественного языка при помощи искусственного интеллекта. Данное направление имеет широкий спектр применения, который варьируется от классификации и определения эмоциональной оценки текста до генерации и автоматического перевода.

Существуют разные типы нейронных сетей, но одним из наиболее удачных решений для проведения семантического анализа являются рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN). Обработка естественного языка является одной из основных проблем, решаемой данным типом нейронных сетей.

Одной из основных особенностей RNN является возможность создания циклов в скрытых слоях нейронной сети. Это позволяет подключать выход нейрона к его входу, а также ко входу всех нейронов на скрытом слое. На рисунке 1 представлено схематическое сравнение структур нейронных сетей с прямым распространением сигнала (feedforward networks) и RNN.

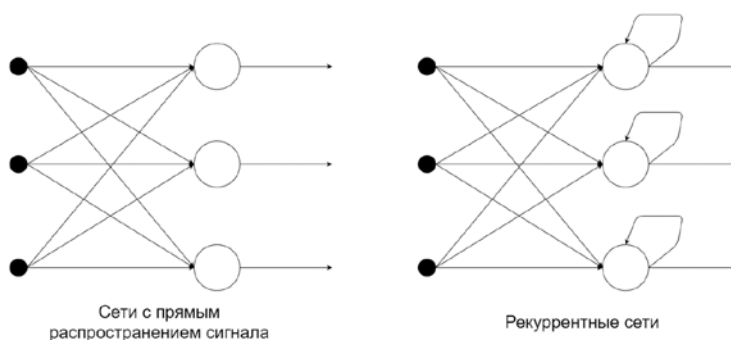


Рис. 1. Схематическое сравнение структур нейронных сетей

Именно благодаря данной структуре, RNN способна хранить информацию о том, как на предыдущих шагах обрабатывались данные. Эта особенность нейронной сети позволяет обрабатывать текст в качестве последовательности, нежели рассматривать исходные данные как набор изолированных элементов.

При проведении семантического анализа, RNN можно представить в свернутом и развернутом виде. Свернутый вид представляет собой полную нейронную сеть, которая выполняет полную последовательность обработки данных. В случае семантического анализа, фразу или полный текст.

Развернутым видом является некоторое количество копий нейронной сети, на вход которых поочередно поступают элементы последовательности. На выходе нейронной сети и ее копий поступает два параметра: выходное значение сети и скрытое состояние, которое передается из предыдущего этапа обработки и учитывает то, что было на нем. Это означает, что помимо входных значений, каждая копия сети также получает это скрытое состояние.

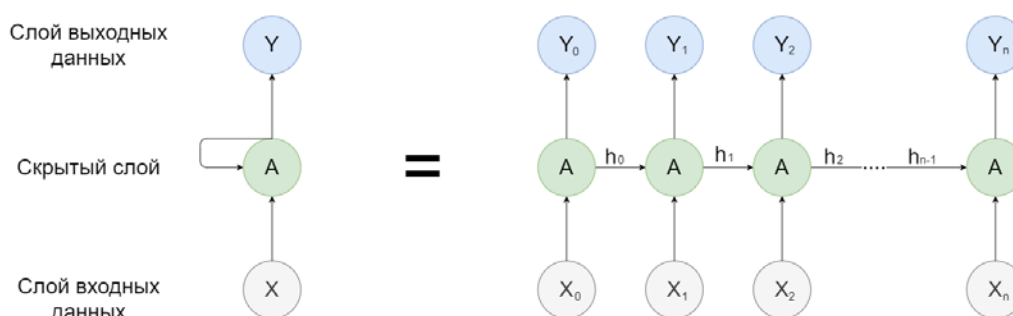


Рис. 2. Свернутая и развернутая структура RNN

На рисунке 2 представлены структуры в свернутом и развернутом виде. Здесь параметры  $X$  – входные значения,  $Y$  – выходные значения,  $h$  – скрытое состояние с этапа обработки данных,  $A$  – скрытый слой.

В данном пример сеть работает в режиме «sequence-to-sequence» (последовательность в последовательность). Здесь создается последовательность выходных данных, соответствующая входным. Этот режим используется при работе RNN с автоматическим переводом или генерацией текста.

Для формирования оценки эмоциональной окраски текста и классификации используется режим «sequence-to-vector» (последовательность в вектор). В данном режиме на вход подается последовательность и игнорируются все выходные данные, кроме последнего значения. На рисунке 3 представлена структура данного режима.

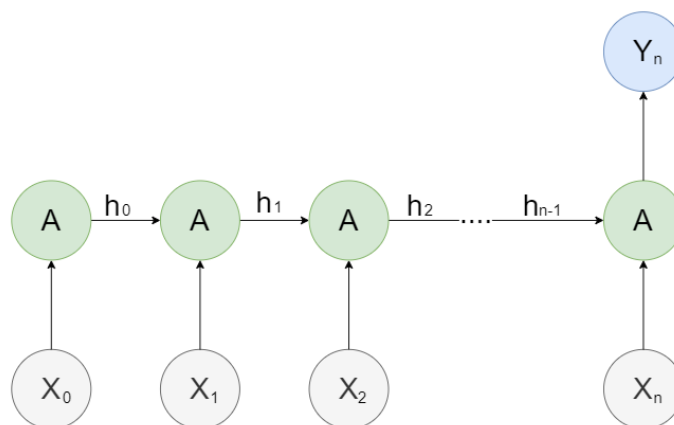


Рис.3. Структура «sequence to vector» сети.

RNN работает с последовательностью данных и количество слоев сети будет зависеть от количества элементов последовательности. Однако существует предел. С увеличением объема текста, RNN теряют способность «запоминать» и связывать элементы последовательности. В связи с этим существует модифицированная разновидность RNN, использующих архитектуру LSTM (Long short-term memory - Долгая краткосрочная память).

Основной особенностью сетей с данной архитектурой является более комплексная обработка на скрытом слое. При использовании стандартной RNN, модули на скрытом слое состоят из функции активации  $\tanh$ . При использовании LSTM, каждый модуль состоит из 3 ворот и состояния ячейки, которые формируются из нескольких функции активации  $\tanh$  и  $\text{sigmoid}$ . На рисунке 4 представлено сравнение структур стандартного модуля RNN и модуля LSTM.

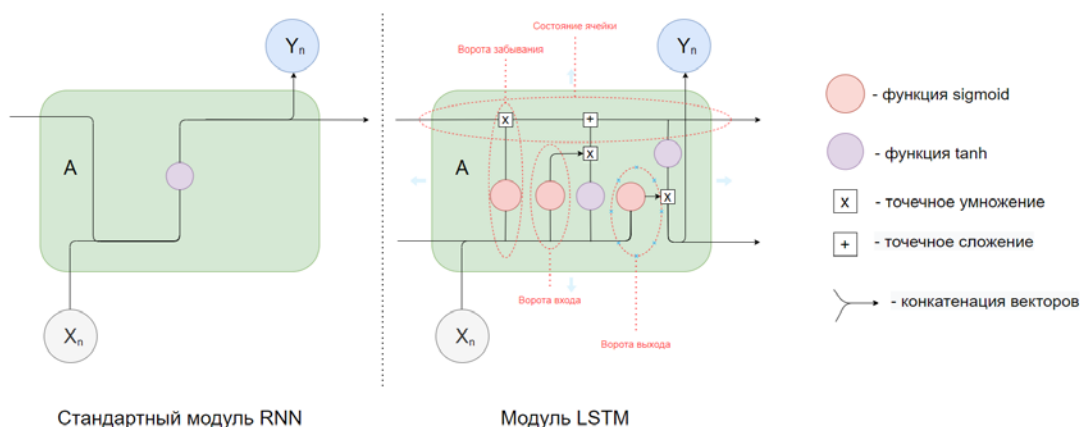


Рис. 4 Сравнение структуры модулей стандартной RNN и LSTM

Главным элементом модуля LSTM является состояние ячейки, которое переносит информацию сквозь всю последовательность. Информация, проходящая через состояние ячейки может добавляться или удаляться через используемые ворота. Используемые ворота можно описать следующим образом:

1. Ворота забывания – через функцию  $\text{sigmoid}$  проходят исходные данные, значения которых преобразуются от 0 до 1. Чем это значение ближе к нулю, тем вероятнее его удаление и наоборот.

2. Ворота входа – исходные данные с предыдущего скрытого слоя и текущего входа передаются на функцию  $\text{sigmoid}$ . Таким образом определяется важность исходных данных, преобразуя их значения от 0 (данные не важны) до 1 (данные важны). Эти данные также передаются на функцию  $\text{tanh}$ , для регулирования сети. После прохождения через ворота забывания и ворота входа, преобразуется состояние ячейки, которое передается в следующий слой и на регулирование сети через ворота входа.

3. Ворота выхода – также через функцию  $\text{sigmoid}$  определяется состояние скрытого слоя, которое будет передано на выход и в дальнейший слой. Также регулируется через функцию  $\text{tanh}$ , в которую поступают данные из состояния ячейки.

Используя данную архитектуру, возможно значительно расширить ограничение на использование слоев и увеличить «длительность запоминания» сетью данных, введенных в предыдущих скрытых слоях.

Данная архитектура используется в открытых библиотеках языка Python: Keras и TensorFlow. При помощи данных инструментов реализована нейронная сеть LSTM, способная производить оценку эмоционального окраса текста. Для упрощения задачи, использован подготовленный набор данных `imdb`, включающий в себя 25000 рецензий кинофильмов, которые классифицированы на положительные и отрицательные. Используя данный набор данных, можно обучить нейронную сеть на составление оценки эмоционального окраса текста рецензий.

Данный набор данных поделен на 2 группы: 22500 рецензий для обучающего набора и 2500 рецензий для проверочного. График результатов точности для обучающего и проверочного набора представлены на рисунке 5.

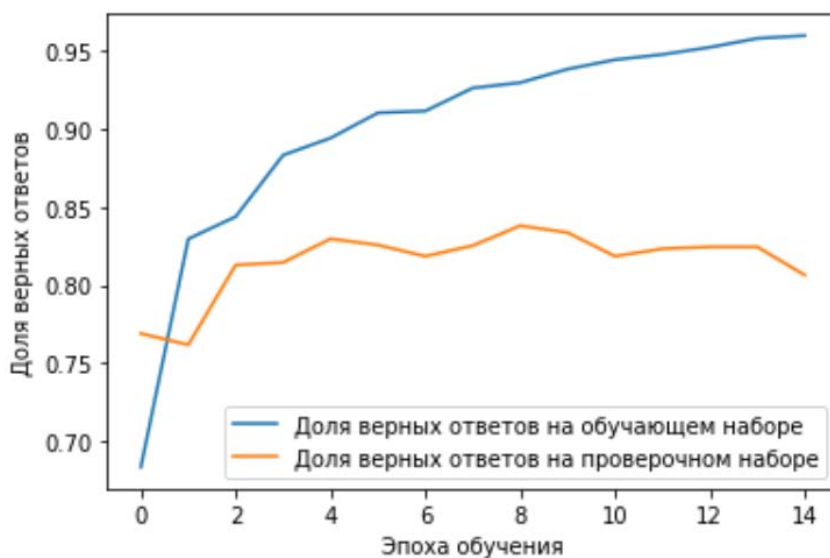


Рис.5. Результаты обучения нейронной сети

Исходя из полученных данных, можно заметить, что на обучающем наборе нейронная сеть достигла точности равной 0,96. На проверочном наборе точность достигла значения в 0,80. Время обучения сети составило приблизительно 795 секунд. Данный результат можно считать приемлемым. При переформировании исходного набора данных и переобучении, присутствует возможность применения данной нейронной сети для оценки эмоционального окраса научных рецензий.

**Список используемых источников:**

1. Дмитрий Ильвовский, Екатерина Черняк [Электронный ресурс] // Глубинное обучение для автоматической обработки текстов. 2017г. URL: <https://www.osp.ru/os/2017/02/13052221> (дата обращения: 16.11.2021)
2. Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, Quoc V. Le “Sequence to Sequence Learning with Neural Networks” // Electronic Proceedings of the Neural Information Processing Systems Conference. 27. 2014г. URL: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2014/file/a14ac55a4f27472c5d894ec1c3c743d2-Paper.pdf> (дата обращения: 18.11.2021)
3. Rian Dolphin [Электронный ресурс] // LSTM Networks | A Detailed Explanation. 2020г. URL: <https://towardsdatascience.com/lstm-networks-a-detailed-explanation-8faebaefc7f913052221> (дата обращения: 12.11.2021)
4. Michel Phi [Электронный ресурс] // Illustrated Guide to LSTM’s and GRU’s: A step by step explanation. 2018г. URL: <https://towardsdatascience.com/illustrated-guide-to-lstms-and-gru-s-a-step-by-step-explanation-44e9eb85bf21> (дата обращения: 18.11.2021)

## АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОБНАРУЖЕНИЮ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**М.П. Белов, Н.С. Смирнов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье проводится анализ подходов к обнаружению аномалий в данных с применением нейронных сетей. Описаны основные проблемные моменты в процессе обнаружения аномалий. Выполнен анализ подходов к обнаружению аномалий в различных архитектурах нейронных сетей. Определены общие принципы и различия в рассмотренных подходах.*

*нейронные сети, обнаружение аномалий, обучение с частичным привлечением учителя*

Развитие информационных технологий позволило вывести работу различных приложений и информационных систем на новый уровень. С повышением функциональных возможностей, структура систем становится все более сложной, тем самым, увеличивая возможности для возникновения сбоев и ошибок в их работе. В текущих условиях рынка информационных технологий, простой в работе системы может привести к серьезным экономическим потерям компании или предприятия.

С повышением технического и программного уровня систем возрастает и количество данных, генерируемых различными источниками в самой системе. Наличие большого объема данных позволяет эффективно использовать методы анализа с целью поиска значений и событий, появление которых в определенных условиях является аномальным, таким образом позволяя выполнять своевременный прогноз состояния системы, избегая проблем, вызывающих сбои и ошибки.

Обнаружение аномалий можно охарактеризовать как, процесс поиска данных, несоответствующих ожидаемому поведению. Аномальным может считаться как отдельный экземпляр данных, так и последовательность связанных значений, часто рассматриваемых в определенном контексте. Примеры задач, использующих методы обнаружения аномалий, можно найти во множестве областей от анализа снимков рентгенологических исследований в медицине до выявления мошенничества в банковских операциях.

В настоящее время можно выделить три широко используемых подхода к процессу обнаружения аномалий:

- 1) использование статистических методов;
- 2) использование методов машинного обучения;
- 3) использование методов, основанных на применении нейронных сетей.

В последние годы наибольшее распространение получили именно нейросетевые методы обнаружения аномалий ввиду ряда факторов, которые затрудняют данный процесс:

- высокий уровень шума в данных;
- проблема большой размерности анализируемых данных;
- изменение «нормального» поведения данных при пополнении обучающей выборки, что вызывает необходимость работы модели в онлайн режиме для достижения наибольшей эффективности;
- сильная привязанность определенной нотации обнаружения аномалий к прикладной области, для которой она разрабатывалась.

Принимая во внимание все вышеперечисленное, можно отметить, что искусственные нейронные сети и сети с глубоким обучением являются наиболее перспективным направлением в решении задач обнаружения аномалий, ввиду своей гибкости в применении, меньшей зависимости от конкретной предметной области и возможности определять зависимости в данных и понижать их размерность. Таким образом, данный подход в большинстве случаев позволяет повысить точность определения аномалий и снизить процент ложных срабатываний.

В данной работе предлагается рассмотреть нейросетевые подходы обнаружения аномалий в контексте различных видов данных, которые используются для анализа.

### **Методы обнаружения аномалий во временных рядах**

Временные ряды часто встречаются в задачах обнаружения аномалий. Это могут быть как инженерные показатели датчиков и сенсоров, так и исторические данные прогноза погоды.

#### **1) Использование автокодировщиков**

Автокодировщики часто используются для задач обнаружения аномалий в данных, как часть алгоритма, отвечающая за понижение размерности данных. Но автокодировщик можно рассматривать и в качестве самостоятельного подхода к обнаружению аномалий. В простом представлении работа автокодировщика заключается в сжатии размерности получаемого на вход объекта и последующем восстановлении его в вид максимально приближенный к исходному, изучая при этом полезные свойства данных, формируя некоторое скрытое представление.

Алгоритм обнаружения аномалий с использованием автокодировщика достаточно прост. В ходе обучения сеть использует только данные которые считаются «нормальными», далее для каждого экземпляра в обучающей выборке находится среднее значение абсолютной ошибки (имеется ввиду ошибка восстановления/реконструкции), определяется наибольшее значение данной ошибки и устанавливается в качестве порогового значения. Таким образом в процессе тестирования, когда на вход подаются уже и аномальные данные, экземпляры со средним значением абсолютной ошибки большим, чем установленное пороговое значение будут определяться как аномалии.

## 2) Использование рекуррентных нейронных сетей

В задачах обнаружения аномалий во временных рядах наибольшее распространение получил один из эволюционных этапов развития рекуррентных нейронных сетей – сети долгой краткосрочной памяти (англ. *Long Short-Term Memory*).

Основной принцип работы *LSTM* нейросетей заключается в прогнозировании следующего значения временного ряда основываясь на долгосрочной зависимости, построенной в процессе обучения на определенном временном промежутке, связанным с прогнозируемым значением. В задаче обнаружения аномалий, как и в случае с автокодировщиками, процесс обучения сети строится исключительно на данных в которых отсутствуют аномальные значения. Таким образом сеть изучает динамику поведения нормальных данных. В процессе тестирования нейронная сеть делает прогноз относительно следующего значения временного ряда и сравнивает его с наблюдаемым. В случае, если значение полученной ошибки больше установленного порогового значения, то данный экземпляр данных считается аномальным.

Типовая структура подхода к обнаружению аномалий во временных рядах представлена на рисунке 1 [1].

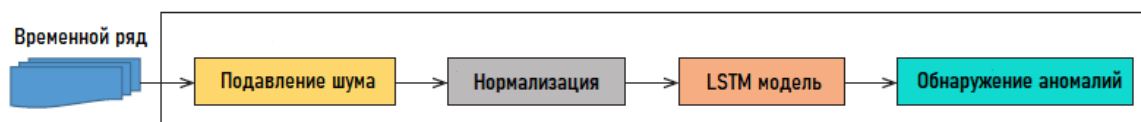


Рис. 1. Типовой алгоритм обнаружения аномалий во временных рядах

С целью повышения точности определения аномалий, данные подвергаются предварительной обработке – понижается уровень шума (например, при помощи использования фильтров), данные проходят процесс нормализации (в большей части случаев используя стандартный подход на основе формул с использованием математического ожидания и стандартной девиации).

## 3) Использование нейронных сетей на основе графов (GNNs)

Нейронные сети на основе графов находят свое применение в данных с большой размерностью. Основная идея данного подхода заключается в том, что представление каждого узла графа агрегируется его ближайшими «соседями». Применительно к нейронным сетям получается, что сеть представляет собой многослойный персептрон, но для каждого нейрона применяются лишь веса его ближайших соседей в графовом представлении и его собственное представление с предыдущего слоя.

Главная причина применения графовых нейронных сетей в задаче обнаружения аномалий заключается в возможности построения зависимостей между отдельными классами данных в многомерных временных рядах [2].

Процесс обнаружения аномалий в данном случае заключается в следующем: графовая нейронная сеть на этапе обучения определяет зависимости между различными классами «нормальных» данных в



многомерных временных рядах. На основе построенных в процессе обучения зависимостей, вычисляется числовая оценка, которая зависит от полученной ошибки отклонения наблюдаемых данных от прогнозируемых. Данная оценка рассчитывается как для каждого отдельного вектора в многомерном массиве данных, так и для всего временного ряда в целом. Это позволяет локализовать конкретный класс данных в которых обнаружена аномалия. В задачах, использующих в качестве данных многомерный временной ряд, диапазон значений одного класса данных от другого может сильно отличаться, поэтому значение ошибки всегда нормализуется.

Таким образом, экземпляр данных считается аномальным, если его числовая оценка превышает установленное пороговое значение.

### Методы обнаружения аномалий в изображениях

Обнаружение аномалий в изображениях имеет наибольшее применение в медицине, где анализируются снимки рентгенологических исследований и электрокардиограммы пациентов. Подобные методы могут использоваться и в других прикладных областях, например, на пунктах таможенного контроля.

### Использование генеративно-сопоставительных сетей (GANs)

Одним из наиболее эффективных методов обнаружения аномалий на изображении заключается в применении генеративно-сопоставительных сетей (англ. *Generative Adversarial Networks*). Задача GAN в процессе обучения состоит в определении основных зависимостей и шаблонов в данных обучающей выборки, путем обучения в виде соревнования двух модулей - генератора и дискриминатора. Эти два модуля обучаются одновременно, и задачей генератора является создание изображений похожих на данные в обучающей выборке при этом уменьшая ошибку, вычисляемую на основе отклонения между созданным изображением и настоящим, в то время как задача дискриминатора отличить оригинальное изображение от «подделки», т.е. увеличить значение этой ошибки во время обучения.

В процессе обучения генеративно-сопоставительная нейронная сеть изучает функцию распределения «нормальных» данных в обучающей выборке, формируя скрытое представление. В последствии вычисляется вероятность нахождения, наблюдаемого изображения в выборке «нормальных» данных. На основании этого рассчитывается числовая оценка аномальности изображения. Данные с наибольшей числовой оценкой определяются как аномальные. Основные этапы работы GAN отображены на рисунке 2. [3]



Рис.2. Процесс обнаружения аномалий с использованием GAN

## **Заключение**

Подводя итог, необходимо отметить, что на данный момент существует множество различных вариаций методов обнаружения аномалий с использованием искусственных нейронных сетей и сетей глубокого обучения, ряд которых не был представлен в данной статье. Большинство из них состоят из нескольких модулей, используя автокодировщик как средство понижения размерности данных.

Но несмотря на все многообразие подходов к решению задачи обнаружения аномалий в данных, можно выделить их общие принципы:

– ввиду отсутствия разметки в подавляющем большинстве данных, используемых для обнаружения аномалий, основная часть подходов задействует режим обучения с частичным привлечением учителя, при котором маркируются только данные, считающиеся «нормальными»;

– именно класс «нормальных» данных используется в процессе обучения. Данный прием позволяет сети определять шаблоны и зависимости в данных, формализуя функцию распределения данных в обучающей выборке;

– обнаружение аномалий происходит путём вычисления числовой оценки для каждого экземпляра данных в тестовом наборе. Числовая оценка обычно определяется величиной отклонения наблюдаемых данных от прогнозируемых.

Основное отличие всех подходов заключается именно в процессе обучения и определения зависимости между данными, нахождении функции распределения «нормальных» данных.

### **Список используемых источников:**

1. Zhiwei Ji & Jiaheng Gong & Jiarui Feng. A Novel Deep Learning Approach for Anomaly Detection of Time Series Data // Scientific Journal. Volume 2021. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/6636270> (дата обращения 19.11.2021).
2. Deng Ailin & Hooi Bryan. Graph Neural Network-Based Anomaly Detection in Multivariate Time Series.
3. Schlegl Thomas & Seeböck Philipp & Waldstein Sebastian & Schmidt-Erfurth Ursula & Langs Georg. Unsupervised Anomaly Detection with Generative Adversarial Networks to Guide Marker Discovery.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НОРМАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

П.В. Василец<sup>1,2</sup>, А.А. Панченко<sup>1,2</sup>, А.С. Попонин<sup>1,2</sup>

1. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
2. ООО «ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

*В повседневной жизни людям приходится оцифровывать документы путем фотографирования их на камеры мобильных устройств. Однако такие изображения чаще всего страдают плохим качеством читабельности из-за перспективных, геометрических искажений изображения.*

***CV, компьютерное зрение, обработка данных, нормализация данных, нейронная сеть***

В настоящее время с развитием технологий машинного обучения задачи компьютерного зрения становятся особенно актуальными. Данная технология уже применяется в таких областях как видеонаблюдение, медицина, беспилотное управление, производство.

В повседневной жизни людям приходится оцифровывать документы путем фотографирования их на камеры мобильных устройств. Однако такие изображения чаще всего страдают плохим качеством читабельности из-за перспективных, геометрических искажений изображения. Такой недостаток в дальнейшем негативно сказывается на работу алгоритмов распознавания текста и объектов документа. В данной статье описана методика, которая позволяет нормализовать фотографии документов для дальнейшего обучения алгоритмов компьютерного зрения.

Для начала необходимо определить местоположение документа на фотографии. Существует метод определения контура объекта, который основан на получении двухуровневого изображения в градациях серого. На таком изображении более точно можно определить контуры объектов. Однако если фотография сделана при плохом освещении или на заднем фоне есть много сторонних объектов, то данный метод работает некорректно. Поэтому было принято решение обучить модель *COCO Instance Segmentation Baselines / Mask R-CNN R50-FPN 3X* [1] определять документ на фотографии.

Для того, чтобы получить модель, способную правильно детектировать документ, необходимо внимательно подойти к данным. Важнейшим критерием качественных данных в данном случае являются большое разнообразие вариаций перспективных искажений документов на плоскости и широкий выбор заднего фона. С этой целью был разработан генератор случайных искажений, основанный на изменении координат угловых точек

листа. Были также учтены возможности того, что некоторые углы документа могут быть обрезаны границами всего изображения.

Для обучения модели сгенерированные данные необходимо было правильно разметить. В данном случае самой главной информацией об объекте является его сегментация. Под сегментацией подразумевается разбиение изображения на области, соответствующие различным объектам. Так как детектировать необходимо всего лишь один документ, то задача разметки сводится к определению сегментации одного объекта.

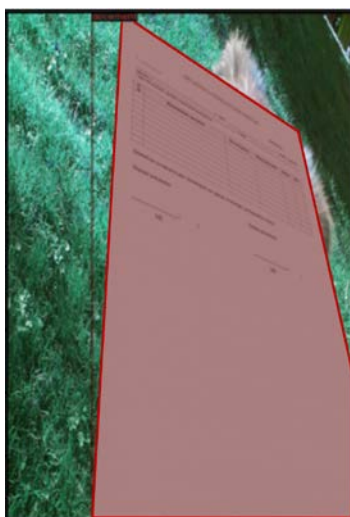


Рис. 1. Демонстрация работы алгоритма определения сегментации

В сегментации не должно быть точек, выходящих за пределы всего изображения. По этой причине некоторые координаты необходимо преобразовывать в набор точек, идущих по границе изображения как показано на рисунке 2. Данный алгоритм был реализован на основе нахождения точек пересечения границ документа с границами изображения.

После обучения модели тестирование проводилось на реальных данных. Был собран небольшой набор тестовых документов, сфотографированных на камеру смартфона под разными углами.

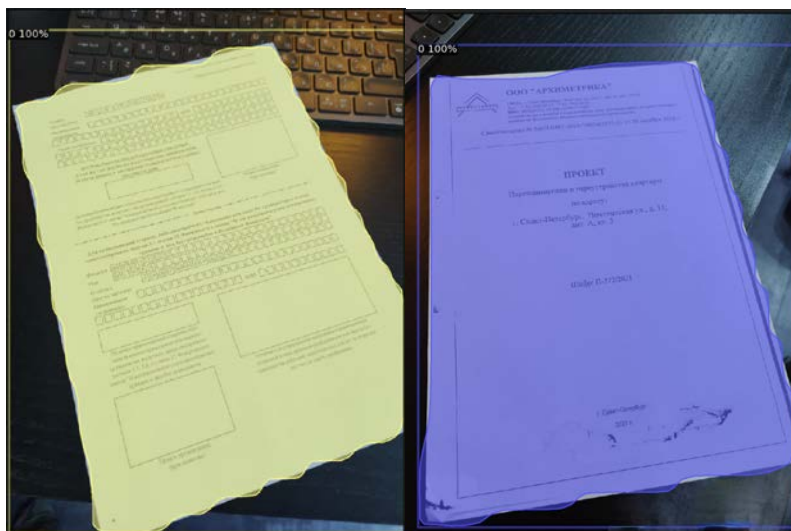


Рис. 2. Демонстрация работы обученной модели на реальных данных

Модель корректно срабатывает на геометрически искаженные документы. Согласно результатам представленным рисунке 2, можно сделать вывод о том, что модель не реагирует на задний фон и определяет сегментацию объекта по границам изображения в случае, если углы документа выходят за пределы.



Рис. 3. Пример работы алгоритма РДП

После того как модель определила местоположение документа, необходимо выпрямить границы сегментации с целью определения 4 угловых точек листа. Контурная аппроксимация, использующая алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера, направлена на упрощение кривой линии за счет уменьшения количества ее вершин при заданном пороговом значении [2]. По алгоритму, учитывающему начальную и конечную точку кривой, определяется вершина на максимальном расстоянии от линии, соединяющая две опорные точки. Если точка максимума находится на расстоянии меньше порогового значения, алгоритм пренебрегает всеми вершинами между начальной и конечной точками и делает кривую прямой. Пример работы алгоритма РДП приведен на рисунке 3.

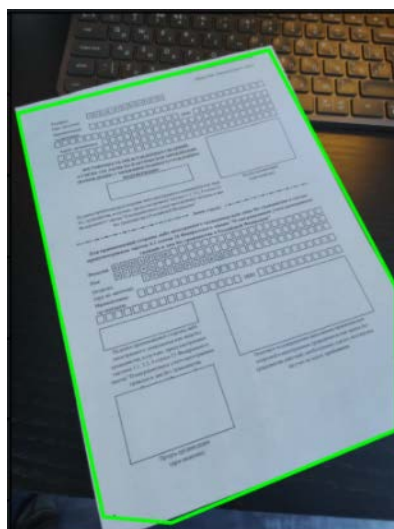


Рис. 4. Демонстрация работы алгоритма РДП

В результате работы алгоритма аппроксимации были получены ровные границы сегментации. Рисунок 4 показывает, что некоторые углы документа обрезаны границами изображения. Необходимо достроить сегментацию в этих углах с целью получения 4 угловых точек контура для дальнейшей трансформации документа. Алгоритм преобразования контура так же, как и

при генерации, основан на нахождении точек пересечения, только в этом случае ищутся точки пересечения граней контура.

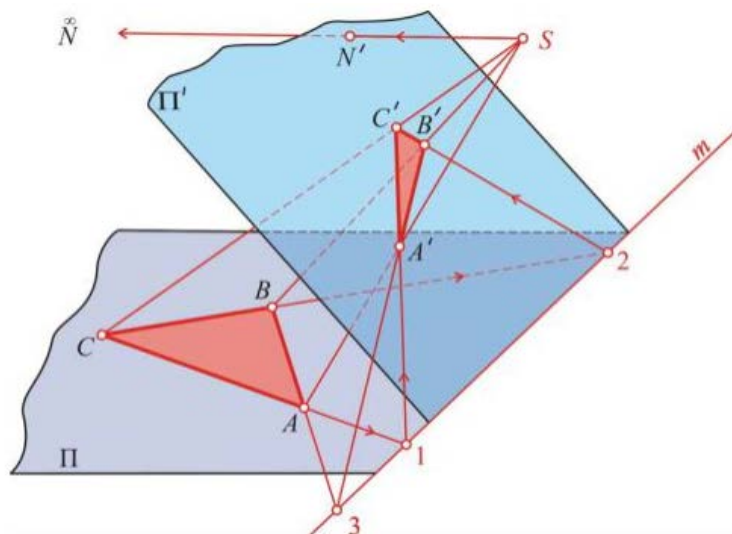


Рис. 5. Перспективное соответствие плоских полей

Если есть плоскость  $\Pi'$ , которая проецируется из центра  $S$  на плоскость  $\Pi$ , то коллинеарным (перспективным) соответствием плоских полей называют случай, когда каждой точке первой плоскости соответствует точка второй плоскости и наоборот [3]. На рисунке 5 наглядно представлено перспективное соответствие. Такое соответствие обладает следующими свойствами:

1. Соответствие взаимно однозначно;
2. Сохраняются свойства взаимной принадлежности точек и прямых;
3. Прямым линиям соответствуют прямые.

Перспективное преобразование не сохраняет параллельность, длину прямых и углы между ними, но сохраняет коллинеарность, то есть прямые линии останутся прямыми даже после преобразования.

Перспективное преобразование задается формулой 1:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} \quad (1)$$

где  $(x', y')$  – преобразованные точки,  $(x, y)$  – входные точки, а

$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$  является матрице перспективного преобразования.

Разработанная методика и основана на расчете данной матрицы  $A$ .

Матрица преобразования определяется 8 константами. Чтобы найти эту матрицу необходимо определить 4 точки во входном изображении и сопоставить эти точки с желаемым местоположением в выходном изображении. Таким образом получается 8 уравнений с 8 неизвестными,

которые возможно решить. После вычисления матрицы применяется перспективное преобразование ко всему входному изображению.

Для получения окончательного преобразованного изображения необходимо выровнять документ. Благодаря алгоритму преобразования Хафа можно найти прямые линии на изображении, чтобы высчитать угол наклона каждой из них относительно системы координат. На документе есть большое множество параллельных линий, поэтому если взять среднее значение элементов массива углов, то это значение и будет углом наклона всего документа.

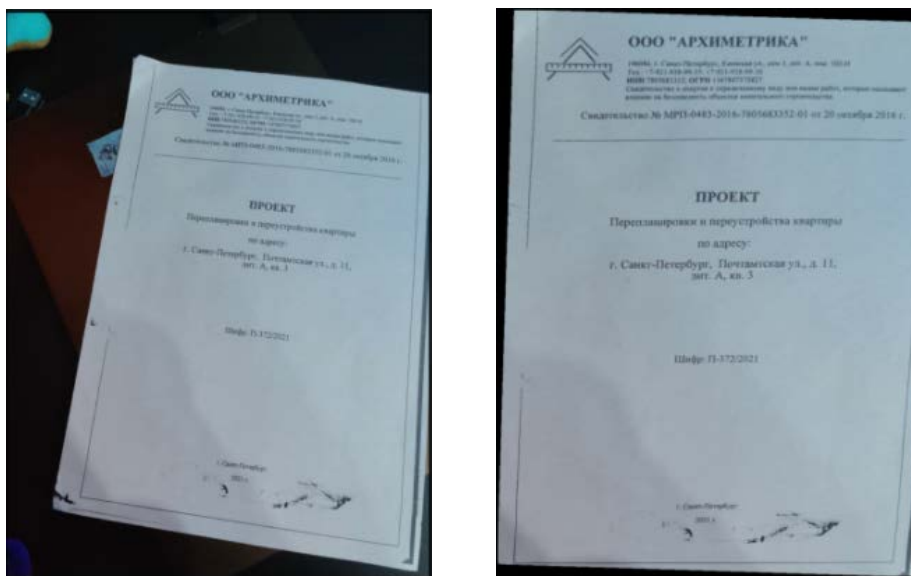


Рис. 6,7. Демонстрация работы алгоритма нормализации

В результате работы всего алгоритма нормализации изображения получается документ, готовый к дальнейшему анализу. Демонстрация результата работы алгоритма приведена на рисунках 6 и 7.

#### Список используемых источников:

1. Mask R-CNN. [Электронный ресурс]. URL:<https://arxiv.org/pdf/1703.06870.pdf>
2. Ramer–Douglas–Peucker algorithm. [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ramer>
3. Галай В.А. Начертательная геометрия. Методология и методика. 2014



## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

**Г.Н. Диканева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются методы позиционирования робототехнических комплексов, как одного из актуальных вопросов в рамках навигации систем для различных отраслей деятельности. Изучаются способы позиционирования, их функциональность, проводится сравнение методов для успешной навигации. Результаты работы могут быть использованы для выбора преимущественного метода позиционирования робототехнических комплексов в различных условиях.*

***навигация, позиционирование комплексов, глобальная система, локальная система***

Навигация робототехнических систем в наши дни остаётся основной проблемой работы аппаратных комплексов. Для успешной навигации роботу всегда необходимо владеть большим количеством информации и грамотно её анализировать. Для робототехнического комплекса стоит задача сложнее - необходимо учитывать большее количество составляющих. Размещение внутри помещения или на открытом пространстве, а так же ход определения роботом его положения в пространстве - довольно долго решаемая проблема. Необходимо исследовать методы позиционирования робототехнических комплексов.

Система позиционирования - это механизм для определения позиции объекта в пространстве. Технологии позиционирования можно разделить на три типа и назвать разделением по точке отсчёта системы: глобальное позиционирование, локальное позиционирование, гибридное позиционирование.

Спутниковые технологии - это основа систем глобального позиционирования. Определение требуемых абсолютных координат, направления движения робототехнического комплекса и даже скорости происходит с помощью таких глобальных спутниковых навигационных систем, как GPS, ГЛОНАСС, либо спутников других навигационных систем: Galileo, Beidou.

Глобальные спутниковые навигационные системы используются целенаправленно в вопросах навигации, так как позволяют получить ключевую информацию о положении в пространстве: географических координатах и высоте.

Механизм работы глобальных спутниковых систем основан на расчёте и определении расстояния от устройства до спутника. Данная задача выполняется с помощью радиосигналов. Однако точность определения



местоположения объектов варьируется от 2 до 6 метров. Это обусловлено тем, что на эффективность и точность определения значительно влияет множество сопутствующих факторов. Это могут быть характеристики здания, где находится робототехнический комплекс, возможности антенн и даже погодные условия, так как спутники осуществляют работу в дециметровом диапазоне волн.

Подобная погрешность в несколько метров является неприемлемой для малых и средних комплексов, так как с большей степенью вероятности может привести к критическим последствиям. Если же в системе используются сигналы нескольких орбитальных группировок, то погрешность не превышает 2-3 метров. Так же улучшить качество работы при наличии затуханий, искажений или блокировок сигналов можно с помощью повторяющих устройств. Эффект будет достигнут путём ретрансляции спутниковых сигналов, однако метод значительно повышает стоимость использования системы и эффективен не во всех случаях.

Следовательно, для работы систем спутникового контроля достаточно оснастить объекты устройствами слежения и внедрить в компании диспетчерское ПО, но глобальное позиционирование будет достаточно эффективным и экономически выгодным только на открытой местности, то есть при уверенном приеме спутникового сигнала. Но когда речь идет о помещениях - спутниковые технологии не лучший вариант.

Локальное же позиционирование, как следует из названия, способно производить работу в рамках строго заданных границ. Это могут быть различные помещения, сооружения и даже шахты. Данный метод гораздо сложнее предыдущего и требует больших затрат. Это обусловлено тем, что для работы комплексов путём локального позиционирования необходимо провести множество подготовительных работ, осуществить работу всей необходимой инфраструктуры, а значит возможны большие затраты по времени и финансов.

При локальном позиционировании в большинстве случаев используются беспроводные и радиочастотные технологии: Wi-Fi, Bluetooth, RFID, ZigBee, nanoLOC, UW, а также инфракрасные, ультразвуковые, оптические, инерциальные и ряд других. В зависимости от применяемых технологий, локальное позиционирование подразделяется на зональное (до 20 метров) и точное (от 0,1 до 3 метров).

Наиболее доступным методом в рамках локального позиционирования является технология WI-FI. Как база для локального позиционирования, она не требует дополнительных дорогостоящих затрат при развитой инфраструктуре сетей. Как и предыдущий способ, она измеряет расстояние согласно уровню сигнала, однако недостаток данного метода в том, что слабый сигнал вовсе не означает, что расстояние насколько большое, как ожидается. Слабый сигнал так же может быть обусловлен сопутствующими факторами.

В системах локального позиционирования при помощи инфракрасного излучения координаты рассчитываются по времени прохождения периодического импульса от источника до приемника. Испускаемого объектом, Недостатками этого метода являются помехи от солнечного света и невысокая относительная точность. Используя инфракрасный лазер, можно повысить точность измерений до 10 см, но это значительно повышает стоимость системы.

Логическое позиционирование на базе ультразвуковых датчиков осуществляет работу по аналогичному принципу связи источника и приемника. Точность измерения в идеальных условиях достигает порядка 3–5 см. Недостатком данного способа является необходимость строго планирования размещения датчиков – приемников ультразвуковых волн.

Гибридное позиционирование в свою очередь помогает контролировать объекты как внутри закрытых пространств, так и за их пределами на открытой местности в рамках одной системы мониторинга. Это происходит благодаря тому, что гибридное позиционирование объединяет в себе технологии глобального и локального позиционирования. Так, например, в одном устройстве может быть объединена технология глобальной системы позиционирования и локальной.

Если в составе системы позиционирования есть оборудование, которое может вовремя переключаться на разные режимы определения координат объекта, то это будет лучший вариант для комплексного контроля комплекса как внутри помещений, так и на открытой территории.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение возможностей видов позиционирования

Локальное позиционирование	Глобальное позиционирование	Гибридное позиционирование
Точность: Wi-Fi, Bluetooth, RFID, ZigBee – до 20м nanoLOC, система UWB – от 0,1 до 3м	Точность: GPS / ГЛОНАСС – от 2 до 6 м	Точность: от 0,1 до 20 м
Позволяет определять местоположение объекта внутри помещений, под землей и в зонах, где невозможно использование систем глобального позиционирования. Требуется повышенных финансовых затрат.	Определяет местоположение объекта на поверхности земли без необходимости создания дополнительной инфраструктуры. Не может быть использовано при ряде сопутствующих условий, мешающих эффективности и работоспособности.	В одном устройстве сочетаются две технологии позиционирования, благодаря чему устройство позиционирует объект в любых условиях, независимо от местоположения.

Таким образом, несмотря на то, что позиционирование робототехнических комплексов является одной из основных нерешенных проблем в навигации систем, варианты видов позиционирования обеспечивают оптимальный выбор методов в зависимости от требуемого качества и точности работы, вариаций финансовых затрат.

**Список используемых источников:**

1. Костык И. Н., Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В. Сравнение эффективности позиционирования для сетей Bluetooth, Wi-Fi и ZigBee // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. С. 50–63.
2. Беленков Н.В. Исследование влияния различных параметров метода позиционирования на основе радиопечатков на его точность // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. 2017.
3. Киричек Р. В., Кучерявый А. Е., Парамонов А. И., Прокопьев А. В. Эволюция исследований в области беспроводных сенсорных сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2014. С. 29–35, С. 37-41.
4. Ассанович Б. А. UWB: на большой скорости по сверхширокой полосе // Технологии и средства связи. 2007. С. 45-49.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**Д.А. Загородняя, Г.Н. Смородин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Процессы компьютеризации все больше охватывают органы здравоохранения и медицинские учреждения. Использование информационных технологий позволяет значительно повысить качество и оперативность предоставляемых услуг. В статье рассмотрены вопросы стандартизации информационных систем в области здравоохранения, приведена классификация задач, успешно решаемых с помощью информационных систем.*

***информационные системы и технологии, здравоохранение, медицина, информатизация здравоохранения***

Несколько лет назад никто не думал о том, что систему здравоохранения возможно автоматизировать. Все документы, включая карты, бюллетени, рецепты на лекарственные препараты выписывались вручную на бумаге. Это сказывалось как на скорости, так и на качестве оказания медицинских услуг, а также на количестве врачебных ошибок, что приводило к большим временным затратам, и к большому числу ошибок при заполнении необходимых документов. Постепенно становилось ясно, что оптимизация работы медицинских центров возможна только на основе автоматизации и информатизации. Помимо этого, автоматизация задач в сфере здравоохранения связана с появлением в клиниках большого количества современного медицинского оборудования с цифровым интерфейсом.

На данный момент можно утверждать, что информационные технологии в здравоохранении эффективно способствуют решению задач [1] формирования электронных очередей и записей к медицинским специалистам, проведения мониторинга оказания медицинской помощи, управления качеством процедур и обследований. Также ИТ позволяют повысить прозрачность работы медучреждений и оценить эффективность решений по управлению региональными структурами в здравоохранении. Технологии позволяют формировать единую информационную сеть в пределах лечебного учреждения, а также автоматизировать контакты с аптеками.

Также нельзя не отметить, что благодаря ИТ растет и доступность медицинских услуг, что важно людям с ограниченными возможностями.

В практику российских медицинских учреждений активно внедряются медицинские информационные системы (МИС) [2]. МИС — это комплексная автоматизированная информационная система, объединяющая в себе

электронный документооборот медицинского учреждения в рамках лечебного процесса. МИС значительно упрощает для персонала медицинского учреждения рутинные процессы формирования медицинской документации, данных диагностических и лабораторных исследований и т.п., Наличие этих данных в электронном виде позволяет врачу оперативно получать о пациенте всю имеющуюся информацию и тем самым ускоряет время принятия врачебного решения, что положительным образом отражается на качестве медицинского обслуживания

Наиболее значимой работой, выполненной в РФ по рассматриваемой тематике, является разработка стандарта «Информационные системы в здравоохранении. Общие требования» [3].

В ней функциональная классификация информационных систем в здравоохранении представлена следующим образом:

1. Медико-технологические информационные системы, предназначенные для информационного обеспечения процессов диагностики, лечения, реабилитации и профилактики пациентов в лечебно-профилактических учреждениях.

2. Информационно-справочные системы, содержащие банки медицинской информации для информационного обслуживания медицинских учреждений и служб управления здравоохранением.

3. Статистические медицинские информационные системы органов управления здравоохранением.

4. Научно-исследовательские информационные системы, предназначенные для информационного обеспечения медицинских исследований в клинических научно-исследовательских институтах.

5. Обучающие информационные системы, предназначенные для информационного обеспечения процессов обучения в медицинских учебных заведениях [4].

Архитектура ГИС в сфере здравоохранения в Санкт-Петербурге и МИС МО, продемонстрирована на рис. 1.

В настоящее время в Санкт-Петербурге создан медицинский информационно-аналитический центр. Основным направлением деятельности центра является информационно-аналитическое обеспечение системы управления здравоохранением. Центр проводит городскую политику по информатизации и организует информационное взаимодействие медицинских учреждений с целью повышения эффективности функционирования системы здравоохранения города [5].

В Санкт-Петербурге создана уникальная единая медицинская информационная система – Государственная информационная система Санкт-Петербурга «Региональный фрагмент единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» (ГИС РЕГИЗ), построенная на принципе интеграционного подхода по международным стандартам, позволяющая объединять в себе потоки информации от любых

сторонних информационных систем, задействованных в работе медицинских организаций города.



Рис. 1. Архитектура ГИС

ГИС РЕГИЗ позволяет записаться к врачу, отследить не только приход пациента в поликлинику, но и время, которое он проводит непосредственно у двери врача. 75% всех посещений врачей амбулаторного звена осуществляется через электронную запись с использованием городской Системы. Разработан сервис обмена данными лабораторных и диагностических исследований в соответствии с требованиями международного стандарта FHIR. Информационно-аналитический модуль предоставляет органам управления здравоохранением необходимую статистику о работе регионального фрагмента «Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения» Санкт-Петербурга. Обеспечивается онлайн-мониторинг доступности и работоспособности медицинских информационных систем во всех медицинских учреждениях Санкт-Петербурга.

В настоящее время Правительством Санкт-Петербурга реализуется проект по внедрению электронных медицинских карт. Создано централизованное хранилище карт и готовые сервисы для сбора и обработки медицинской информации такого рода с возможностью доступа к ней как пациентов, так и медицинского персонала посредством «личных кабинетов» на городском портале.

Переход на ЭМК и расширение использования МИС в Санкт-Петербурге привело к следующим показателям:

- 13,4 тысячи врачей работает в МИС (70% ведущих прием);
- 6,5 тысяч врачей ведут электронную медицинскую карту пациента (34% ведущих прием);

- 25 медицинских организаций, где ЭМК ведут 100% врачей.

Таким образом, информационные технологии в здравоохранения способствует созданию единого информационного пространства лечебно-профилактического учреждения, что, свою очередь, позволяет создавать автоматизированные рабочие места врачей, организовывать работу отдела медицинской статистики, создавать базы данных, вести электронные истории болезней и объединять в единое целое все лечебные, диагностические, административные, хозяйственные и финансовые процессы.

**Список используемых источников:**

1. Зубов Е.В., Гатаутдинова Г.Ф., Гуляева О.В. Медицинские информационные системы. Перспективы развития // Актуальные вопросы педиатрии. Пермь: Книжный формат, 2017. С. 79-83.
2. Венедиктов Д.Д. и др. Современная концепция построения Единой информационной системы здравоохранения // Информатизация здравоохранения. 2008, №2, с. 17-23.
3. Когаленок В.Н., Царева З.Г., Тараканов С.А. Проблемы внедрения медицинских информационных систем автоматизации учреждений здравоохранения. Комплекс программных средств «Система автоматизации медикострахового обслуживания населения» // Врач и информационные технологии, 2012. No 5. С. 73-77.
4. Колтун М.А., Сапон К.С. Некоторые проблемы автоматизации задач в сфере здравоохранения // Аллея науки, 2018. No 1. С. 838-840.
5. Чебышева Н.В. Информационные технологии и их применение в современной системе здравоохранения // Актуальные концепции развития гуманитарных и естественных наук: экономические, социальные, философские, политические, правовые аспекты. Материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 115-117.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНОГО МАНЕВРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

**И.А. Зикратов, В.А. Мельников**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Рассмотрена задача распознавания опасного маневра транспортного средства на дороге общего пользования. В качестве метода решения задачи предлагается нейросетевой классификатор на основе рекуррентной нейронной сети. Показана возможность использования видеоизображения камеры, установленной в автомобиле, в качестве набора входных данных для нейросети. Рассмотрен пример реализации метода на примере перестроения на перекрестке дорог.*

*набор данных, нейронная сеть, сверточная сеть, программное обеспечение, распознавание, автоматизированная система, безопасность движения*

**Введение.** В настоящее время контроль за соблюдением правил дорожного движения осуществляется Государственной инспекцией безопасности дорожного движения (далее ГИБДД). Повышение контроля соблюдения правил положительно сказывается на общей культуре вождения и снижает количество дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП).

Широкое внедрение в дорожную инфраструктуру радаров и камер видеofиксации, технологий беспроводной связи и центров обработки данных дает возможность использования современных технологий обработки больших данных, дополненной и виртуальной реальности и искусственного интеллекта (ИИ) в целях повышения безопасности дорожного движения. Дополнительными источниками информации могут быть камеры видеонаблюдения, которыми оснащаются большая часть современных автомобилей. При условии подключения этих камер в общую сеть количество фиксируемых нарушений может быть существенно увеличено.

Одним из опасных и часто встречающихся маневров, приводящим к серьезным авариям на дороге общего пользования, является нарушение правил проезда перекрестков. Это маневр предъявляет высокие требования к подготовке водителя, дисциплинированности и ответственности участников дорожного движения. Поэтому задача использования технологий ИИ для выявления водителей, совершающих проезд перекрестков с нарушением предписанных дорожными знаками и разметкой правил, а также пренебрегающих анализом складывающейся дорожной обстановки, является актуальной задачей.

Например, видео с видеорегистраторов или видеонаблюдения автомобилей могут содержать как моменты рядовых событий, так и моменты правонарушений, которые требуют своевременной фиксации и передачи в



ГИБДД. По результатам исследований был предложен подход, использующий в качестве классификатора рекуррентную нейронную сеть (РНС, англ. Recurrent neural network; RNN) с долгой краткосрочной памятью (англ. Long short-term memory; LSTM) – LSTM РНС, одним из преимуществ которой является способность обработки длинных последовательностей информации [1]. Предметом исследования является методы выявления опасного маневра по данным видеоряда.

**Постановка задачи.** Пункты 8.5 и 8.6 Правил дорожного движения (далее ПДД) указывают водителю на то, что в общих случаях перед поворотом направо он должен занять крайнее правое положение на проезжей части, а поворачивая, ему необходимо вести свой автомобиль по возможности ближе к правому краю проезжей части. Но нередко на дорогах знаками и дорожной разметкой в направлении направо разрешается повернуть и со второй полосы.

Например, с крайней правой полосы движение разрешено только направо, а со второй полосы – прямо и направо. Т.е. поворот направо по второй полосе — это не единственный вариант для движения. По второй полосе есть возможность двигаться еще и в прямом направлении [2]. На рисунке 1 изображен пример правильного поворота направо.



Рис. 1. Правило поворота направо

Современные стационарные системы фиксации дорожной обстановки способны определять поворот из левого ряда камерами наружного видеонаблюдения, особенностью данного способа является фиксированный угол обзора, однообразность движений и наличие различимой дорожной разметки. Пример реализованной на данный момент технологии изображен на рисунке 2.

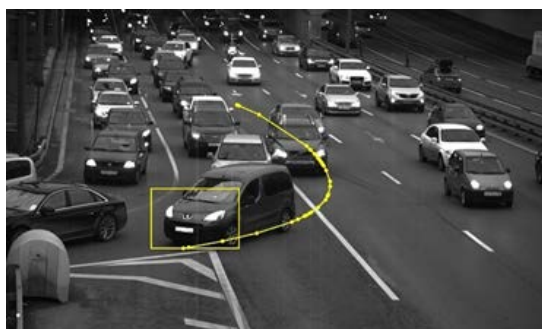


Рис. 2. Зафиксированный факт поворота из левого ряда направо

Однако для видеокамер, устанавливаемых на подвижные транспортные средства, задача усложняется ввиду следующих особенностей:

- динамичного изменения дорожной обстановки и фона;
- нечеткостью изображения вследствие низкого качества и/или загрязнения камеры;
- уменьшением зоны обзора по сравнению со стационарной камерой, находящейся на высоком сооружении, и т.д.

**Основные подходы.** В задачах распознавания действий на таких видео, принято разделять два подхода: выявление низкоуровневой и высокоуровневой информации о движениях. При низкоуровневом подходе система-анализатор имеет представление о некотором наборе базовых элементов, либо движений (*low-level labels*), из которых можно составить различные сложные действия. Высокоуровневый подход предполагает моделирование переходов между кадрами, без анализа базовых действий. Другими словами, система-анализатор работает с целостным образом. К преимуществам такого метода можно отнести относительную простоту реализации и требующиеся меньшие вычислительные мощности по сравнению с низкоуровневым подходом [1].

**Метод решения задачи.** Для решения данной задачи необходимо решить ряд взаимосвязанных задач. Так как, факт неправильного маневра относительно всего пути является лишь краткосрочным временным процессом, как правило, несколько секунд, а полная запись может занимать от нескольких минут до десятков часов. Поэтому целесообразно анализ проводить для коротких видеофрагментов, на которые следует делить видеоряд. Для этого можно воспользоваться высокоуровневым подходом, выделив необходимые временные отрезки на записи, т.е. разбить видео на отдельные кадры. Для увеличения производительности можно захватить из видео каждый десятый кадр с последующим уменьшением его ширины и высоты в пикселях. Очевидно, что может потребоваться наложение видеофрагментов, между которыми происходят значительные изменения сцены.

Все изображения можно разделить на релевантные и нерелевантные по критерию релевантности (степень соответствия), и на выданные и невыданные по критерию выдачи [1].

Полнота соответствия изображений определяется по формуле (1), как отношение выданных релевантных изображений к общему количеству релевантных изображений. Данный подход позволит избавиться не менее чем от 60% лишней части видеоряда [3].

$$r = \frac{RF}{RF+RN} \quad (1)$$

Следующим этапом следует анализ собранных временных отрезков низкоуровневым подходом. В отличие от высокоуровневого подхода, при

обработке сегментированных отрезков используется каждый кадр этого отрезка, для получения точного результата. Точность выдачи релевантных изображений вычисляется по формуле (2) как отношение выданных релевантных изображений к общему количеству выданных изображений [3].

$$r = \frac{RF}{RF+IF} \quad (2)$$

Дальнейшее решение задачи определения категории объекта на изображении, как правило, осуществляется по следующей схеме [4,5]:

1. Представление изображения в виде вектора признаков;
2. Обучение и использование классификатора с векторов признаков.

Для представления изображения в виде вектора можно использовать *Мешки визуальных слов* (Bag of Visual-Words), которые описаны в работе [6].



Рис. 3. Пример обнаружения автомобиля с записи видеорегистратора

Общая идея Bag of Visual-Words состоит в том, чтобы представить изображение как набор функций. Функции состоят из ключевых точек и дескрипторов. Ключевые точки - это «выделяющиеся» точки на изображении, поэтому независимо от того, поворачивается, сжимается или расширяется изображение, его ключевые точки всегда будут одинаковыми. А дескриптор - это описание ключевой точки. Использование ключевых точек и дескрипторов для создания словарей и представления каждого изображения как частотную гистограмму функций, присутствующих в изображении, позволит по гистограмме частот сформировать необходимые кадры для дальнейшего детального исследования.

### **Заключение**

Таким образом, оснащение транспортных средств камерами видеофиксации и подключение их посредством беспроводных технологий передачи данных предоставляет возможность для разработки приложений, направленных на повышение безопасности дорожного движения. Такие приложения могут быть востребованы органами ГИБДД, страховыми компаниями и производителями систем безопасности автотранспорта.

**Список используемых источников:**

1. Выявление действий на видео с помощью рекуррентных нейронных сетей А. Ю. Буйко, А. Н. Виноградов 2017 г. С. 3 - 5.
2. Госавтоинспекция <https://гибдд.рф> [электронный ресурс]
3. Релевантный поиск [https://en.wikipedia.org/wiki/Information\\_retrieval](https://en.wikipedia.org/wiki/Information_retrieval) [электронный ресурс]
4. Данилин А.Н., Никонов В.В. О нейросетевом подходе к распознаванию дорожных ситуаций // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 1. С. 15 - 26.
5. Зикратова Т.В., Зикратов И.А. Применение нейронной сети для обнаружения аварийно-опасных ситуаций на дорогах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. Т. 20. № 2. С. 301-305.
6. С. Szegedy, A. Toshev, and D. Erhan. «Deep neural networks for object detection». In Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), 2013. С. 2 - 4.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОЛЛЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ РОБОТОВ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ.

**И.А. Зикратов, В.О. Хамова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются вопросы управления группой роботов в условиях влияния дестабилизирующих факторов. Предлагается алгоритм, основанный на вычислении уровня доверия между агентами роя, позволяющий выявлять деструктивное влияние на процессы управления. Результаты работы могут быть использованы разработчиками систем управления мобильных киберфизических систем с децентрализованным управлением.*

*групповая робототехника, децентрализованное управление, доверительные модели, рой, самоорганизующиеся группы роботов*

Все более значимым направлением развития робототехники является совершенствование теории и практики построения интеллектуальных систем группового управления роботами – так называемых мультиагентных робототехнических систем, в которых исследуются вопросы группового управления мобильными робототехническими комплексами с децентрализованным управлением [1-4].

Однако, в большинстве указанных работ предлагаются алгоритмы управления в идеальных условиях, в отсутствии помех естественного и/или искусственного происхождения. На практике группы (рои) роботов действуют в условиях, когда возможно влияние одного или нескольких дестабилизирующих факторов, которым могут быть отнесены отказы/несправности систем беспилотного аппарата, сильное и/или продолжительное воздействие природных или индустриальных помех и т.д. Эти факторы могут привести к нежелательным последствиям: полной или частичной потери связи, передаче неверной информации, и т.п. Для устранения их влияния существуют различные способы, описанные, например, в работах [4,6]. В частности, для самоорганизующихся мобильных групп роботов с децентрализованным управлением перспективными представляются подходы, основанные на поведенческих парадигмах организации систем искусственного интеллекта. Одним из таких подходов к самоорганизации является подход, базирующийся на вычислении метрики доверия и/или репутации [5,6].

Авторами предлагается алгоритм, основанный на вычисленном показателе уровня доверия между агентами роя, позволяющий выявлять деструктивное влияние на процессы управления. Алгоритм основан на

модификации итерационной процедуры группового управления, описанной в [6] и [7].

Использование модели доверия состоит в следующем [6]. После запуска итерационного цикла  $j$ -й робот (робот-субъект) ( $j = \overline{1, N}$ ) вырабатывает действие  $A_j^{k+1}$  с максимальным приращением  $\Delta Y$ , и осуществляет доступ на запись информации о  $A_j^{k+1}$  роботам-объектам. Остальные агенты роя, получившие эту информацию, проверяют соответствие полученной информации реальной обстановке. Такая проверка осуществляется каждым агентом своими сенсорными устройствами (лидарами, радарами и т.д.):

Если  $i$ -й робот ( $i \neq j$ ) в результате проверки на  $k+1$  шаге своими средствами переданного  $j$ -м роботом сообщения о своем состоянии  $Z_j^0$  и  $A_j^k$  получил положительное заключение (результат проверки – *True*), он повышает уровень доверия (статус) для  $j$ -го робота  $w_i^j = w_i^j + \Delta w$ .

Если вследствие влияния ДФ (например, переданная роботом-субъектом информация противоречит данным наблюдения других агентов, или выбрано нерациональное действие) результат проверки оказался отрицательным (*False*), то уровень доверия робота-объекта для  $j$ -го робота-субъекта уменьшится:  $w_i^j = w_i^j - \Delta w$ .

Рассмотрим элементарный пример. Пусть имеется группа из 5 роботов (рисунок 1).

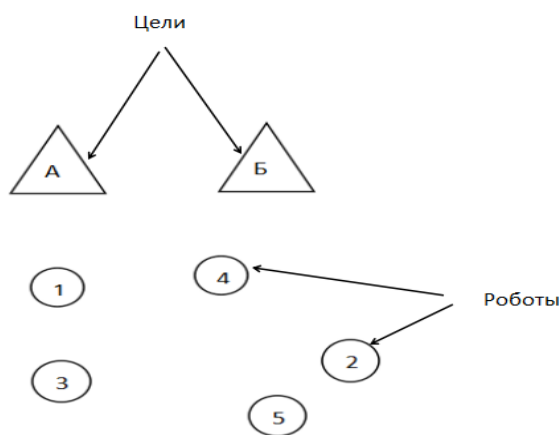


Рис.1. Расположение группы роботов

Робот №1 опрашивает роботов-объектов группы, видят ли они роботов №2, №3, №4, №5. Агент №1 видит №2, №3, №4, но не видит №5. Он присваивает №2, №3 и №4 статус равный 1, а №5 статус равный 0. Робот №2 отвечает, что видит роботов №1 и №3, но не видит роботов №4 и №5. Также он присваивает роботам соответствующие статусы. Исходя из показателей статуса видимости, высчитывается уровень доверия к каждому агенту роя. Таким образом, составляется матрица доверия на каждого робота из группы (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Матрица доверия

	1	2	3	4	5
1		1	1	1	
2	1		1		
3	1	1			
4	1		1		
5		1	1	1	
	0.75	0.75	1	0.5	0.001

Описанный алгоритм позволяет сформировать оценки уровней доверия агентов друг к другу, но в матрице оценок доверия имеется много пропусков, т.к. не все роботы наблюдают друг друга своими бортовыми сенсорными устройствами.

Таким образом, разброс оценок в отношении агентов в помехах и без помех может оказаться большим, что затрудняет достоверное выявление "недееспособных" агентов по уровню доверия, вычисленному указанным способом, на основе личного наблюдения.

Для устранения этого недостатка авторы предлагают дополнить матрицу доверия оценками по косвенным признакам – «мнениям» роботов-соседей. Тогда можно ввести следующие коэффициенты при определении статуса, определяемые по следующей логике робота-субъекта:

- Если я вижу и слышу того же робота, которого видит и слышит сосед, и наши с ним оценки сходятся в отношении этого третьего лица (робота) - уровень доверия к соседу равен 1.

- Если я соседу доверяю на 1, и он доверяет третьему лицу (роботу), которого я не вижу, я ставлю третьему лицу уровень доверия 0,5, основываясь лишь на «мнении» соседа.

- Если третье лицо, которому я поставил оценку 0,5, ставит оценку 1 другому роботу группы, кого я также не вижу, я этому агенту ставлю уровень 0,25.

При этом количество пустых ячеек в матрице доверия уменьшается. Назовем данный подход «доверием на основе мнения». Предложенный алгоритм позволит уменьшить число пропусков в матрице оценок доверия, что в случае достаточно больших групп роботов позволит получать статистически значимую оценку доверия с меньшей дисперсией (разбросом оценок) (таблица 2).

ТАБЛИЦА 2. Матрица доверия с применением алгоритма

	1	2	3	4	5
1		0.25	0.5	1	0.25
2	1		0.5	1	1
3	0.5	1		1	1
4	1	0.25	1		0.5
5	0.5	0.25	1	0.5	
	0.75	0.44	0.75	0.88	0.69

Основываясь на полученных оценках доверия агенты роя могут принимать более обоснованные решения в отношении агентов, находящихся под влиянием дестабилизирующих факторов. Если уровень доверия ниже некоего порогового значения, вычисляемого эмпирическим путем, то группа при информационном взаимодействии не принимает во внимание информацию от агентов, находящихся в помехах. Перед роем встает вопрос выбора дальнейшей стратегии действий:

- Группа продолжает выполнять задание, следуя выработанному плану действия, если уровень доверия к агентам достаточно высок.

- Группа выявляет, что текущий план не является оптимальным, так как в составлении этого плана принимали участие агенты с низким уровнем доверия. План должен быть рассчитан заново с учетом текущей ситуации.

- Группа, просчитав все риски и свои возможности, отказывается от задания из-за невозможности его достижения ввиду большого количества агентов, находящихся в помехах.

Таким образом, в работе предложен алгоритм оценки доверительных отношений между роботами в группе для самостоятельного принятия решения в среде дестабилизирующих факторов. В отличие от существующих алгоритмов оценка уровня доверия формируется не только на основе данных от бортовых сенсорных устройств, но и на основе мнения агентов, не находящихся в их зоне видимости. Развитие данного подхода будет продолжено и рассмотрено в следующих статьях. Предложенный алгоритм поведения может быть использована разработчиками систем управления мобильных киберфизических систем с децентрализованным управлением.

#### Список используемых источников:

1. Алексеев Д.М., Капустина О.С., Шель Е.А., Шумилин А.С. Проблема эффективности траекторного управления подвижными объектами в неопределенных средах: обзор методов группового управления роботами // Теория инноваций. N 5. С. 4 – 10.

2. Басан Е.С., Веселов В.С., Семикоз Е.С., Абрамов Е.С. Моделирование элементов системы группового управления мобильными роботами с целью анализа их защищенности // Сборник Докладов XXIII Пленума ФУМО ВО ИБ и Всероссийской Научной Конференции "Фундаментальные проблемы информационной безопасности в условиях цифровой трансформации" (Инфобезопасность -2019). С. 100 – 107.



3. Дивеев А.И., Котова А.А. Эволюционный метод решения задачи оптимального управления для повышения качества группового взаимодействия роботов // Надежность и качество сложных систем. 2019. № 4 (28). С. 60-68.
4. Потехин А.И. Дискретно-событийная модель группового управления мобильными роботами // Управление развитием крупномасштабных систем. С. 650 – 656.
5. Городецкий В.И. Поведенческие модели кибер-физических систем и групповое управление: основные понятия // Известия ЮФУ. Технические науки. N 1. С. 144 – 162.
6. Зикратов И.А., Зикратова Т.В., Лебедев И.С. Доверительная модель информационной безопасности мультиагентных робототехнических систем с децентрализованным управлением // Научно-Технический вестник информационных технологий, механики и оптики. N 2. С. 47 – 52.
7. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 280 с.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ МОДАЛЬНОСТИ

**И.А. Зикратов, В.А. Шабарова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В данной статье представлена модель идентификации пользователей на основе поведенческих алгоритмов. В качестве поведенческой модальности выбрана походка человека. Распознавание человека по походке является одним из перспективных направлений идентификации пользователей. Достоинством метода является тот факт, что пользователю не нужно запоминать сложный пароль или иметь с при себе идентификационную карту. Применение такого подхода может служить дополнительной мерой по усилению безопасности объектов от несанкционированного доступа.*

***методы идентификации и аутентификации, поведенческие алгоритмы, несанкционированный доступ, поведенческий анализ, биометрическая аутентификация; походка, безопасность***

Введение. В настоящее время существует множество различных алгоритмов проверки подлинности введённых данных – парольная защита, формирование «цифровых портретов» [1]. Одними из самых широко используемых механизмов являются: традиционные биометрические модальности (лицо, голос, палец, сетчатка глаза, подпись), нетрадиционные биометрические модальности (клавиатурный почерк, движение губ, походка, ДНК, запах) [2]. Под поведенческой модальностью понимается категория биометрической системы, основывающаяся и зависящая от динамического набора данных [3]. В качестве такой модальности в статье предложено использовать походку человека. Походку человека можно представить как циклический набор данных о перемещении контрольных точек тела с длительностью цикла от шага до шага. Очевидно, что злоумышленникам трудно обучиться характерным особенностям походки, и на протяжении длительного времени имитировать стиль ходьбы другого человека.

Объектом исследования в данной статье являются нетрадиционные биометрические методы идентификации и аутентификации. Предметом исследования является метод аутентификация пользователей на основе анализа походки.

Данное направление широко исследуемо многими авторами, в частности в своей статье А.Г. Казанцева, Д.Н. Лавров [4], рассматривают идентификацию человека по походке с использованием носимых сенсоров. Применение сенсорных датчиков является недостатком данной модели при внедрении в массовое использование. Задача состоит в том, чтобы избавиться от такого недостатка, именно поэтому была разработана модель

пользователей на основе поведенческих алгоритмов. Под поведением в данной работе будем понимать определённый сложившийся стиль походки человека в одних и тех же условиях. Анализ поведения пользователей и выявления аномалий в их поведении может стать альтернативой классической биометрии.

Аутентификация человека по походке.

Рассмотрим задачу аутентификацию пользователя посредством анализа походки человека. Достоинством метода является то, что для распознавания характерных особенностей походки человека никаких особых действий от объекта не требуется. Походка — это уникальная характеристика каждого человека. Она зависит от таких параметров как: вес, положения позвоночника, длина конечностей, осанка, характер, скорость, стиль движения. Все эти данные и создают неповторимую особенность поведения человека при ходьбе. Злоумышленнику будет сложно имитировать стиль ходьбы в течение длительного периода времени, что приведёт к тому, что осуществить несанкционированный доступ к объекту путём подделки характерных признаков легитимного субъекта не представляется возможным. Применение такого подхода может служить дополнительной мерой по усилению защиты, поскольку пользователю не нужно помнить сложный пароль или иметь с собой физическую идентификационную карту.

Если рассматривать походку, как совокупность поз и движений, можно выделить два наиболее распространённых способа регистрации такой информации: видеосъёмка и регистрация с использованием датчиков, находящихся на теле человека. В данной работе используется видеосъёмка [5].

Распознавание движения по видеосъёмке:

1. Получить данные с камеры.
2. Разбить видеофайл на отдельные кадры.
3. Выделить силуэт движущегося человека.
4. Обработать и накопить данные.

Методика эксперимента

С помощью видеокамеры телефона фиксируется движение человека в двух направлениях. В первом случае объект двигается вдоль камеры, а во втором случае движение происходит на камеру.

Для того чтобы проанализировать походку человека, можно использовать алгоритм Pose Estimation, фреймворк PyTorch и глубокое обучение нейросети [6]. Оценка позы человека с помощью Pose Estimation основана на принципе глубокого обучения нейронной сети.

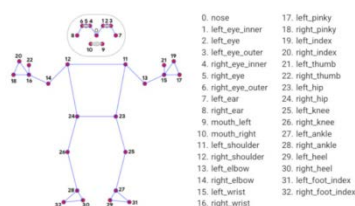


Рис.1 - Узловые точки модели человека

Модель представляет собой совокупность характерных точек на теле человека, которые можно выделить путем обработки кадра (Рисунок 1).

Анализ данных в представленной модели производится следующим образом: репозиторий Pose Estimation позволяет обрабатывать фото- и видео-кадры, обнаруживая и присваивая ключевым точкам на теле человека соответствующие индексы от 1 до 32 (Рисунок 1). Для анализа используются не все точки, а лишь часть из них, называемых узловыми. С помощью несложных вычислений, входными данными которых являются координаты узловых точек, рассчитываются расстояния, образующие 6 ключевых параметров человеческого тела: рост, ширину плеч, длины туловища, бедра, плеча и локтя. Совокупность этих антропометрических данные является индивидуальной для каждого человека, что позволит осуществлять процедуру аутентификации пользователя.

Заключение. Таким образом применение поведенческих модальностей позволит обеспечить более высокую безопасность. Разработанная модель позволит осуществлять дополнительную аутентификацию пользователей без применения специального оборудования, что расширит сферу применения модели. В дальнейшей работе авторы планируют осуществить эксперимент, подтверждающий данную гипотезу.

#### **Список используемых источников:**

1. Юрасов Д.С., Зикратов И. А. Различение пользователей на основе их поведения в сети Интернет [Электронный ресурс] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. №6 (88). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razlichenie-polzova>. (дата обращения: 08.11.2021).
2. Бессонова Е.Е., Зикратов И.А., Росков В.Ю. Анализ способов идентификации пользователя в сети интернет // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 6 (82). С. 128-129.
3. Поведенческие модальности [Электронный ресурс] // URL: Поведенческие модальности - CoderLessons.com (дата обращения: 08.11.2021).
4. Казанцева А.Г., Лавров Д.Н. Распознавание личности по походке на основе wavlet-параметризации показаний акселерометров // Математические структуры и моделирование 2011, вып. 23, с. 31–37
5. Соколова А.И., Конушин А.С. Методы идентификации человека по походке в видео. Труды ИСП РАН, том 31, вып. 1, 2019 г., стр. 69-82
6. Human pose estimation GitHub [Электронный ресурс] // URL::human-pose-estimation · GitHub Topics · GitHub (дата обращения: 08.11.2021).

## ПОСТРОЕНИЕ БИРЖЕВЫХ ТОРГОВЫХ АГЕНТОВ НА БАЗЕ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Е.Ю. Куликов<sup>1,2</sup>, Т.О. Новик<sup>1,2</sup>, А.С. Попонин<sup>1,2</sup>

1. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
2. ООО «ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

*Обучение с подкреплением является одной из самых интересных и передовых областей машинного обучения. Данные методы используются в таких задачах, как создание систем беспилотного управления автомобилем, создание диалоговых чат-ботов, создание игрового интеллекта для компьютерных игр, а так же шахмат или игры GO. В данной статье будет рассмотрено применение алгоритмов машинного обучения с подкреплением для торговли на фондовом рынке.*

### *машинное обучение, обучение с подкреплением, фондовый рынок*

С каждым годом алгоритмы машинного обучения помогают решать людям все больше и больше задач, одной из самых «горячих» областей для использования машинного обучения является фондовый рынок. Инвестиции в ценные бумаги являются одним из методов сохранения накоплений от инфляции, так как на дистанции 5-10 лет крупнейшие индексы показывают доходность 100-300% [1].

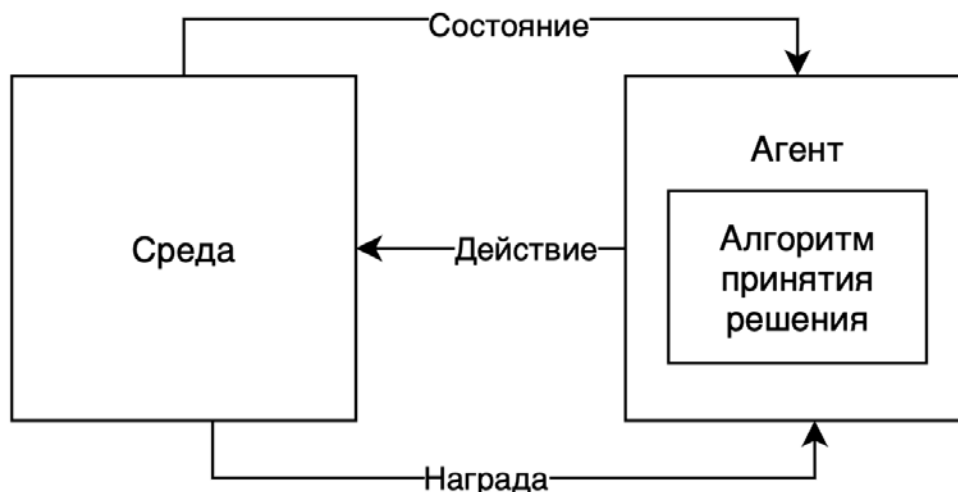


Рис. 1. Схема обучения агента.

Обучение с подкреплением является подвидом обучения с учителем [2], только вместо верных классов или верных значений используется обратная связь со средой (рис. 1) : агент запрашивает состояние среды, предсказывает

действие и получает положительную или отрицательную награду от среды в зависимости от правильности действия в данной ситуации.

Для создания среды фондового рынка будут использоваться исторические данные торгов. В данной работе используются данные в виде минутных свечек [3], они представляют с собой 5 значений: цена открытия, минимальная цена, максимальная цена, цена закрытия, объем торгов.

Состояние среды на каждом шаге описывается следующими характеристиками:

- массив максимальных цен длиной N
- массив минимальных цен длиной N
- массив цен закрытия длиной N
- массив объёмов торгов длиной N
- булево значение обозначающее наличие или отсутствие позиции
- текущий профит со сделки.

где N - количество свечек используемый для описания среды в каждый момент времени

Максимальные, минимальные и цены закрытия кодируются относительно цены открытия каждой свечки для возможности использования на разных инструментах одновременно.

В текущей реализации среды агент может иметь в позиции только одну акцию. Существует два варианта выдачи награды, при закрытии сделки или на каждом шаге. При каждой покупке или продаже из награды вычитается комиссия в размере 0.1 процента. Покупка и продажа происходит по цене закрытия последней свечки на текущий момент времени. Торговый эпизод кончается при закрытии сделки или при окончании данных. Новый торговый эпизод начинается со случайного момента времени. Пример состояния среды при количестве свечек для описания среды N=4 приведен на рисунке 2.

```
(array([[1.4265336e-03, 1.4245014e-03, 1.4224751e-03, 1.4204546e-03],
        [0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00],
        [1.4265336e-03, 1.4245014e-03, 1.4224751e-03, 1.4204546e-03],
        [7.0200000e+02, 7.0300000e+02, 7.0400000e+02, 7.0500000e+02],
        [0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00],
        [0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00, 0.0000000e+00]]),
 dtype=float32),
0.0,
False,
```

Рис. 2. Пример состояния среды.

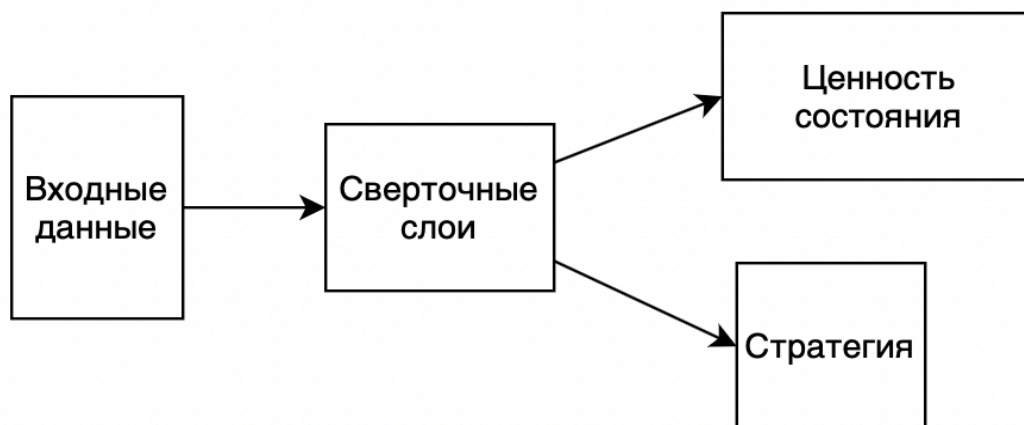


Рис. 3. Архитектура агента.

Для построения агента был выбран метод актора-критика, который считается базовым методом в классе методов «градиент по стратегии». Данный метод является более стабильным чем остальные, так как предсказывает ожидаемую ценность состояния, которая в свою очередь вычитается из полученного вознаграждения, тем самым понижая дисперсию градиентов во время обучения. Архитектура агента представлена на рисунке 3. Стратегия является вероятностью для каждого возможного действия. В данной реализации возможно 3 действия: buy, sell, skip.

Алгоритм обучения агента:

- 1) Инициализируем веса агента случайными значениями
- 2) Проигрываем  $M$  шагов в среде, применяя стратегию текущего агента, сохраняем состояния  $s_t$ , действие  $a_t$ , вознаграждение  $r_t$ .
- 3) Накапливаем градиенты по стратегиям и по ценностям состояний.
- 4) Обновляем веса агента, используя накопленные градиенты

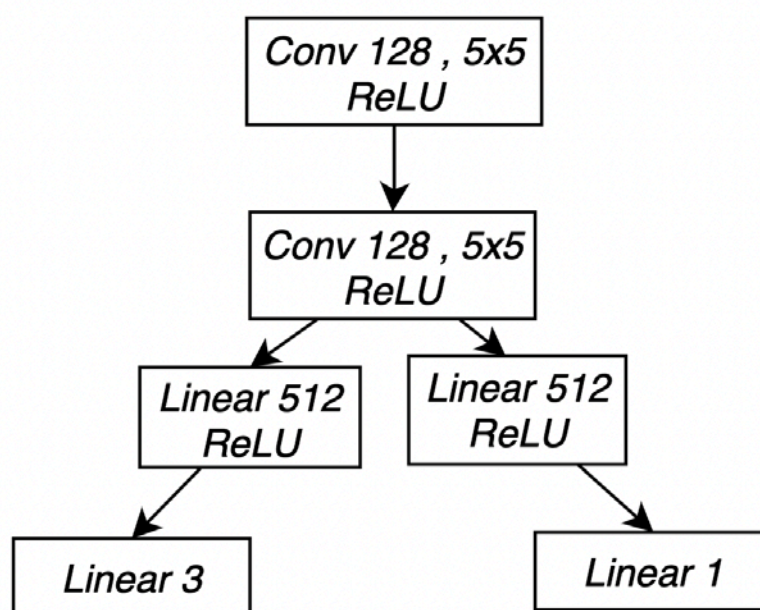


Рис. 4. Архитектура агента.



5) Повторяем с шага 2, до достижения сходимости.

Обучение проводилось, при использовании  $N=100$  свечек для описания среды в каждый момент времени с архитектурой агента представленной на рисунке 4. При обучении использовались исторические торговые данные китайской компании Vips Shop, которая занимается продажей одежды и аксессуаров, капитализация 9 млрд долларов, продолжительность периода 2.5 года, доходность за этот период -8 процентов. Первая цена за период составляет 16.24 доллара, последнюю 14.93 доллара, график котировок компании на рисунке 5.

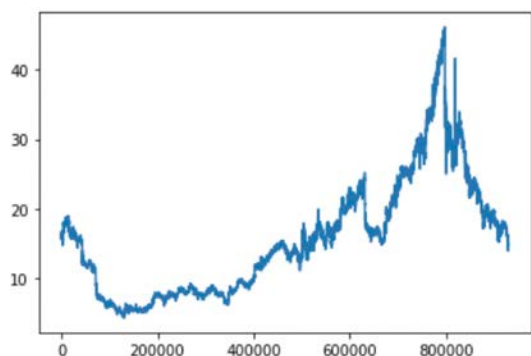


Рис. 5. График котировок компании VIPS

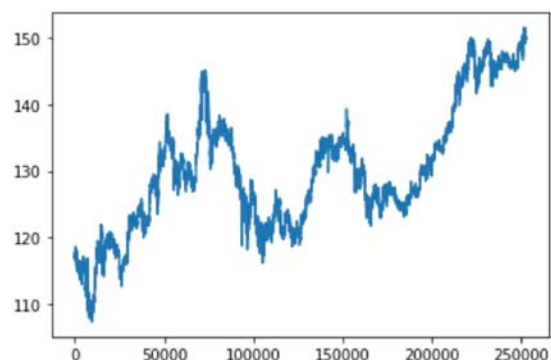


Рис. 6. График котировок компании APPL

Тестирование агента проводилось на исторических данных американской компании Apple с капитализацией 2.5 триллиона долларов, продолжительностью 10 месяцев и доходностью за этот период 27 процентов, график котировок представлен на рисунке 6.

Как можно заметить тестовые данные отличаются очень сильно от данных обучения по волатильности, сфере деятельности компании, региону, капитализации и показателям доходности за этот период.

Итоговая доходность на данных обучения составила около 200 процентов за 2.5 года, график доходности представлен на рисунке 7 и можно сказать что он отличается от графика котировок по форме и по доходности, но можно проследить похожие паттерны на шаге 670 000, на падающем рынке агент не научился зарабатывать, так-как может набирать только длинные позиции [4], вероятно если бы ему были доступны короткие позиции [5], то доходность на падающем рынке была бы выше, по данным результатам можно сказать что алгоритм хорошо запомнил данные обучения.

График доходности на тестовых данных представлен на рисунке 8 и почти полностью повторяет график котировок за этот период, итоговая доходность составила 31 процент, что на 4 процента выше чем историческая доходность данной компании. Необходимо сказать что данные результаты агенту удалось достигнуть только при нулевой комиссии, при комиссии 0.05 - 0.1 процента итоговая доходность составляет от -100 до -300 процентов.



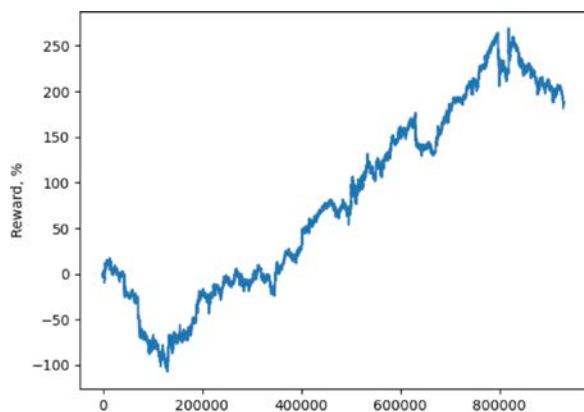


Рис. 7. График прибыли VIPS.

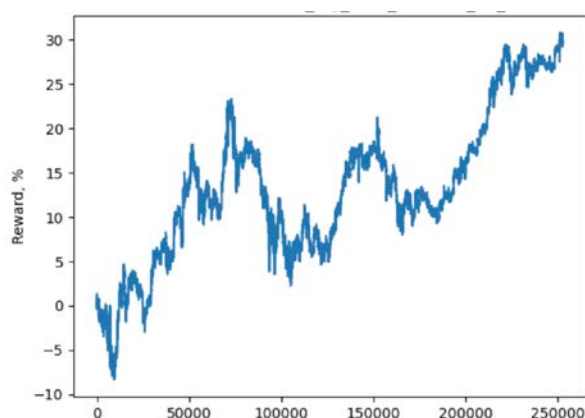


Рис. 8. График прибыли APPL.

В дальнейшей работе планируется добиться положительной доходности при ненулевой комиссии и поэтапно усложнять торговую среду до максимального приближения к реальной ситуации.

**Список используемых источников:**

1. Фондовый индекс S&P 500. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/S%26P\\_500](https://ru.wikipedia.org/wiki/S%26P_500) (дата обращения 14.11.2021)
2. Обучение с учителем. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Обучение\\_с\\_учителем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Обучение_с_учителем) (дата обращения 14.11.2021)
3. Японские свечи. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Японские\\_свечи](https://ru.wikipedia.org/wiki/Японские_свечи) (дата обращения 14.11.2021)
4. Длинные позиции [Электронный ресурс]. URL: <https://journal.open-broker.ru/trading/что-такое-short-i-long-na-birzhe/> (дата обращения 14.11.2021)
5. Короткие позиции [Электронный ресурс]. URL: <https://journal.open-broker.ru/trading/что-такое-short-i-long-na-birzhe/> (дата обращения 14.11.2021)

## МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАБОТКИ РЕЧИ

Е.Ю. Куликов<sup>1,2</sup>, А.С. Попонин<sup>1,2</sup>, Е.Б. Седова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
<sup>2</sup> ООО «ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

*Методика обработки открытых данных для обучения алгоритмов на базе нейронных сетей в области обработки речи.*

*обработка аудиоданных, обработка данных, нейронные сети, фильтрация данных*

Задачи, связанные с машинным обучением и глубоким обучением, невозможны без использования наборов данных для обучения. Если рассматривать область обработки речи, то становится понятно, что необходимы данные, состоящий из аудио файлов. В интернете можно найти очень много открытых датасетов, где есть готовые обработанные аудиоданные. Например, такими являются Mozilla Common Voice [1], Open SRL [2] и многие другие.

Бывают ситуации, когда задача достаточно специфична (например, нужна речь на определенную тематику или на нераспространенном языке), и найти качественный датасет в открытых источниках нельзя. В таких случаях необходимо самостоятельно сделать датасет, учитывая множество тонкостей при обработке аудио.

Для того, чтобы сделать датасет, который можно использовать для работы с речью (например, для распознавания речи, анализа и пр.), нужно найти и обработать аудио. Источником могут служить любые открытые данные, либо записывать данные самостоятельно. Например, распространенными вариантами из открытых ресурсов является youtube, различные аудио книги, подкасты. В них можно найти различные материалы, которые будет удовлетворять условиям задачи. Существует множество вариантов, как выгрузить аудио данные, но чаще всего это сырые аудио, которые нуждаются в обработке.

Имея сырые данные нужно проанализировать их на длительность, которая возможно будет непригодны для задачи, и если длительность аудио данных большая, то потребуется разрезать их на более мелкие сегменты. Это необходимо из-за того, что большинство моделей по работе с аудио лучше обрабатывают относительно небольшие аудио дорожки. Оптимальными значениями длительности являются аудио от 3 до 15 секунд. Нельзя просто от начала и до конца резать аудио, ведь если обрезка произойдет на слове, то при обучении модели такие данные могут оказать негативное влияние на

конечный результат. Для предотвращения подобных ситуаций рекомендуется проанализировать данные на наличие пауз между словами или предложениями. Для определения пауз в аудио существует множество методов. Один из самых простых — это анализ уровня или громкости сигнала для каждого образца. На рисунке 1 представлен пример одного аудио из исследования. Из рисунка следует вывод, что минимальная громкость (а значит, и наличие паузы) есть приблизительно на 1.25, на 3.75 и на 7,2 секунды.

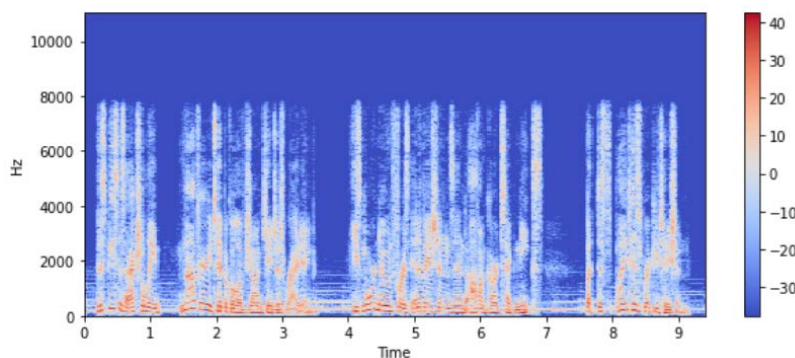


Рис. 1. Спектрограмма аудио для анализа.

Если рассматривать открытые источники, то в некоторых из них представлены текста для аудио, но если требуется текст к аудио, а в источнике его не оказалось, то одним из способов получить его — это использовать методы speech-to-text [3]. Существует немало доступных готовых моделей, обученных на разных языках, которые можно найти в интернете и использовать для получения текста из анализируемой аудиодорожки.

Перед получением текста стоит обратить внимание на то, есть ли в аудио данных фоновые звуки: шумы, смех, музыка, аплодисменты, голоса других людей. Зачастую ASR-модели очень восприимчивы к этому и даже если в аудио хорошо прослушивается речь, но также слышен фон, то это может стать причиной того, что речь будет некорректно преобразована в текст или и вовсе модель будет воспринимать фоновый звук за речь спикера.

Для избавления от шума и анализа фонового звука в аудио так же существуют открытые решения. На рисунке 2 представлен график вероятностей звуков по топ 3 категориям для каждого фрейма по тому же тестовому аудио. Как видно, до очистки в аудио присутствовала музыка, причем достаточно громкая.

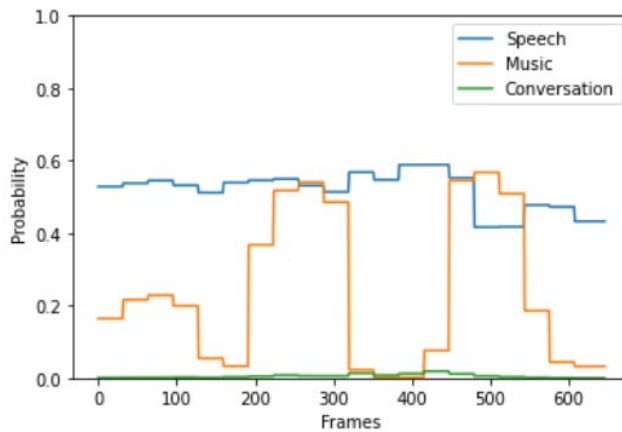


Рис. 2. Графики вероятности звука для оригинального аудио.

После использования методов audio denoising (шумоподавления) и методов очистки аудио дорожки от музыкальных сопровождений можно увидеть, как сильно изменились результаты. Использование моделей для устранения конкретного фонового сопровождения (в данном случае музыки) будет более эффективным решением для частных случаев, но для общих случаев модели для шумоподавления прекрасно подходят и справляются даже с такой задачей, как исключение фоновой музыки. (См. рис. 3 и 4.) В зависимости от вида фонового шума можно удачно использовать ту или иную модель для очистки аудио от посторонних звуков.

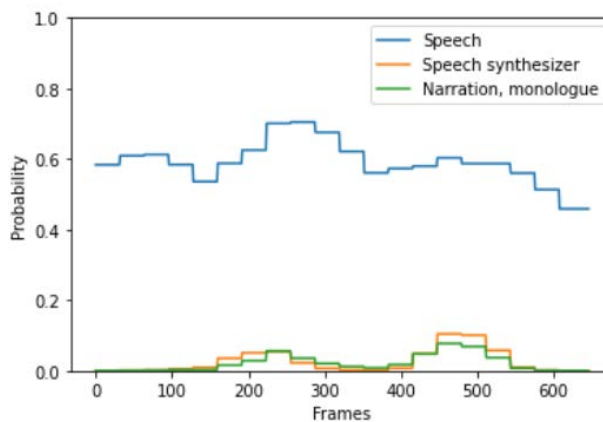


Рис. 3. Графики вероятности звука для очищенного от музыки аудио.

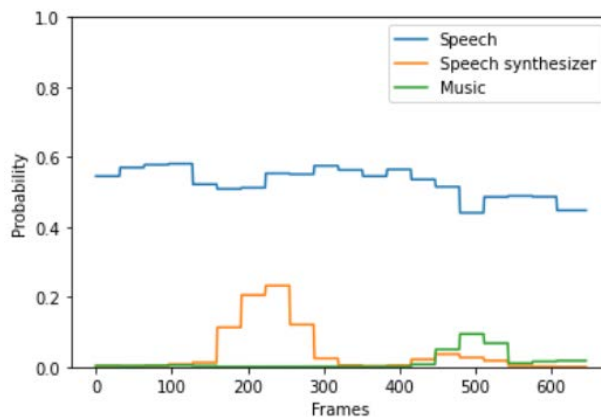


Рис. 4. Графики вероятности звука для очищенного от шума аудио.

После очистки аудио от посторонних звуков можно работать с полученными данными для сбора текста.

Предобработка аудио данных - очень важный этап в задачах по обработке речи. Правильно подобранная чистая речь поможет добиться лучших результатов в обучении алгоритмов на базе нейронных сетей.

**Список используемых источников:**

1. Mozilla Common Voice [Электронный ресурс]. URL: <https://commonvoice.mozilla.org/ru>
2. Open SLR [Электронный ресурс]. URL: <https://openslr.org>
3. Speech-to-Text [Электронный ресурс]. URL <https://aws.amazon.com/ru/what-is/speech-to-text/>

## ПОВЫШЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ ГЕНЕРАЦИИ РЕЧИ В АЛГОРИТМАХ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ СИНТЕЗА РЕЧИ

Е.Ю. Куликов<sup>1,2</sup>, А.С. Попонин<sup>1,2</sup>, И.И. Триандафилиди<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
<sup>2</sup> ООО «ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

*Последние достижения в области синтеза речи позволяют синтезировать в реальном времени естественно звучащую человеческую речь. Однако для достижения высокого уровня схожести требуется качественно преобразовать обучающие данные.*

*синтез речи, нейронные сети, TTS, обработка данных*

В настоящее время стремительно растут и набирают популярность голосовые ассистенты. На рынке представлено много подобных систем. Самыми популярными решениями являются «Алиса» от *Yandex*, «Олег» от *Tinkoff*, «Маруся» от *Mail*, голосового телефонного ответчика от *Sber*.

Одним из необходимых элементов таких ассистентов является система синтеза речи, которая позволяет преобразовывать текст в речь (*Text to Speech, TTS*). Последние достижения в области синтеза речи позволяют синтезировать естественно звучащую человеческую речь в реальном времени. Вкупе с другими элементами, такими как *Automatic Speech Recognition, Dialogue system, Voice Active Detection* и др., которые так же способны отдавать ответы в режиме реального времени, голосовые ассистенты могут без особой задержки генерировать ответ на полученный запрос от пользователя.

Разработчики всех голосовых систем стремятся к максимальной схожести синтетической речи с речью человека. В данной статье описана методика, которая позволит повысить управляемость генерации речи на примере обучения модели *FastPitch* [1].

Для того чтобы получить качественную модель, способную генерировать схожую с человеческой речью, нужно внимательно подойти к данным. Самым важным критерием качественных данных служит полное соответствие текстовой транскрипцией аудиофайла с фактическим текстом, произносимым в аудиофайле. Так же стоит обратить внимание на качество самих аудиофайлов. В лучшем случае это должны быть аудиофайлы, записанные на профессиональной записывающей музыкальной студии. Если не удастся записать данные в профессиональной студии, то нужно обратить внимание на звучание голоса - он должен звучать одинаково на всех аудио образцах. Следует позаботиться и о текстовой транскрипции - в ней не должно быть лишних символов, числа должны быть прописаны текстом, так

же рекомендуется ставить точку в конец. Пример данных представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Пример данных-1

<i>audio_file_with_text_1.wav</i>	<i>Hello world.</i>
<i>audio_file_with_text_2.wav</i>	<i>I am medical robot</i>
<i>audio_file_with_text_3.wav</i>	<i>My name is Alexa</i>

Одним из критериев схожести синтезированной речи с человеческой являются паузы. В обучающей выборке можно оставить литературные запятые, но они не всегда означают фактическую паузу в речи. Соответственно для усвоения паузы просто запятой или точки, если в образце два и более предложений, не хватит. Наша идея заключается в том, что мы должны проанализировать каждый аудиофайл на наличие фактических пауз.

После проведенного анализа аудиофайлов мы обнаружили, что фактические паузы в нашем аудио датасете варьируются по длительности. Разделив паузы по диапазонам:

- \* Короткая пауза - от 0 до 0.2 секунд
- \* Средняя пауза - от 0.2 од 0.4 секунд
- \* Длинная пауза - больше 0.4с

Мы получили следующее распределение (рисунок 1):

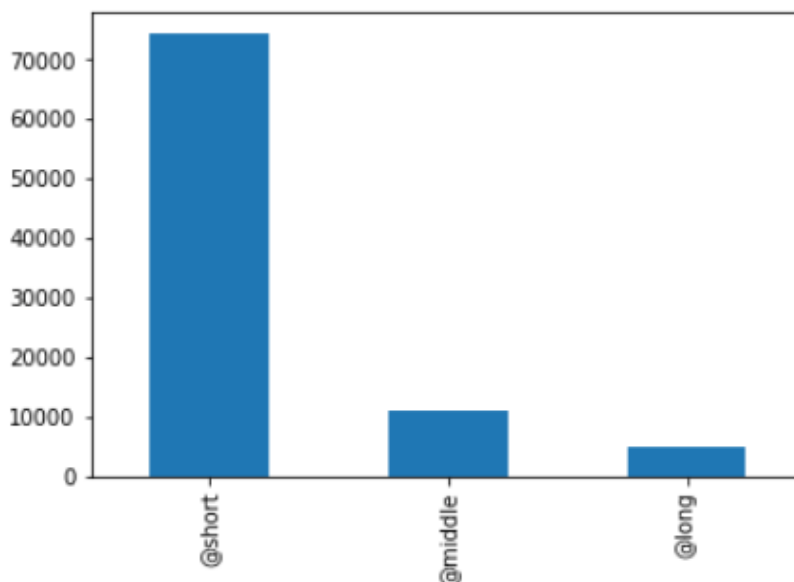


Рис 1. Распределение получившихся длительностей

Из распределения следует, что коротких пауз много больше чем средних и длинных, соответственно было принято решение объединить все паузы в

один токен-паузу и поставить этот токен в текст там, где фактически присутствует пауза в аудиофайле. Пример данных представлен в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Пример данных-2

<i>audio_file_with_text_1.wav</i>	<i>{token-pause} Hello world {token-pause}</i>
<i>audio_file_with_text_2.wav</i>	<i>I am {token-pause} medical robot</i>
<i>audio_file_with_text_3.wav</i>	<i>My name is Alexa {token-pause}</i>

Для сравнения мы так же произвели обучения на чистом литературном тексте с запятыми. На рисунках 2,3,4 и 5 представлены графики синтезированных аудиофайлов с текстом, который представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Текст к аудиофайлам

Рисунок 2	<i>But, what I want to talk to you, about now is a different information network</i>
Рисунок 3	<i>But {token-pause} what I want to talk to you {token-pause} about now is different information network</i>
Рисунок 4	<i>Hello friend, I am medical robot, I can help you</i>
Рисунок 5	<i>Hello friend {token-pause} I am medical robot {token-pause} I can help you</i>

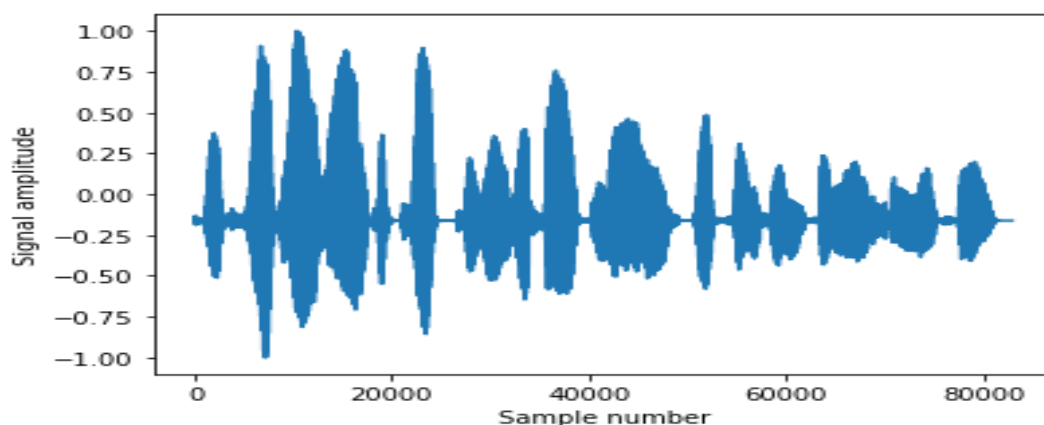


Рис. 2.



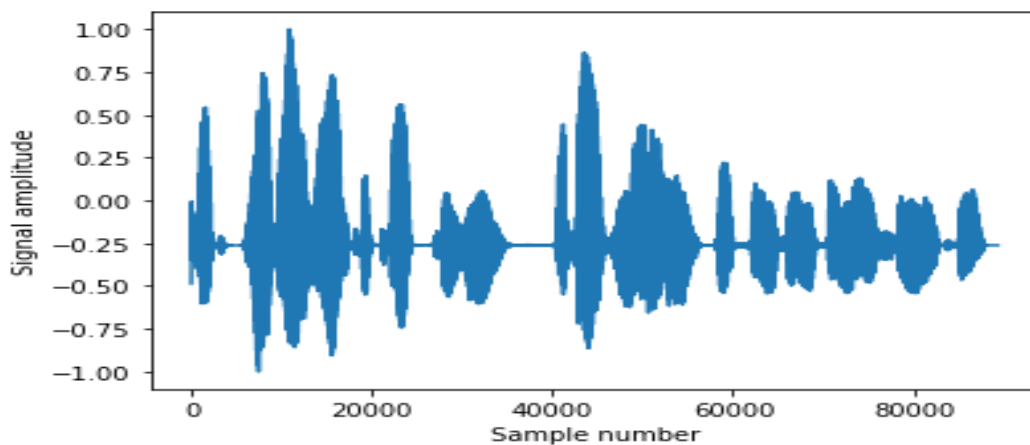


Рис. 3.

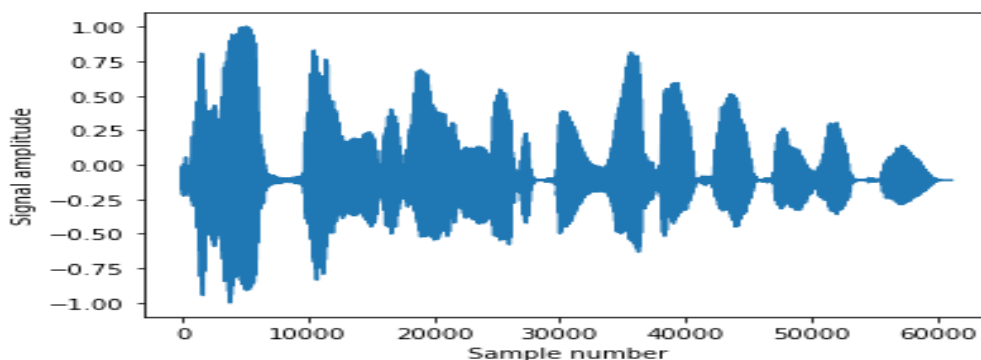


Рис. 4.

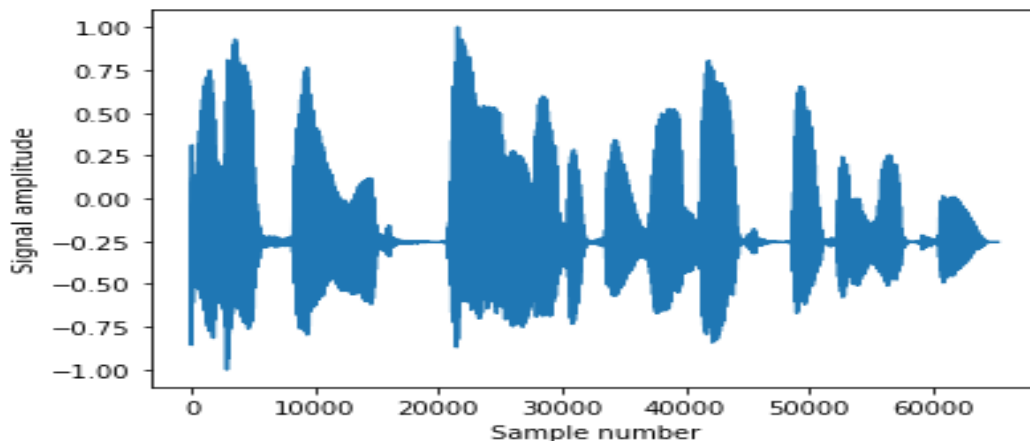


Рис. 5.

По графикам можно увидеть, что в случае, когда мы используем токен-паузу - пауза в сгенерированном аудиофайле тише и более длительна. В некоторых моментах запятые в целом не дают никакой паузы. Так же стоит отметить, что сама пауза по амплитуде в случае токен-паузы ближе к тишине, чем запятые, которые при обучении были расставлены по правилам пунктуации.

**Список используемых источников:**

1. FASTPITCH: PARALLEL TEXT-TO-SPEECH WITH PITCH PREDICTION [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.06873.pdf>

## АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗРАБОТКЕ WEB- ПРИЛОЖЕНИЙ

Г.А. Михаль, Г.Н. Смородин

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

*Создание и применение программных систем представляет собой одну из важнейших составляющих экономики знаний. На протяжении десятилетий лучшие практики жизненного цикла программного обеспечения приобрели статус моделей или стандартов. В статье приведена классификация и сравнительный анализ моделей жизненного цикла программных систем применительно к разработке web-приложений.*

### ***программные системы, модели жизненного цикла, классификация и анализ***

Модель жизненного цикла ПО — структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязи процессов, действий и задач на протяжении жизненного цикла.

Модели жизненного цикла программного обеспечения состоят из нескольких стадий, каждая из которых ограничена определёнными временными рамками; на входе которой расположены требования и результат выполнения предыдущей стадии в виде моделей, программных компонентов, документации и т.д., а на выходе представлен модифицированный продукт в виде уже перечисленных компонентов [1].

Модели жизненного цикла разделяются на 2 основные группы – модели полного цикла, отражающие инженерный подход, и модели быстрой разработки. Модели, входящие в первую группу, отличаются относительно медленной разработкой с чётким следованием изначальным требованиям. Особенностью второй группы является быстрая разработка с возможностью оперативно подстраиваться под изменяющиеся требования [2].

Каскадная модель — модель процесса разработки программного обеспечения, в которой процесс разработки выглядит как поток, последовательно проходящий фазы анализа требований, проектирования, реализации, тестирования, интеграции и поддержки. В каскадной модели легко управлять проектом. Благодаря её жесткости, разработка проходит быстро, стоимость и срок заранее определены. Каскадная модель будет давать отличный результат только в проектах с четко и заранее определенными требованиями и способами их реализации. Нет возможности сделать шаг назад, тестирование начинается только после того, как разработка завершена или почти завершена. Продукты, разработанные по данной модели без обоснованного ее выбора, могут иметь недочеты (список требований нельзя скорректировать в любой момент), о которых становится известно лишь в конце из-за строгой последовательности действий.

Стоимость внесения изменений высока, так как для ее инициализации приходится ждать завершения всего проекта.

V-model является расширением каскадной модели, в которой тестирование происходит после разработки. Известна под названием модель верификации или модель валидации. Унаследовала структуру «шаг за шагом» от каскадной модели. V-образная модель применима к системам, которым особенно важно бесперебойное функционирование. Например, прикладные программы в клиниках для наблюдения за пациентами, интегрированное ПО для механизмов управления аварийными подушками безопасности в транспортных средствах и так далее. Особенностью модели можно считать то, что она направлена на тщательную проверку и тестирование продукта, находящегося уже на первоначальных стадиях проектирования. Стадия тестирования проводится одновременно с соответствующей стадией разработки, например, во время кодирования пишутся модульные тесты.

Инкрементная модель - это метод разработки программного обеспечения, при котором продукт разрабатывается, внедряется и тестируется постепенно (каждый раз добавляется немного больше), пока продукт не будет завершен. Включает в себя как разработку, так и техническое обслуживание. В инкрементной модели полные требования к системе делятся на различные сборки. Терминология часто используется для описания поэтапной сборки ПО. Имеют место несколько циклов разработки, и вместе они составляют жизненный цикл «мульти-водопад». Цикл разделен на более мелкие легко создаваемые модули. Каждый модуль проходит через фазы определения требований, проектирования, кодирования, внедрения и тестирования. Процедура разработки по инкрементной модели предполагает выпуск на первом большом этапе продукта в базовой функциональности, а затем уже последовательное добавление новых функций, так называемых «инкрементов». Процесс продолжается до тех пор, пока не будет создана полная система. Инкрементные модели используются там, где отдельные запросы на изменение ясны, могут быть легко формализованы и реализованы.

RAD-модель — разновидность инкрементной модели. В RAD-модели компоненты или функции разрабатываются несколькими высококвалифицированными командами параллельно, будто несколько мини-проектов. Временные рамки одного цикла жестко ограничены. Созданные модули затем интегрируются в один рабочий прототип. Синергия позволяет очень быстро предоставить клиенту для обозрения что-то рабочее с целью получения обратной связи и внесения изменений. Может использоваться только при наличии высококвалифицированных и узкоспециализированных архитекторов. Бюджет проекта большой, чтобы оплатить этих специалистов вместе со стоимостью готовых инструментов автоматизированной сборки. RAD-модель может быть выбрана при

уверенном знании целевого бизнеса и необходимости срочного производства системы в течение 2-3 месяцев.

В «гибкой» методологии разработки после каждой итерации заказчик может наблюдать результат и понимать, удовлетворяет он его или нет. Это одно из преимуществ гибкой модели. К ее недостаткам относят то, что из-за отсутствия конкретных формулировок результатов сложно оценить трудозатраты и стоимость, требуемые на разработку. Экстремальное программирование (XP) является одним из наиболее известных применений гибкой модели на практике.

В основе такого типа — непродолжительные ежедневные встречи — «Scrum» и регулярно повторяющиеся собрания (раз в неделю, раз в две недели или раз в месяц), которые называются «Sprint». На ежедневных совещаниях участники команды обсуждают:

- отчёт о проделанной работе с момента последнего Scrum'a;
- список задач, которые сотрудник должен выполнить до следующего собрания;
- затруднения, возникшие в ходе работы.

Методология подходит для больших или нацеленных на длительный жизненный цикл проектов, постоянно адаптируемых к условиям рынка.

Итерационная модель жизненного цикла не требует для начала полной спецификации требований. Вместо этого, создание начинается с реализации части функционала, становящейся базой для определения дальнейших требований. Этот процесс повторяется. Версия может быть неидеальна, главное, чтобы она работала. Понимая конечную цель, мы стремимся к ней так, чтобы каждый шаг был результативен, а каждая версия была работоспособна.

Спиральная модель похожа на инкрементную, но с акцентом на анализ рисков. Она хорошо работает для решения критически важных бизнес-задач, когда неудача несовместима с деятельностью компании, в условиях выпуска новых продуктовых линеек, при необходимости научных исследований и практической апробации. Эта модель не подойдет для малых проектов, она резонна для сложных и дорогих, например, таких, как разработка системы документооборота для банка, когда каждый следующий шаг требует большего анализа для оценки последствий, чем программирование.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение достоинств и недостатков моделей.

Модель	Достоинства/Недостатки
Waterfall Model	Позволяет оценивать качество продукта на каждом этапе, но не соответствует реальным условиям разработки программного продукта
V-Model	Обеспечивает тщательное тестирование разрабатываемого продукта, но не подходит для проектов с не устойчивыми требованиями.

Incremental Model	Позволяет подстраиваться под изменяющиеся требования на поздних этапах разработки, но начальных этапах требует значительной определённости.
RAD Model	Может использоваться только при наличии высококвалифицированных архитекторов, но сокращает временные затраты на разработку.
Agile Model	После каждой итерации заказчик может наблюдать результат и понимать, удовлетворяет он его или нет, но из-за отсутствия конкретных формулировок результатов сложно оценить трудозатраты и стоимость.
Iterative Model	Отлично подходит для больших проектов, но начальных этапах требует значительной определённости.
Spiral Model	Хорошо работает для решения критически важных бизнес-задач, но не подходит для малых проектов.

#### **Список используемых источников**

1. Жизненный цикл программного обеспечения [Электронный ресурс] – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/11876/1156/lecture/18252> (дата обращения 23.11.2021).
2. Бек К. Экстремальное программирование: разработка через тестирование — Питер, 2003 – 224 с.: ил.

## КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КОММУНИКАЦИЯХ

**Е.А. Морозова, В.А. Никамин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Давно известные физикам эффекты квантовой запутанности и квантовой телепортации не могли не навести ученых на мысль о практическом использовании этих явлений – в том числе для создания квантовых средств коммуникации. Если вначале это были только перспективные замыслы, то усилия ученых в последние десятилетия позволили им добиться вполне практических результатов, и появления таких систем можно ожидать уже в самом ближайшем будущем.*

*квантовая запутанность, квантовая телепортация, квантовая суперпозиция, постоянная Планка, принцип нелокальности, эффект Зенона*

Явление *квантовой телепортации* связано с понятием *квантовой запутанности* (от англ. *entangle* - перепутанность, переплетенность, сцепленность, связанность). Квантовая запутанность - пожалуй, самое интересное свойство, отличающее мир квантовой механики от мира классической ньютоновской механики.

*Квантовая механика* – это раздел физики, в котором описывается поведение микрочастиц на субмолекулярном уровне, т.е. на уровне молекул, атомов, электронов, фотонов и прочих микрочастиц. Классическая механика, хорошо описывающая системы макроскопических масштабов, на этом уровне уже не работает [1-7].

В квантовой физике существует огромное количество парадоксов и пугающе странных вещей, объяснить которые не в состоянии умы лучших физиков планеты. Квантовая физика, используемая для описания мельчайших объектов во Вселенной – это невероятно сложный, зачастую нелогичный и даже абсурдный раздел науки. Один из основоположников квантовой механики - датский физик-теоретик лауреат Нобелевской премии по физике (1922) Нильс Бор как-то заметил по этому поводу: «*Если квантовая физика вас не шокировала – значит, вы ничего в ней не поняли*».

*Квантовая запутанность* – это квантовомеханическое явление, при котором квантовые состояния двух или большего числа частиц оказываются взаимозависимыми. При этом обе (или больше) частиц будут находиться в состоянии квантовой суперпозиции.

*Квантовая суперпозиция* – принцип, в соответствии с которым квантовый объект может находиться одновременно в двух или даже нескольких состояниях одновременно. Как, например, *кубиты* в квантовых компьютерах, которые имеют значения одновременно и 0, и 1. Однако при

измерении состояние квантовой суперпозиции разрушается и квантовый объект принимает только какое-то одно состояние.

Например, если получить пару частиц, находящихся в запутанном состоянии, то если при измерении спина одной из частиц он окажется направленным в одну сторону, а спин другой окажется направленным в другую сторону. Или, скажем, если круговая поляризация одной из частиц будет по часовой стрелке, то поляризация другой будет всегда против часовой стрелки, и наоборот.

Такая взаимозависимость сохраняется, даже если запутанные частицы разнести в пространстве далеко за пределы любых известных взаимодействий. При этом одновременно с измерением параметра одной частицы запутанное состояние другой прекращается. В этом случае как раз и говорят о квантовой телепортации.

Ввел понятие квантовой запутанности еще в 1935 году австрийский физик-теоретик Эрвин Шредингер, также один из создателей квантовой механики и лауреат Нобелевской премии по физике (1933). Однако в широкое употребление это понятие вошло лишь в 1990-е годы, когда появились первые прототипы систем квантовой коммуникации и квантовых компьютеров. На нем основаны современные квантовые технологии, такие как квантовая связь, квантовые вычисления и сверхточные квантовые измерительные приборы.

Получить запутанные частицы можно следующим образом. Для этого потребуется кристалл с нелинейными оптическими свойствами – то есть такой, взаимодействие света с которым зависит от интенсивности этого света. Например, триборат лития ( $\text{LiB}_3\text{O}_5$ ), бета-борат бария ( $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ ), ниобат калия ( $\text{KNbO}_3$ ). Если облучить его лазером подходящей длины волны, то высокоэнергетические фотоны лазерного излучения будут иногда распадаться на пары запутанных фотонов меньшей энергии (это явление называется «спонтанным параметрическим рассеянием») и поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Например, при распаде одного фиолетового фотона можно получить два красных, которые будут находиться в запутанном состоянии.

При этом  $\varepsilon_1 = \varepsilon_{21} + \varepsilon_{22}$ , где  $\varepsilon_1$  – энергия первичного фотона, а  $\varepsilon_{21}$  и  $\varepsilon_{22}$  – энергии вторичных фотонов, находящихся в запутанном состоянии.

Кроме того, можно записать, что

$$\varepsilon_1 = h\nu_1 = 2h\nu_{21} = 2h\nu_{22},$$

где  $h = (6,62517 \pm 0,00023) \cdot 10^{-34}$  Дж/с – **постоянная Планка**, а  $\nu_1$ ,  $\nu_{21}$  и  $\nu_{22}$  – соответственно, частоты первичного и вторичных фотонов.

После чего остается только сохранить запутанные частицы в целостности и разнести подальше друг от друга.

Состояние квантовой запутанности также может возникнуть при взаимодействии (столкновении) частиц. Или если мы получим пару частиц,

скажем фотонов, одновременно. В этом случае они окажутся связанными (запутанными).

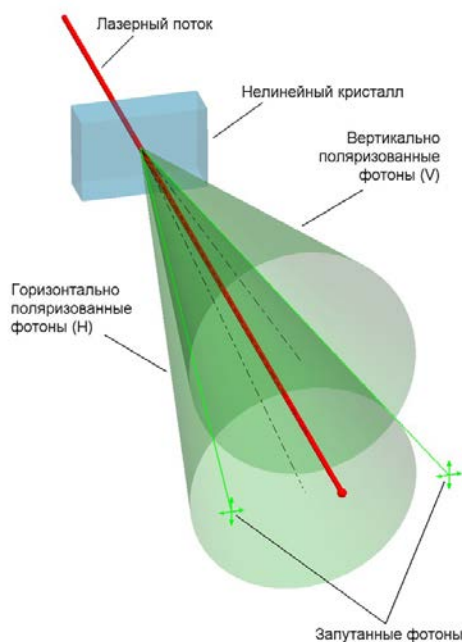


Рис. 1. Схема получения квантово запутанных фотонов

Состояние квантовой запутанности также может возникнуть при взаимодействии (столкновении) частиц. Или если мы получим пару частиц, скажем фотонов, одновременно. В этом случае они окажутся связанными (запутанными).

Таким образом, **квантовая телепортация** – это явление, которое состоит в том, что при изменении квантового состояния одной из частиц, находящихся в состоянии квантовой запутанности, состояние другой частицы изменится мгновенно, где бы она не находилась, поскольку на субатомном уровне действует **принцип нелокальности**. Например, если изменить спин электрона на противоположный, то у другого электрона, который находится в состоянии квантовой запутанности с первым, спин тут же поменяется. Даже если эти электроны находятся в разных концах Вселенной. То есть скорость передачи информации от одного электрона к другому в данном случае многократно превысит скорость света. Два электрона ведут себя как одно целое. Термин квантовая телепортация появился благодаря опубликованной в 1993 году статье «Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels» в журнале «Physical Review Letters» [8].

Эксперименты с запутанными частицами начали проводиться довольно давно - еще с 60-х годов прошлого столетия, и каждый раз ученые получали один и тот же результат. Даже современные опыты, куда более точные и совершенные в сравнении с предыдущими, приводят к одному и тому же эффекту – независимо от расстояния микрочастицы соединенные нелокальными связями, мгновенно передают друг другу информацию о



своем состоянии. Но исходное состояние первой частицы при этом разрушается. Оно как бы передается второй частице.

Существование квантовой запутанности и квантовой телепортации, разумеется, навело ученых на мысль о практическом использовании этих явлений – в том числе о создании квантовых средств коммуникации, позволяющих мгновенно передавать огромные объемы информации.

Но для реализации средств коммуникации на основе квантовой телепортации необходима передача одной половины квантово запутанных частиц из точки отправки информации в точку ее получения. Например, по оптоволокну. При этом, передаваться может как одна из заранее запутанных частиц, так и промежуточная частица-посредник, обычно фотон света, при помощи которой производится запутывание двух других частиц, находящихся в разных местах. Однако на практике создание квантовых коммуникаций связано с целым рядом проблем.

Первой проблемой является то, что частицы на передающем конце (равно как и на приемном) находятся в состоянии квантовой суперпозиции, т.е. в неизвестном состоянии, и создать из них сообщение не представляется возможным, не проведя предварительное измерение. А в квантовом мире всякий раз, когда производится измерение состояния квантовой системы, то это измерение приводит к изменению состояния системы, т.е. разрушению информации.

Выход можно найти в том, что для ее сохранения можно использовать еще один квантовый феномен - *эффект Зенона*, когда при измерении состояния системы с определенной частотой эта система как бы «замораживается» и переходит в метастабильное состояние. В предельном случае в условиях частого наблюдения за ней такая частица может вообще никогда не распасться [9,10].

Другой выход нашелся уже в 2000-х, когда Эндрю Джордан и Александр Коротков, опираясь на идеи советских физиков, нашли способ как бы «не до конца» измерять, а значит, и фиксировать состояния частиц. Это позволяет использовать запутанные частицы снова и снова, а предложенные около 10 лет назад методы позволяют даже хранить их, заставив перемещаться по кругу неопределенно долгое время [11].

Другой проблемой является то, что на Земле трудно создать канал передачи запутанных частиц на большое расстояние. Даже в самом совершенном кварцевом оптоволокне, по которому нужно будет передавать квантово запутанные фотоны, сигнал постепенно затухает, а усиливать такие фотоны для ретрансляции пока не научились. Китайские ученые даже подсчитали, что если создавать где-то запутанные фотоны и рассылать их в две стороны на расстояние примерно 600 км в каждую сторону, то дойти до конца сможет только одна спутанная пара примерно за 30 тыс. лет. Иное дело космос, в глубоком вакууме которого фотоны способны преодолеть такое же расстояние, не встречая каких-либо преград. Для этого эксперимента ими был создан и запущен спутник *MozI* («Мо-Цзы»), на котором установлен

источник запутанных фотонов (лазер и нелинейный кристалл), каждую секунду выдававший несколько миллионов пар таких фотонов. С расстояния от 500 до 1700 км одни эти фотоны направлялись в наземную обсерваторию в Дэлинхе на Тибете, а вторые – в Шэньчжэне и Лицзяне на юге Китая. Как и следовало ожидать, основные потери частиц происходили в нижних слоях атмосферы, однако это лишь около 10 км пути для каждого пучка фотонов. В результате канал передачи запутанных частиц покрыл расстояние от Тибета до юга страны – около 1200 км, а в ноябре 2018 года была открыта новая линия, которая соединяет провинцию Аньхой на востоке с центральной провинцией Хубэй. Пока еще канал недостаточно надежен, но это уже вопрос времени [12].

Таким образом, в ближайшем будущем квантовые коммуникации могут стать вполне реальным способом мгновенной передачи огромных объемов информации.

#### **Список используемых источников:**

1. Давыдов, А. С. Квантовая механика. 3-е изд., стер. – СПб. : 2011. – 704 с.
2. Дирак, П. Принципы квантовой механики. 2-е изд. М. : Наука, 1979. – 480 с.
3. Джеммер, М. Эволюция понятий квантовой механики. М. : Наука, 1985. – 384 с.
4. Садбери, А. Квантовая механика и физика элементарных частиц. М. : Мир, 1989. – 488 с.
5. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). – Издание 6-е, исправленное. – М. : Физматлит, 2004. – 800 с. – («Теоретическая физика», т. III). ISBN 5-9221-0530-2.
6. Фаддеев, Л. Д., Якубовский О. А. Лекции по квантовой механике для студентов-математиков. Ленинград, Изд-во ЛГУ, 1980. – 200 с.
7. Фейнман, Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Пер. с англ., Том 8, Том 9. – М. : Мир, 1966–1967.
8. Bennett Ch.H., Brassard G., Crépeau C., Jozsa R., Peres A., Wootters W.K. Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels // Physical Review Letters. 1993. Vol. 70, No. 13 – pp. 1895-1899.
9. Misra, B., Sudarshan, E. C. G. The Zeno's paradox in quantum theory // Journal of Mathematical Physics. – 1977. – Vol. 18, iss. 4. – p. 756-763.
10. Халфин, Л. А. Квантовый эффект Зенона // Успехи физических наук. – 1990. – т. 160, вып. 10. – с. 185-188.
11. Квантовая запутанность — королева парадоксов. [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/kvantovaya-zaputannost> (дата обращения 21.11.2020).
12. Квантовый спутник «Мо-цзы» установил рекорд запутанности. [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/sci/kvantovyy-sputnik-mo-czy-ustanovil> (дата обращения 21.11.2020).

## О НЕПРЕРЫВНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Е.А. Новиков

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассматривается вопрос о существовании непрерывных нейронных сетей прямого распространения. На основании представления нейронной сети в виде системы автоматического управления, показывается возможность создания нейронных сетей работающих на непрерывном времени. Также дается пояснение к смысловому содержанию описанной модели и показывается, что обучение непрерывных нейронных сетей соответствует обучению дискретных нейронных сетей лишь с той разницей, что минимизируемый функционал будет иметь дополнительный коэффициент.*

*машинное обучение, нейронные сети, многослойный перцептрон, градиентные методы минимизации, градиентный спуск, теория автоматического управления, нейросетевые системы управления, ТАУ*

Использование нейронных сетей для систем управления на данный момент является крайне актуальной темой. Подтверждением этого может служить множество практических статей, описывающих возможные приложения данного подхода (например [1-3]).

Данная работа будет посвящена описанию теоретического подхода интерпретации систем управления с точки зрения нейронных сетей. Такое теоретическое описание позволит расширить область используемых нейронных регуляторов.

Известно, что нейронные сети работают пошагово, то есть на дискретном времени с конкретным значением шага. Каждому шагу соответствует некоторый пример, переданный в нейронную сеть, по которому происходит обучение на этом шаге.

В работе [4] приводится система автоматического управления, эквивалентная нейронной сети прямого распространения. Структурная схема указанной системы управления приведена на рисунке 1.

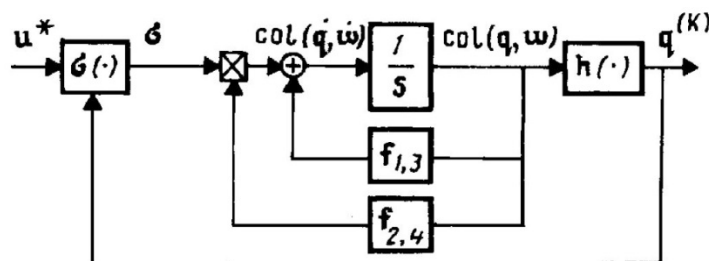


Рис. 1. Эквивалентная структурная схема нейронной сети

По своей сути, приведенная на рисунке 1 система управления осуществляет изменение вектора весов  $w$  в зависимости от ошибки  $\sigma(u^*, q^k)$

так, чтобы происходило приближение выходной функции  $q^K$  (где  $K$  – число слоев нейронной сети) к желаемой функции  $u^*$ . Иначе говоря, переходный процесс [5] данной системы управления представляет собой процесс сходимости эквивалентной нейронной сети к минимуму её минимизируемого функционала. Важно также заметить, что в нейронную сеть, а соответственно и в систему, передается множество дискретных пар значений функций  $q^K$  и  $u^*$ .

Поскольку эквивалентная система управления строилась по нейронной сети, то полученная система предполагается дискретной. Однако, вообще говоря, ничто не мешает создать такую же систему, работающую на непрерывном времени. Итак, будем считать, что нам дана система, описанная на рисунке 1, и эта система является непрерывной. Рассмотрим эту систему более подробно.

Прежде всего, стоит отметить, что поскольку структура самой системы не изменилась, то данной системе так же будет соответствовать нейронная сеть прямого распространения с архитектурой исходной нейронной сети. Однако, поскольку теперь система является непрерывной (а процесс работы системы соответствует минимизации функционала эквивалентной нейронной сети), то для соответствующей нейронной сети происходит непрерывный процесс минимизации функционала.

Пусть в качестве обучающей выборки имеется множество троек

$$(q^0(\tau_1), u^*(\tau_1), t_1), \dots, (q^0(\tau_i), u^*(\tau_i), t_i), \dots, (q^0(\tau_l), u^*(\tau_l), t_l),$$

где  $l$  – число элементов выборки,  $\tau_i$  – момент поступления  $i$ -го примера,  $q^0(\tau_i)$  – значение входной функции  $i$ -го примера,  $u^*(\tau_i)$  – значение желаемой функции  $i$ -го примера,  $t_i$  – длительность поступления данного примера. Здесь же стоит оговориться, что поскольку разность  $\sigma(u^*, q^K)$  высчитывается для каждого примера отдельно, а не для всех примеров в целом, то для оптимизации используется алгоритм стохастического градиентного спуска [6] (Stochastic Gradient Descent – SGD), отсюда следует, что последовательность примеров влияет на сходимость, а потому имеющаяся выборка является упорядоченной и может содержать элементы, с повторяющимися входом и выходом.

Если теперь определить сумму всех длительностей

$$\sum_{i=1}^l t_i = t_{общ},$$

то относительное время  $i$ -го примера будет определяться как  $t_i/t_{общ}$ . А поскольку каждый пример вносит свой вклад в значение минимизируемого функционала в зависимости от времени “подачи” этого примера, то итоговый функционал будет аналогичным функционалу дискретной нейронной сети лишь с тем изменением, что каждое слагаемое будет домножаться на “временной коэффициент”  $t_i/t_{общ}$ .

Таким образом, для непрерывной нейронной сети, обучающейся по алгоритму SGD, имеем дискретное правило обновления весов

$$w_{i+1} = w_i - \gamma \frac{t_i}{t_{\text{общ}}} \nabla Q(q_i^0, w_i)$$

и минимизируемый функционал

$$E = \sum_{i=1}^l \frac{t_i}{t_{\text{общ}}} \nabla Q(q_i^0, w_i).$$

Таким образом, можно считать непрерывные нейронные сети более широким классом нейронных сетей, поскольку они включают в себя дискретные нейронные сети как частный случай (для любого  $i$  будет  $t_i/t_{\text{общ}} = 1$ ).

#### **Список используемых источников:**

1. Белов М. П., Фыонг Ч. Х., Тхуй Д. В. Адаптивное прогнозирующее управление следящими электроприводами нелинейных систем с упругими связями // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2019. N 3. С. 84–94.

2. Белов М. П., Носиров И. С., Белов А. М. Синтез нейросетевого регулятора для двухмассовой электромеханической системы привода подачи токарного станка // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2018. N 8. С. 70–76.

3. Yañez-Badillo H., Beltran-Carbajal F., Tapia-Olvera R., Favela-Contreras A., Sotelo C. Sotelo D. Adaptive Robust Motion Control of Quadrotor Systems Using Artificial Neural Networks and Particle Swarm Optimization // Mathematics. 2021. N 9. URL: <https://doi.org/10.3390/math9192367> (дата обращения: 16.11.2021).

4. Терехов В. А., Тюкин И. Ю. Исследование устойчивости процессов обучения многослойной нейронной сети. I // Автомат. и телемех. 1999. N 10. С. 136–143

5. Тюкин В. А. Теория управления: Конспект лекций. Часть 1. Обыкновенные линейные системы управления. Вологда : ВоГТУ, 2000. 200 с.

6. Bottou L. Online Learning and Stochastic Approximations. Red Bank : AT&T Labs–Research, 1999. URL: <https://leon.bottou.org/publications/pdf/online-1998.pdf> (дата обращения: 16.11.2021).

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНЛАЙН-ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ВЕБ-ЗАПРОСОВ

**А.А. Панкратьев, А.В. Параничев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Представлена система диспетчеризации, ориентированная на выполнение веб-запросов в онлайн-режиме: определены основные функции системы, спроектированы соответствующие устройства дистанционной идентификации внутри помещения, представлены результаты проектирования и разработки сервисных компонентов программного обеспечения.*

*система диспетчеризации, сервисный компонент, REST, программная инженерия*

### Введение

К настоящему времени (2021 г.) появилось много сервисов, основанных на архитектуре REST API, в основе которой – «гибкая» обработка веб-запросов: при разработке таких сервисов используется, как правило, микросервисная архитектура, позволяющая обеспечить стабильное функционирование сервисных компонентов [1–6].

Создаваемые сервисы, основанные на архитектуре REST API, позволяют решать различные задачи программной инженерии. В данной работе представлено создание системы в виде RESTful-сервиса диспетчеризации, нацеленного на выполнение следующих функций:

автоматизированное управление данными пользователей и помещений, доступ к которым в указанные интервалы времени разрешен конкретным пользователям;

автоматический контроль доступа пользователя в помещение: без прикладывания карты и подноса ключей к считывателям.

Первая из представленных функций является, в общем случае, типовой для систем диспетчеризации, в то время как обеспечение автоматического контроля связано с необходимостью разработки устройств считывания и присутствия пользователя внутри помещения. Автоматическое открытие двери помещения для конкретного пользователя предложено производить путем обнаружения устройства пользователя модулем считывания, используя для этого беспроводные технологии.

### Разработка аппаратного обеспечения сервиса диспетчеризации

Для построения сервиса диспетчеризации, учитывая представленную постановку задачи, необходимо обеспечить взаимодействие аппаратных модулей с непрерывно используемыми пользовательскими устройствами, которые могут быть однозначно идентифицированы: смартфоны, планшеты, «умные» часы.

В табл. 1 представлены характеристики основных беспроводных технологий [7–8].

ТАБЛИЦА 1. Сравнение характеристик беспроводных технологий для пользовательских устройств

Технология передачи данных	Стандарт	Максимальная пропускная способность, Мбит/с	Дальность доступа, м	Потребление энергии	Поддержка в большинстве пользовательских устройств
Wi-Fi	802.11	600	200	Высокое	Да
ZigBee	802.15.4	0.25	100	Низкое	Нет
Bluetooth	802.15.1	2	1; 10; 100	Низкое	Да

Примечание: дальность доступа Bluetooth-устройств зависит от излучаемой мощности: 1 м – до 1 мВт, 10 м – до 2.5 мВт (в большинстве пользовательских устройств), 100 м – до 100 мВт.

Следует отметить, что фактор низкого потребления энергии более важен (табл. 1), если пропускная способность и дальность действия являются приемлемыми.

В результате сравнения характеристик беспроводных технологий (табл. 1) выбран интерфейс доступа Bluetooth, при этом для разработки модулей считывания и присутствия следует обеспечить излучаемую мощность не менее 100 мВт. Общий вид разработанных устройств считывания и присутствия представлен на рис. 1.

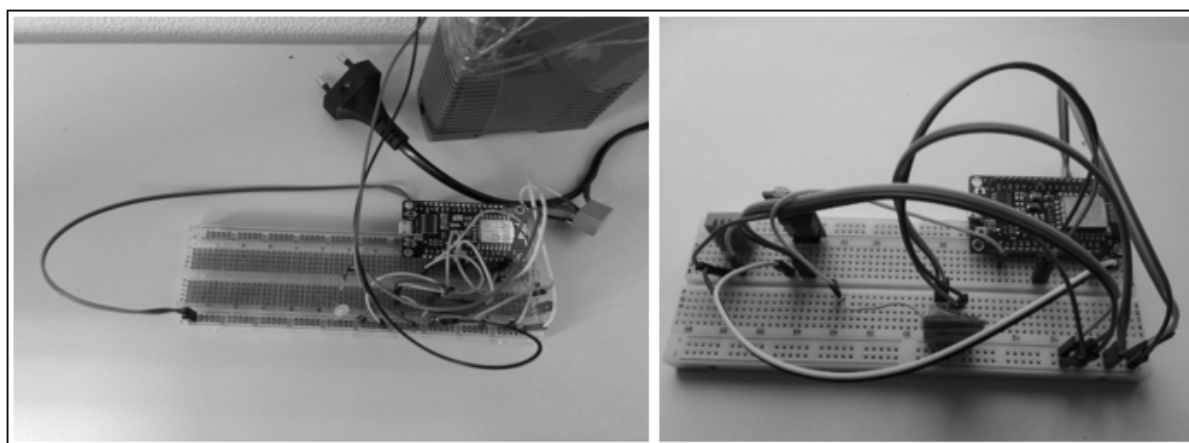


Рис. 1. Прототип модуля-считывания (слева) и модуля контроля за персоналом внутри помещения (справа)

Разработанные устройства обладают следующими особенностями (рис. 1):

*модуль считывания* производит поиск устройств в окружении посредством технологии Bluetooth: здесь в качестве блока управления используются электромагнит и электромеханический замок;

*модуль устройство контроля за персоналом внутри помещения* подтверждает нахождение персонала внутри помещения, а также может

управлять другими устройствами, поскольку оснащено датчиками освещенности, температуры и влажности.

Разработка программного обеспечения системы диспетчеризации

Архитектура системы диспетчеризации, представленная в виде онлайн-сервиса (рис. 2), включает слой управления для распределенных гипермедиа систем (слой REST API), что позволило передавать данные на любые платформы посредством HTTP-запросов.

В результате, появилась возможность отслеживать каждый запрос сервисных компонентов на сервере и устанавливать, с какого устройства такой запрос поступает.

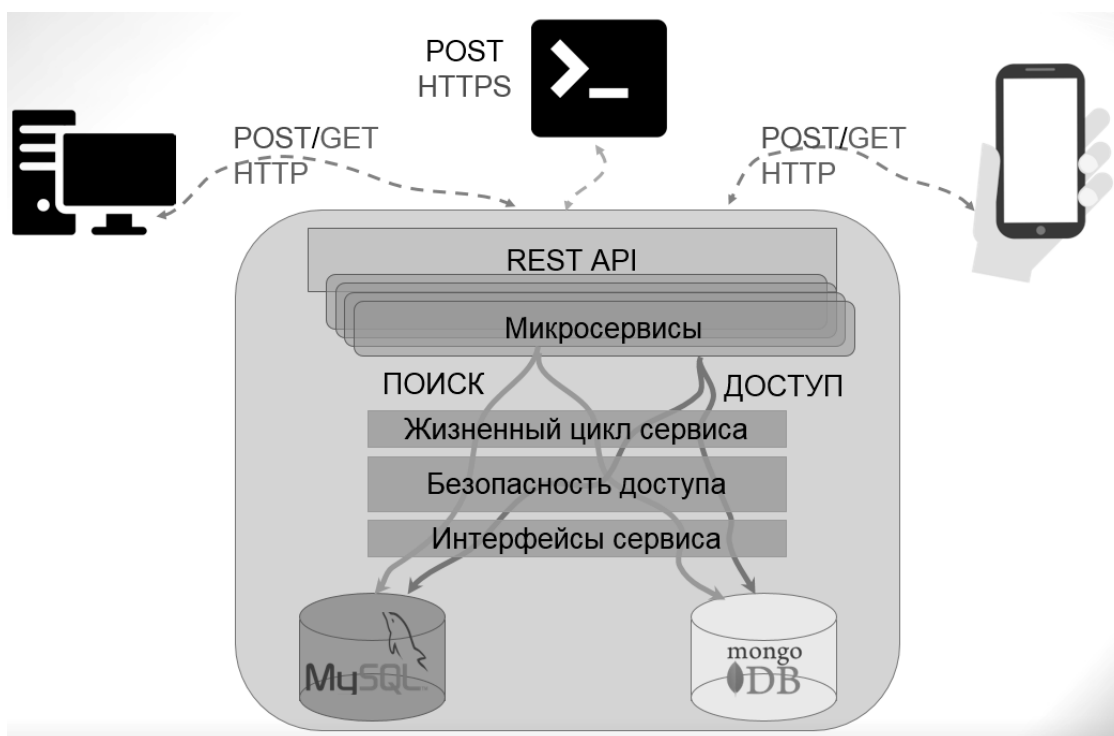


Рис. 2. Архитектура RESTful-сервиса диспетчеризации

Для представленной архитектуры сервиса диспетчеризации (рис. 2) разработано пользовательское Android-приложение [2,6] (рис. 3), включающее сервисные компоненты авторизации и обнаружения помещений, доступных для данного пользователя.

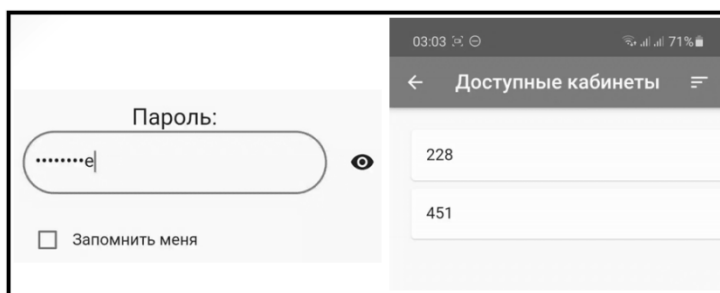


Рис. 3. Сервисные компоненты пользовательского приложения (слева: фрагмент работы компонента авторизации, справа: фрагмент работы компонента обнаружения доступных помещений для пользователя)



Разработанное приложение ориентировано на удобство пользователя (рис. 3) [2,4]:

*настройка*: пользователь может посмотреть введенный пароль и попросить систему запомнить его;

*обновление*: пользователь может обновить список доступных помещений, используя свайп вниз;

*навигация*: пользователь может перейти в предыдущее окно, используя свайп вправо.

#### Выводы

1. Определены основные функции системы диспетчеризации, при этом идентифицированы отдельные сервисные модули.

2. Спроектированы устройства дистанционной идентификации: модуль считыватель и модуль контроля персонала внутри помещения.

3. Разработано программное обеспечение системы диспетчеризации, обеспечивающее функционирование сервисных RESTful-компонентов, используя интерфейс Bluetooth.

#### Список используемых источников:

1. SOAP и REST сервисы с помощью Python-библиотеки Sryne [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://habr.com/ru/post/334290/>

2. Создаем приложение для Android быстро и просто [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/558434/>

3. Fowler, M. Microservices [Electronic Resource]. – 2014. – URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>

4. Northwood, C. The Full Stack Developer: Your Essential Guide to the Everyday Skills Expected of a Modern Full Stack Web Developer [Text] / C. Northwood. 1st ed. // UK, Manchester: APress, 2018. – 365 p.

5. Pattern: Microservice Architecture [Electronic Resource]. – 2018. – URL: <https://microservices.io/patterns/microservices.html>

6. Eventuate example microservices applications [Electronic Resource]. – 2021. – URL: <https://eventuate.io/exampleapps.html>

7. Протокол ZigBee в системах умного дома [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.smahem.com/blog/протокол-zigbee-в-системах-умного-дома/>

8. WiFi, Bluetooth или Zigbee – какой стандарт лучше? [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <http://ua.automation.com/content/wifi-bluetooth-ili-zigbee-kakoj-standart-luchshe>

## АНАЛИЗ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА

**Д.А. Пелих, Ф.В. Филиппов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В настоящее время весьма остро стоит вопрос автоматизации документооборота. Компаниям необходимо тратить большое количество человеко-часов на разработку типовой документации. Вместо этого, ресурсы можно было бы бросить на разработку новых технологий или на улучшение качества готового продукта. В данной статье рассмотрена проблематика разработки специализированных систем автоматизации документооборота.*

***автоматизация документооборота, информационная система, управление базами данных, нейронные сети***

Рассмотрим систему автоматизации документооборота на конкретном примере программы автоматизации создания технико-коммерческого предложения, одного из основных компонентов в документообороте технологической компании. Специалист компании, получив от заказчика техническое задание или опросный лист на поставку некоторого оборудования, загружает его в систему. После анализа, программа через пользовательский интерфейс отображает все пункты, указанные заказчиком. Далее специалист может подкорректировать характеристики оборудования, выбрав нужные из выпадающего списка или указав самостоятельно. По завершении данной операции система генерирует документ, в котором содержится текстовое и графическое описание оборудования, а также характеристики и цены его компонентов.

Первая проблема, возникающая при разработке такой системы, ставшая важной не так давно, заключается в кроссплатформенности. Пользователю важно иметь доступ к системе, не только с персонального, но и с любого другого устройства, то есть система должна быть доступна онлайн с любого браузера. Также необходимой является возможность использования мобильной версии системы, тогда разработка документации становится быстрой и удобной даже в нестандартных ситуациях, когда у специалиста нет под рукой ноутбука или рабочего компьютера, что часто бывает при работе с заказчиком в другом часовом поясе. На фоне постоянно увеличивающегося мобильного трафика, возможность работы вне стационарного компьютера особенно актуальна.

Ко второй проблеме можно отнести анализ документации на наличие ошибок и противоречий. В любом технологическом процессе важную роль играет человеческий фактор, который система автоматизации должна сводить к минимуму. При разработке сложной документации система должна

через пользовательский интерфейс выдавать пояснения к конкретным характеристикам оборудования. А также, если указанный параметр, например, выходит за границу диапазона возможных значений или противоречит другим параметрам, предупредить об этом пользователя.

Следующей проблемой является реализация возможности разграничения прав доступа пользователей информационной системы – пользователь, имеющий ключ доступа, должен иметь возможность внесения необходимых дополнений или изменений в базу данных системы из пользовательского интерфейса программы. Это актуально, так как информация меняется достаточно часто, а редактирование базы данных внешними методами занимает большое количество времени. При вводе данных, должна существовать возможность идентификации пользовательских действий. Например, если каждый пользователь при внесении данных, будет оставлять информацию, ссылающуюся на него, можно узнать пользователя, который ввел эти данные. Сама база данных хранит текстовое и графическое описание отдельных компонентов оборудования компании, точные характеристики которого заявлены в виде переменных и могут быть изменены пользователем из графического интерфейса. Эта возможность основывается на одной из базовых концепций организации хранения данных: при каждом изменении БД должна фиксироваться информация о пользователе системы, выполняющем данное изменение. При усовершенствовании данной системы следует предусмотреть возможность изменения существующих выходных форм, являющихся наиболее частым объектом модификации. Это обеспечит выполнение требования, предъявляемого к системе, которая ориентируется на автоматизирование работы предприятия – максимальной открытости продукта к изменениям конечным пользователем.

Преимуществом такой системы также будет работа с файлами, имеющими разное расширение. Помимо текстовых файлов, система должна обрабатывать графические изображения, что можно решить при помощи нейросетевых методов распознавания текста. Адаптивность системы к входным данным. Рассмотрим её на примере составления технико-коммерческого предложения. Сначала заказчик отправляет техническое задание на необходимое оборудование. Далее предполагается возможность загрузки этого ТЗ в систему и на его основании выдача специалисту адаптированного под это ТЗ интерфейса, в котором уже будут учтены детали, указанные заказчиком. Таким образом специалист освобождается от лишнего переноса параметров в систему.

На рынке программного обеспечения существует множество систем автоматизации документооборота, они, как правило, решают отдельные специализированные задачи, такие как организация движения документов на предприятии, структурирование внутреннего электронного архива, автоматизация бизнес-процессов компании, сбор информации.

Рассмотрим конкретные реализации систем автоматизации документооборота, первой из них будет Directum, которая представляет

собой ЕСМ-систему с возможностями управления документооборотом, бизнес-процессами и web-контентом. Система включает в себя функции ввода и преобразования документов, управления совместной работой, долговременного хранения документов и обеспечения их целостности, доставки информации. Данная программа для организации внутреннего документооборота в компании, но не удовлетворяет требованиям к адаптивности интерфейса и редактированию базы данных.

Следующей программой будет Microsoft Access – реляционная система управления базами данных корпорации Microsoft. Система позволяет управлять базой данных и создавать графический пользовательский интерфейс, однако она не удовлетворяет требованиям к кроссплатформенности и анализу входных данных.

И последней рассмотрим систему ELMA, она имеет расширенную линейку бизнес-решений, есть возможность ее интеграции с «1С». Документы в СЭД могут иметь неограниченное количество версий файла, но только один из них является актуальным. На карточку документа собирается вся история его изменений. Также есть возможность просмотра отчета по общей ситуации документооборота компании, создания шаблона документа. Однако программа для организации внутреннего документооборота в компании, но не удовлетворяет требованиям к адаптивности интерфейса и редактированию базы данных.

Таким образом, разработка описанной выше программы является актуальной на настоящее время, так как вопрос автоматизации документооборота остаётся востребованным.

#### **Список используемых источников:**

1. Сравнительный анализ программных систем делопроизводства и документооборота для автоматизации российских органов государственной власти, предприятий и учреждений. 23.11.2021. URL: <https://cs-consult.ru/news-articles/stati-i-materialy/smotret-vse?id=188-sravnitelnyi-analis/> (дата обращения: 23.11.2021).

2. Старостин А.А., Лаптева А.В., Технические средства автоматизации и управления : учеб. пособие / А. А. Старостин, А. В. Лаптева. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 168 с.

3. Федорова Г. Н. Информационные системы: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / 3-е изд., Издательский центр «Академия», 2013. — 208 с.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОВ ДЛЯ НЕЙРОННОГО ПЕРЕВОДА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕКСТОВ

**А.А. Тарасенко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье проведен анализ методов представления слов для дальнейшей обработки машиной, без потери семантического и синтаксического смысла. В работе используются методы анализа современных методов, а также их моделирование. Предложена и реализована архитектура нейросети для перевода текста.*

*нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, Seq2Seq, нейросетевой перевод*

В целях расширения рынка многие компании стремятся добавить в своё ПО как можно большее количество языков до тех пор, пока потенциальная привлеченная аудитория будет окупать дополнительные затраты на перевод, в связи с чем снижение стоимости добавления дополнительных языков является приоритетным направлением развития ПО.

Цель работы – провести исследование методов представления слов для дальнейшей их обработки и, в частности, перевода на другие языки.

Самый простой способ – разбиение текста на отдельные слова и перевод слов в соответствии с их самым распространенным значением. Этот способ использовался ещё в первых машинных переводчиках, но, очевидно, что он не учитывает контекст и многозначность слов и не может быть надёжным.

Статистический машинный перевод – генерирует уже не один вариант перевода, а все возможные комбинации разных переводов отдельных слов, среди которых находится наиболее вероятно «правильный». Справляется с переводом значительно лучше предыдущего варианта, но имеет ряд недостатков, самый значительный из которых – перевод осуществляется между парами языков. То есть для перевода, например, с иврита на русский, текст сначала будет переведён с иврита на английский, с которого потом уже на русский, потому что для прямого перевода между языками нужны большие объёмы аналогичного текста на обоих языках, что является большим ограничением данного способа.

Нейросетевой перевод. Две основные идеи лежат в нейронном машинном переводе – рекуррентные нейронные сети и кодирование. Рекуррентная нейронная сеть (или сокращенно RNN) – это слегка измененная версия нейронной сети, в которой предыдущее состояние нейронной сети является одним из входов для следующего вычисления. Это означает, что предыдущие расчеты меняют результаты будущих расчетов. Что в случае перевода с одного языка на другой означает возможность учитывания контекста, так как слова, которые мы переводили ранее в предложении будут влиять на результат для последующих слов.

Кодирование позволяет представлять слова и предложения в виде набора чисел. Таким образом каждому предложению можно поставить в соответствие уникальный набор чисел. При вычислении скрытых состояний кодировщика ( $h_t$ ) нам нужно учитывать только текущий вход ( $x_t$ ) и скрытое состояние предыдущих шагов ( $h_{t-1}$ ), тогда уравнение выглядит вот так:  

$$h_t = \phi(h_{t-1}, x_t) = f(W^{hh}h_{t-1} + W^{hx}x_t)$$

Таким образом можно уже начинать переводить предложения, используя архитектуру, представленную на рисунке 1:

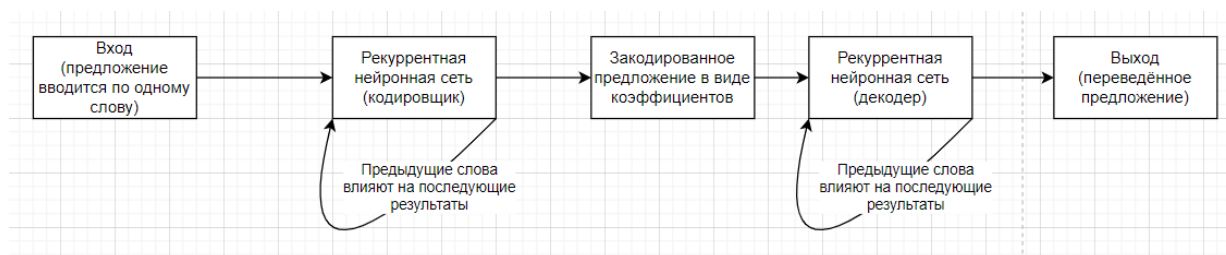


Рис. 1. – архитектура нейросети перевода.

На вход подаётся набор слов, из которых состоит предложение, первая рекуррентная нейронная сеть, обученная на кодировку слов заданного языка в числа, преобразует его в набор коэффициентов. Которые подаются на вход следующей рекуррентной нейросети, отвечающей за преобразование последовательности чисел в текст на заданном языке.

Подобная архитектура называется Sequence-to-Sequence (или Seq2Seq) так как превращает последовательность данных одного вида в последовательность данных другого вида и была представлена KyungHyun Cho [1].

Однако сам по себе такой способ имеет ряд проблем. Во-первых, базовые рекуррентные слои не смогут искать контекст в длинных последовательностях. И для чего-то вроде: «В процессе приготовления стейка... затем я сел и съел его (стейк)», этот подход может не работать, потому что существует гораздо больший разрыв между словом, которое мы хотим предсказать (стейк), и контекстом для этого слова.

И один из возможных способов решения этой проблемы – долгая краткосрочная память (LSTM). Вместо того, чтобы просто комбинировать скрытое состояние из предыдущего временного шага с текущими входами, добавляются четыре слоя. Основная идея состоит в том, что эти блоки могут хранить информацию внутри, которая будет полезна для будущих решений.

Далее используется архитектура LSTM, предложенная для решения схожей задачи преобразования последовательности в последовательность [2].

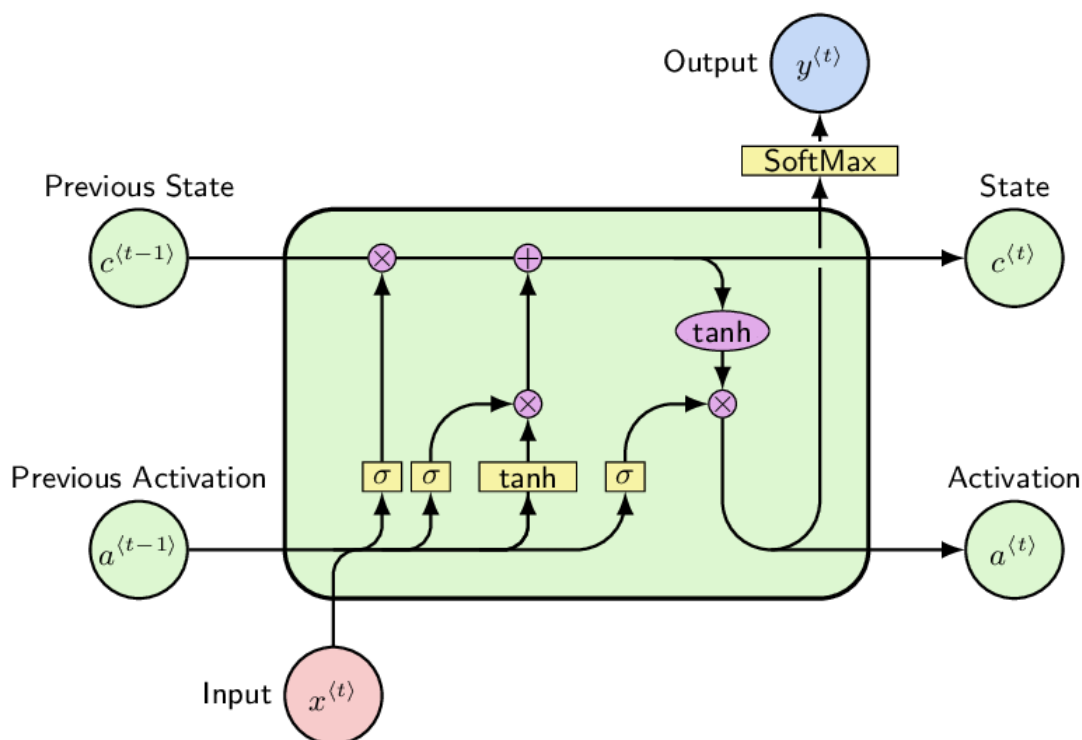


Рис. 2. – архитектура LSTM модуля.

Для начала рассмотрим основные составляющие:

Входной вентиль:

Определяет, насколько мы заботимся о текущем векторе слова. Другими словами, он решает, какую часть вновь вычисленного состояния для текущего ввода необходимо пропустить. Веса малосвязанных параметров стремятся к нулю, не пропуская их значение.

$$i_t = \sigma(W^{(i)}x_t + U^{(i)}h_{t-1})$$

Вентиль забывания:

Решает, что мы должны забыть из долгосрочного состояния  $h_{t-1}$ , используя текущие входы шагов.

$$f_t = \sigma(W^{(f)}x_t + U^{(f)}h_{t-1})$$

Выходной вентиль:

Отделяет то, что имеет значение для текущего прогноза, от того, что имеет значение для будущего, поэтому он не влияет на выходные данные ячейки на текущем временном шаге, но меняет ее скрытое состояние. Это полезно, поскольку иногда текущий шаг может быть бесполезен для вывода прямо сейчас, но может принести пользу позже.

$$o_t = \sigma(W^{(e)}x_t + U^{(e)}h_{t-1})$$

Эти первые три уравнения похожи, так как это сигмоидные функции, и их значения лежат между 0 и 1, что означает, что их выходные векторы могут определять, какая часть другого входного выхода будет попадать на выход. Где  $x_t$  – текущий вход,  $h_{t-1}$  – выход предыдущего временного шага, а  $W$  и  $U$  – веса.

Затем идёт новая клетка памяти, идентичная стандартному слою RNN за исключением того, что мы можем влиять на его выход при помощи выходных векторов:

$$\tilde{c}_t = \tanh(W^{(c)}x_t + U^{(c)}h_{t-1})$$

Все вышеперечисленные слои представляют из себя однослойные нейронные сети, которые мы объединяем вместе в финальной клетке памяти:

$$c_t = f_t \circ c_{t-1} + i_t \circ \tilde{c}_t$$

И наконец используется эта ячейка памяти и выходной вентиль чтобы определить скрытое состояние  $h_t$  для времени  $t$ :

$$h_t = o_t \circ \tanh(c_t)$$

Реализация программы:

Первый шаг – очистка входных данных и преобразование их в пригодный для использования формат. Для этого удаляются все отступы, знаки препинания и непечатаемые символы. Для сокращения времени обучения можно также ограничить длину каждого предложения.

Следующий шаг – подготовка словарей для каждого языка, где каждое слово в словаре будет связано с числом, представляющим это слово в модели. Также важно добавить отдельную метку для слов, которые не попали в обучающую выборку и встречаются в первый раз при переводе.

Далее необходимо только воспроизвести, описанную выше структуру нейронной сети. Результат выполнения кода представлен на рисунке 3:

```
input = elle a cinq ans de moins que moi .
output = she s five years younger than me . <EOS>
input = elle est trop petit .
output = she s too short . <EOS>
input = je ne crains pas de mourir .
output = i m not scared to die . <EOS>
```

Рис. 3. – результат выполнения кода с разными входными строками (перевод с французского на английский).

Таким образом, в ходе работы проведено исследование различных методов перевода и представления слов, а также некоторые методы оптимизации. Представлена интеллектуальная система перевода.

#### Список используемых источников:

1. Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Fethi Bougares, Holger Schwenk, Yoshua Bengio [Электронный ресурс] // Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation. URL: <https://arxiv.org/pdf/1406.1078.pdf> (дата обращения: 15.11.2021);
2. Jennifer J. Gago<sup>1</sup>(Q), Valentina Vasco<sup>2</sup>, Bartek Łukawski<sup>1</sup>, Ugo Pattacini<sup>2</sup>, Vadim Tikhonoff<sup>2</sup>, Juan G. Victores<sup>1</sup>, and Carlos Balaguer. [Электронный ресурс] // “Sequence-to-Sequence Natural Language to Humanoid Robot Sign Language”. URL: <https://arxiv.org/pdf/1907.04198.pdf> (дата обращения: 16.11.2021);



3. Neil Briggs. “Neural machine translation tools in the language learning classroom: Students’ use, perceptions, and analyses.” issn 1832-4215 Vol. 14, No.1 Pages 3–24 ©2018 jalt call sig;
4. Minh-Thang Luong, Ilya Sutskever, Quoc V. Le, Oriol Vinyals, Wojciech Zaremba. “Addressing the Rare Word Problem in Neural Machine Translation”. Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing, pages 11–19, Beijing, China, July 26-31, 2015. c 2015 Association for Computational Linguistics;
5. Heeyoul Choi, Kyunghyun Cho, Yoshua Bengio. “Context-Dependent Word Representation for Neural Machine Translation”. arXiv:1607.00578

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ АЭРОПОРТА

**Д.А. Татуков, А.В. Яшин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Доклад посвящен проектированию и разработке модуля информационной системы поддержки бизнес-процессов аэропорта. В ходе доклада проведен анализ концепции «умного аэропорта», представлены проектирование и разработка модуля информационной системы поддержки бизнес-процессов аэропорта для перехода аэропортов на вторую стадию развития согласно концепции «умного аэропорта».*

***информационная система, аэропорт, бизнес-процесс, самообслуживание, проектирование, разработка, умный аэропорт***

В наше время самолет стал одним из самых популярных и востребованных средств передвижения. По данным Airports Council International (ACI) за 2018 год число пассажиров составило 8,8 миллиардов человек, что является 6% ростом по сравнению с предыдущим годом (ACI World, 2019) [1].

Аэропорты ежедневно сталкиваются с огромной нагрузкой. Минуты промедления могут стоить очень дорого. Поэтому такому сложному организму просто необходима помощь информационной системы, чтобы упростить менеджмент и логистику и освободить персонал. Данную идею развивает концепция умного аэропорта. Она разделяет адаптацию технологий аэропорта на такие четыре стадии, как Аэропорт 1.0, 2.0, 3.0 и 4.0. (Nau & Benoit, 2017) [2].

Согласно этой классификации, Аэропорт 1.0 – это традиционные аэропорты с ручными процессами и базовыми IT-решениями. Аэропорт 2.0 является новым уровнем аэропортов. В нем используются адаптированные под нужды аэропорта цифровые технологии и частичное самообслуживание, например, при процессе регистрации. Когда самообслуживание будет доступно на всех уровнях обслуживания пассажиров аэропорт достигнет стадии 3.0. В таких аэропортах операционный контроль автоматизирован, а решения для прогнозирования и мобильности широко используются в пассажирских терминалах, а также в воздушной зоне. Аэропорт 4.0 – это концепт, включающий в себя использование технологий big data и открытых данных для повышения эффективности работы в режиме реального времени [3].

Сама концепция представлена на рисунке 1.



Рис.1 Концепция умного аэропорта

Согласно этой классификации, Аэропорт 1.0 – это традиционные аэропорты с ручными процессами и базовыми IT-решениями. Аэропорт 2.0 является новым уровнем аэропортов. В нем используются адаптированные под нужды аэропорта цифровые технологии и частичное самообслуживание, например, при процессе регистрации. Когда самообслуживание будет доступно на всех уровнях обслуживания пассажиров аэропорт достигнет стадии 3.0. В таких аэропортах операционный контроль автоматизирован, а решения для прогнозирования и мобильности широко используются в пассажирских терминалах, а также в воздушной зоне. Аэропорт 4.0 – это концепт, включающий в себя использование технологий big data и открытых данных для повышения эффективности работы в режиме реального времени [3].

Почти все современные системы призваны перевести аэропорты из первого поколения (аэропорт 1.0) во второе (аэропорт 2.0). Однако они не предоставляют многофункциональный набор модулей для комплексного решения задачи. Из-за этого почти все аэропорты мира сейчас находятся на промежуточной ступени развития. В них уже используются адаптированные цифровые технологии для улучшения бизнес-процессов аэропорта, однако системы самообслуживания встречаются крайне редко. Для исправления ситуации необходимо разработать модульную информационную систему, предоставляющую различный набор решений по внедрению самообслуживания в различные этапы посадки пассажиров на самолет.

Разрабатываемой информационной системе необходимо предоставлять комплексное решение для перехода аэропорта во второе поколение. Анализ предметной области показал, что для перехода необходимо внедрить системы самообслуживания. Поскольку система должна быть модульной необходимо разработать подсистемы, отвечающие за каждый из этих этапов. Подсистемы будут состоять из терминалов регистрации, сдачи багажа и



Рассмотрим разработку программной составляющей:

На первом этапе была разработана программная составляющая для терминалов выдачи талонов. Были построены модели талонов, терминалов и билетов. Подключена база данных. Построен простейший интерфейс для взаимодействия с программой. На рисунке 3 представлен код метода класса модели терминала, который выдает посадочные талоны пассажирам. Вначале терминал проверяет введенные пользователем данные по средствам вызова метода из другого класса. Если данные верны, терминал фиксирует время выдачи талона, передает данные в базу данных путем вызова соответствующего метода из другого класса и выдает сообщение об успешной выдаче талона.

Рассмотрим разработку шаблона интерфейса:

На первом этапе разработки системы выполнены макеты основных интерфейсов терминалов регистрации, сдачи багажа и выдачи посадочных талонов. Вначале рассмотрим интерфейс регистрации.

Интерфейс разбит на три окна. Каждое окно отвечает за один из этапов прохождения регистрации. Левое окно отвечает за сканирование лица пассажира. Центральное окно отвечает за ввод персональных данных пассажира. Правое окно отвечает за сканирование отпечатков пальцев и чипа паспорта. Для лучшего понимания работы терминала, в правом окне будет размещаться инструкция по сканированию чипа паспорта и отпечатков пальцев. Внизу каждого из окон присутствует кнопка индикации прохождения этапа. Если данный этап успешно пройден, кнопка загорается зеленым. В окне ввода данных регистрации предусмотрена дополнительная индикация прохождения этапа в виде небольшой кнопки сразу после полей ввода данных. Она необходима, для индикации технических проблем. При отправке данных она загорится желтым. При успешной проверке данных – зеленым. При технической ошибке она загорится синим и выведет сообщение с просьбой обратиться к администратору. Интерфейс позволяет проходить этапы в любом порядке. После успешного прохождения всех этапов терминал автоматически начнет процесс завершения регистрации. Макет интерфейса представлен на рисунке 3.

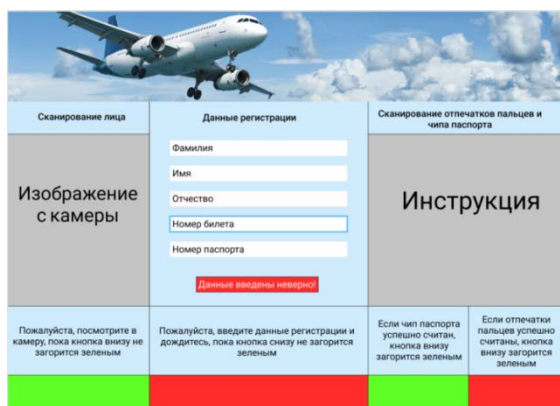


Рис. 3. Интерфейс терминала регистрации

### **Список используемых источников**

1. ACI World. (2019). Preliminary world airport traffic rankings released - ACI World. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aci.aero/news/2019/03/13/preliminary-world-airport-traffic-rankings-released/> (дата обращения: 28.04.2021)
2. Nau, J.-B., & Benoit, F. (2017). Smart Airport: how technology is shaping the future of airports. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.wavestone.com/en/insight/smart-airport-technology-shaping-future-airport/> (дата обращения: 17.05.2021)
3. Aruna Rajapaksha & Dr. Nisha Jayasuriya. (2020). Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operations. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journalofbusiness.org/index.php/GJMBR/article/view/3027/2928> (дата обращения 26.04.2021)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ДАННЫХ

**А.В. Фомин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире одной из главных проблем машинного обучения является нехватка обучающих данных. Крупные компании инвестируют большие средства для построения инфраструктуры сбора и агрегации данных для составления так называемых датасетов, необходимых для обучения нейросетей. В данной статье рассматривается возможность решения вышеобозначенной проблемы с помощью генеративно-состязательных нейронных сетей.*

*генеративно-состязательная нейронная сеть, глубокое обучение, нейронные сети, обработка данных, сверточная нейронная сеть, изображение*

На текущий момент одним из самых перспективных направлений является развитие и внедрение технологий и методов глубокого машинного обучения (от англ. Deep Machine Learning). Данные методы получили широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности (например, их применяют для распознавания и анализа медицинских данных [1]). Такая возможность появилась благодаря появлению свёрточных нейронных сетей (от англ. Convolutional Neural Network, CNN [2]), позволяющих переходить от конкретных особенностей изображения к более абстрактным деталям, вплоть до выделения понятий более высокого уровня. Это и способствовало улучшению распознавания и анализа изображений.

Однако, современные нейронные сети имеют один существенный недостаток: для их эффективного обучения требуется большое количество обучающих данных. Составление так называемого датасета (от англ. Data set) — одна из главных задач при создании системы, использующей методы глубокого машинного обучения. Возможность решения этой задачи с помощью генеративно-состязательных нейронных сетей и рассматривается в данной статье.

Генеративно-состязательные нейронные сети (от англ. Generative Adversarial Neural Networks, GAN) были предложены в публикации [3]. Данный тип нейросетей используется в качестве одного из методов обучения без учителя. То есть система обучается выполнять поставленную задачу без вмешательства со стороны. В общем случае генеративно-состязательная нейронная сеть состоит из двух нейронных сетей (рис. 1). Сеть  $G$  (от англ. Generator,  $G$ ) принимает на вход вектор  $z$ , состоящий из случайных чисел, и преобразовывает его в вектор более высокой размерности, тем самым генерируя так называемые образцы. Сеть  $D$  (от англ. Discriminator,  $D$ )

получает на вход образцы из генератора и реальные данные в виде вектора  $x$ , и его задача состоит в том, чтобы отличить реальные данные от образцов генератора. Соответственно, задача генератора  $G$  состоит в том, чтобы подобрать свои внутренние параметры таким образом, чтобы максимизировать ошибку дискриминатора  $D$ .

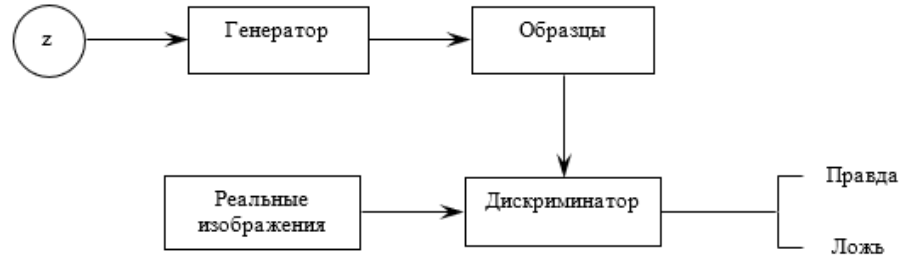


Рис. 1. Структура GAN в общем случае

Таким образом, при обучении модули генеративно-состязательной нейросети работают над минимизацией функции ошибки  $V(D, G)$ , которую можно формализовать следующим образом:

$$\min_G \max_D V(D, G) = \int_{x \sim p_{data}} \log D(x) + \int_{z \sim p_z} \log(1 - D(G(z)))$$

Чтобы проверить, являются ли сгенерированные образцы пригодными для обучения других нейронных сетей, рассмотрим задачу классификации рукописных цифр для датасета MNIST [4]. Этот датасет состоит из 60000 изображений для обучения нейронной сети и 10000 изображений для тестирования точности распознавания нейронной сети. Возьмём две модели для решения задачи классификации с одинаковой структурой, одну из которых обучим с использованием данных из датасета MNIST, а другую с использованием сгенерированных образцов. На рис. 2 приведены примеры данных из датасета MNIST и сгенерированных образцов.

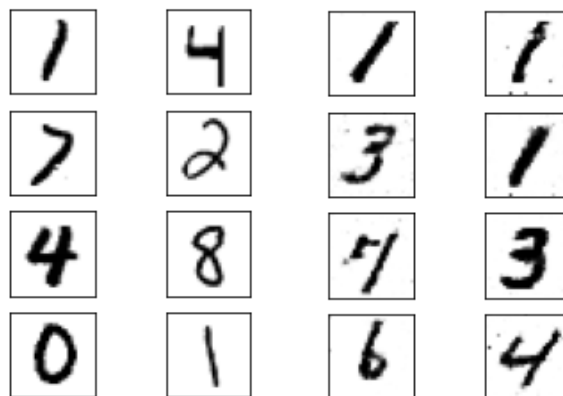


Рис. 2. Данные из набора MNIST (1 и 2 столбцы) и образцы генератора (3 и 4 столбцы)

Теперь сравним, какова точность предсказаний каждой из вышеобозначенных моделей на каждой из эпох обучения. На рис. 3 представлен график точности предсказаний для модели, обученной на



данных из датасета MNIST. Окончательная достигнутая точность предсказаний — 0,9382.

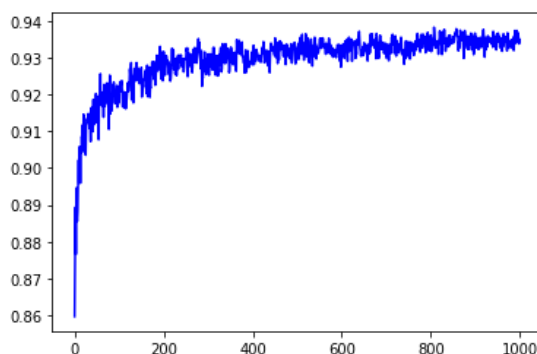


Рис. 3. Точность предсказаний первой модели

На рис. 4 представлен график точности предсказаний для модели, обученной на образцах, полученных в результате работы генеративно-состязательной нейронной сети. Окончательная достигнутая точность предсказаний — 0,7580.

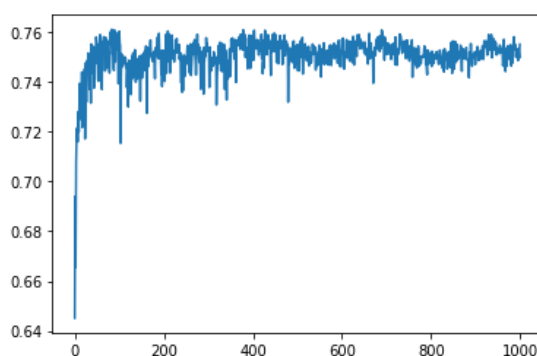


Рис. 4. Точность предсказаний второй модели

Таким образом, можно заключить, что образцы, сгенерированные в результате работы генеративно-состязательной нейронной сети, могут быть использованы для обучения нейронных сетей, предназначенных для решения различных задач (в данном случае классификации). Пониженная точность предсказаний второй модели обусловлена тем, что среди сгенерированных образцов встречаются данные неудовлетворительного качества. Эту проблему можно решить, подобрав другие гиперпараметры генеративно-состязательной нейронной сети.

#### Список используемых источников:

1. Li, Z. et al. Thoracic disease identification and localization with limited supervision. Preprint at <https://arxiv.org/abs/1711.06373> (2017).
2. Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard and L. D. Jackel. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition, Neural Computation. – 1989. – Vol. 1, I. 4. – С. 541–551.
3. Goodfellow I. J, Pouget-Adabie J., Mirza M., Xu B., Warde-Farley D., ... Bengio Y. Generative Adversarial Networks. <https://arxiv.org/pdf/1406.2661> (2014).
4. The MNIST database of handwritten digits [Электронный ресурс]. URL: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/> (дата обращения 12.11.2021).

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОНТРАКТОВ И ПРОБЛЕМЫ ОРАКУЛА

**П.А. Ягунов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Цель работы – исследовать историю и основы технологии смарт-контрактов, её возможности, потенциальные области применения, а также её проблемы и недостатки. В публикации представлен обзор так называемой проблемы оракула и анализ проекта метасети Chainlink, который, по заявлениям разработчиков, способен решить её, предоставляя надежную систему для связи блокчейна с данными из реального мира.*

**блокчейн, смарт-контракты, распределённые вычисления, проблема оракула**

### **Интеллектуальные контракты**

Согласно концепции американского криптографа и программиста Ника Сабо, интеллектуальные контракты — это цифровые протоколы для передачи информации, которые используют математические алгоритмы для автоматического выполнения транзакции после выполнения установленных условий, обеспечивающие полный контроль над процессом.

В 2008 году появился *Bitcoin*, первая криптовалюта, созданная на основе технологии *blockchain*. Она не позволяет устанавливать условия для совершения транзакции в новом блоке, так как содержит информацию только о самой транзакции. Тем не менее появление технологии послужило толчком для разработки смарт-контрактов. Впервые интеллектуальные контракты были представлены в 2013 году Виталием Бутериным. Запущенная в 2015 году сеть *Ethereum* позволила использовать смарт-контракты на практике. Сегодня рынок предлагает множество платформ, которые позволяют использовать смарт-контракты, но *Ethereum* остается одной из самых распространенных.

Смарт-контракты — это компьютерный код, который используется для ввода всех условий договора, заключенного между сторонами сделки, в блокчейн. В интеллектуальном контракте обязательства участников описываются в форме «если – то» (например: «если Сторона А переводит деньги, тогда Сторона Б, передает права на помещение»). Участников может быть два или более, и они могут быть физическими или юридическими лицами. Как только обозначенные условия будут выполнены, смарт-контракт самостоятельно выполняет транзакцию и гарантирует, что соглашение будет соблюдаться.

Смарт-контракты позволяют обменивать деньги, ценные бумаги, товары, недвижимость, и другие активы. Контракт хранится в децентрализованной книге, информация в которой не может быть модифицирована или удалена. В

то же время шифрование данных обеспечивает анонимность сторон соглашения.

Среди преимуществ Смарт-контрактов можно выделить такие как:

1. Скорость: обработка документов вручную занимает много времени и задерживает выполнение задач. Смарт-контракты предполагают автоматизированный процесс, что экономит время.

2. Независимость: смарт-контракты исключают возможность вмешательства третьих сторон. Гарантия на транзакцию — сама программа, не требующая посредников.

3. Надежность: данные, записанные в блокчейн, не могут быть изменены или уничтожены. Если одна сторона сделки не выполняет свои обязательства, другая сторона будет защищена условиями договора.

4. Отсутствие ошибок. Автоматическая система для выполнения транзакций обеспечивает высокую точность при выполнении контрактов без влияния человеческого фактора.

5. Экономия. Благодаря отсутствию посредников использование интеллектуальных контрактов обойдется дешевле, чем при найме третьих сторон.

Однако у данной технологии есть и ряд недостатков:

1. Отсутствие регулирования. Концепции «блокчейна», «умного контракта» и «криптовалюты» только начинают свой путь в области права.

2. Сложность реализации. Интеграция смарт-контрактов с элементами реального мира часто требует значительных временных и материальных затрат.

3. Невозможность изменения контракта. Один из главных плюсов смарт-контрактов также можно рассматривать и как минус. Если стороны достигнут более выгодного соглашения, они не смогут изменить контракт.

Важной особенностью смарт-контрактов является то, что они могут работать только с активами, находящимися в их цифровой экосистеме. Связь между виртуальным и реальным мирами в настоящее время является одной из основных трудностей работы со смарт-контрактами.

Для решения этой задачи существуют «оракулы» - доверенные люди или сущности, которые помогают блокчейну получать необходимую информацию из реального мира. Если две стороны делают ставку на футбольный матч в виде интеллектуального контракта на блокчейне, третья сторона – оракул – позволяет контракту узнать исход игры путём публикации соответствующих данных в блокчейне.

### **Проблема Оракула**

Ключевой проблемой оракулов является то, что они могут быть подкуплены пользователями или сами стать заинтересованными лицами и сфальсифицировать результат в свою пользу. Если интеллектуальный контракт полагается на данные некомпетентных или управляемых злоумышленниками оракулов, то он является скомпрометированным и бессмысливает весь концепт. Например, хакер может получить доступ к

оракулу и повлиять на выплату смарт-контракта. Или, если две стороны сделают ставку на спортивный матч, проигравший сможет просто подкупить оракула, чтобы тот объявил неправильного победителя, что приведет к тому, что деньги будут переведены неправильному участнику сделки. Так как в блокчейне нет возможности проверки аутентичности привнесенных извне данных, такое мошенничество является возможным. И хотя тот, чья ставка сыграла, может выразить протест, транзакции в блокчейне обычно необратимы.

Единственная вещь, которую может сделать блокчейн это сравнить ответы различных оракулов, которые будут каким-то образом взвешены. То есть для совершения мошенничества необходимо получить контроль над более чем 51% сети оракулов.

Существующие сегодня оракулы более или менее централизованы, что означает, что они представляют собой единую точку отказа.

### **Проект *Chainlink***

Одним из проектов, стремящихся решить проблему оракула, является *Chainlink* [1]. Он предоставляет протокол для распределенной сети оракулов, позволяющей интеллектуальным контрактам безопасно получать доступ ко внешним данным, таким как веб-интерфейсы, события реального мира и платёжные сети. Целью является создание независимой структуры, которая будет выполнять следующие функции:

1. Извлечение данных из нескольких независимых источников и их проверка для уменьшения рисков ошибок систем, предоставления ложной и неточной информации;
2. Перевод сырых данных в формат, подходящий для использования в блокчейне.

При поступлении запроса или срабатывании предустановленного триггера внешняя информация (например курсы валют, прогноз погоды, результаты спортивных матчей и т. д.) агрегируется из нескольких источников несколькими узловыми операторами. На основе специального алгоритма оракулы формируют консенсус, который возвращается интеллектуальному контракту.

Сеть *Chainlink* работает на основе проприетарной криптовалюты *LINK*, единственное предназначение которой – награждать операторов за выполненную работу и инвесторов за вложенные токены.

Выбор узла основан на системе репутации, которая зависит от времени непрерывной работы аккаунта, времени ответа, истории предыдущих операций, размера неустойки, внесенной в качестве залога, а также общего объёма *LINK* в распоряжении узла. Веса этих факторов на данный момент не были публично раскрыты, что вызывает сомнения в надежности процесса и прозрачности всего проекта. Также всё ещё не работает механизм неустойки [2], а 20% узлов делают почти всю работу в сети. Из этого можно заключить, что *Chainlink* является высокоцентрализованной сетью, которая может быть

скомпрометирована со стороны процесса выбора узла, источников информации, алгоритма консенсуса и самих операторов оракулов.

Также проект *Chainlink* критикуется за дороговизну в использовании, нацеливание на чрезвычайно узкую прослойку потребителей, неимение дорожной карты, а также опору на *PR*-трюки и манипулирование рынком ради удержания высокой цены токенов ради получения прибыли командой основателей [3].

### **Заключение**

Исходя из всего вышерассмотренного, можно сделать следующие выводы:

1. Технология интеллектуальных контрактов на данный момент полноценно работает только с виртуальными активами, такими как криптовалюты.

2. Для связи блокчейна с реальным миром требуются специальные сущности – оракулы.

3. Проблема Оракула – необходимость обеспечения корректности попадающих в блокчейн данных из реального мира.

4. На данный момент проблема Оракула далека от решения.

### **Список используемых источников:**

1. Ellis S., Juels A., Nazarov S., ChainLink. A Decentralized Oracle Network [Электронный ресурс]. – URL: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf>, 2017.

2. Breidenbach L., Cachin C., Chan B., Coventry A., Ellis S., Juels A., Nazarov S., Koushanfar F., Miller A., Magauran B., Moroz D., Topliceanu A., Tramer F., Zhang F., ChainLink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks [Электронный ресурс]. – URL: <https://chain.link/whitepaper>, 2021.

3. The Chainlink Fraud Exposed [Электронный ресурс]. – URL: [https://zeus-capital.com/assets/The\\_Chainlink\\_Fraud\\_Exposed.pdf](https://zeus-capital.com/assets/The_Chainlink_Fraud_Exposed.pdf), 2020.

**Секция 3.2.**  
**Интеллектуальные технологии в автоматизации**  
**и цифровых системах управления**

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПЕРСОНАЛА.

**В.Д. Баев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Разработана система дистанционного контроля состояния персонала. Рассматриваются различные аналоги разрабатываемого устройства, уже существующие на рынке на данный момент, и выявляются фактические проблемы в работе этих устройств. Для автоматизации процесса диагностики и терапии было решено разработать систему под названием ITmed.*

### **браслет, система, пациент, датчик, функция**

Актуальность проекта обусловлена необходимостью оперативного получения данных о состоянии пациента.

Мной проведён сравнительный анализ существующих устройств для контроля состояния больного (Таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная таблица существующих устройств

Устройство	Достоинства	Недостатки
Validic	Наглядность представления информации.	Отсутствие автоматизированного снятия информации.
VivaLNK	Удобство использования.	Отсутствие передачи данных в медицинский пункт.
TactioRPM	Кроссплатформенность.	Отсутствие автоматизированного снятия информации.
PGHDCconnect	Наглядность представления информации.	Сложность понимания программы.
Seqster	Хранение данных.	Отсутствие передачи данных в медицинский пункт.

Все вышеописанные устройства и системы имеют ряд недостатков, связанных со следующими параметрами:

- Габаритами носимого устройства;
- Сложностью понимания программы;
- Стоймостью оборудования и системы в целом.

Для решения всех поставленных вопросов решено разработать новое устройство.

Модуль будет иметь вид браслета. Поддерживать связь с объектом наблюдения в помещении благодаря маячкам, установленным в пожарных

извещателях адресного типа, а вне здания определение местоположения благодаря ретрансляторам на основе wi-fi технологии [1].

На рисунке 6 представлена структурная схема системы дистанционного мониторинга пациента.

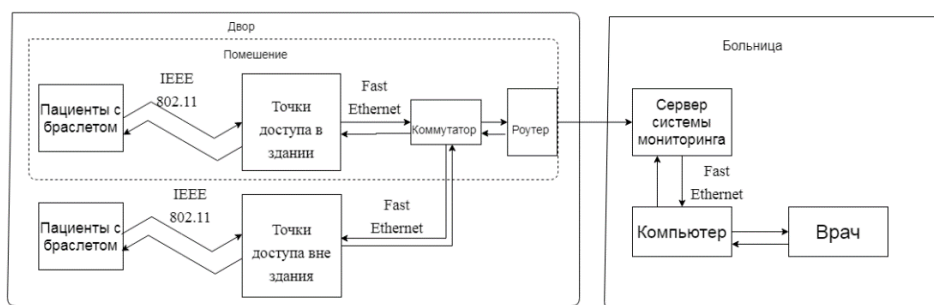


Рис.1. Структурная схема системы дистанционного мониторинга персонала

### 1 вариант передачи сигнала (в здании).

От носимого устройства, находящегося в помещении пациента, по протоколу IEEE 802.11 считываемая информация передаётся на точки доступа расположенные в здании, в количестве для требуемой зоны покрытия.

По протоколу Fast Ethernet, используя витую пару информация передаётся на коммутатор cisco 2960, Далее на роутер D-Link DSR-150.

С роутера сигнал поступает на сервер системы мониторинга медицинского учреждения.

Далее медицинские данные сохраняются в компьютере врача осуществляющего мониторинг.

### 2 вариант передачи сигнала (вне здания).

От носимого устройства, находящегося в помещении пациента, по протоколу IEEE 802.11 считываемая информация передаётся на точки доступа расположенные в здании, в количестве для требуемой зоны покрытия.

По протоколу Fast Ethernet, используя витую пару информация передаётся на коммутатор cisco 2960, Далее на роутер D-Link DSR-150 [2].

С роутера сигнал поступает на сервер системы мониторинга медицинского учреждения.

Далее медицинские данные сохраняются в компьютере врача осуществляющего мониторинг.

Система представляет собой совокупность устройств размещённых на территории заказчика. Система соединена с ближайшей поликлиникой и полностью локальна, то есть не зависит от работы сотового оператора или сигнала GPS. Использует установленные точки доступа. Браслет будет осуществлять считывание следующей информации:

- Пульс
- Давление
- Аспирация



- Степень активности пациента

Полученные данные будут записываться в базу данных, составляя полную картину об истории болезни.

Носимое устройство включает в себя несколько модулей и датчиков которые будут обеспечивать работоспособность устройства, съём и передачу в поликлинику информации о состоянии пациента.

На рисунке 2 представлена структурная схема носимого устройства.

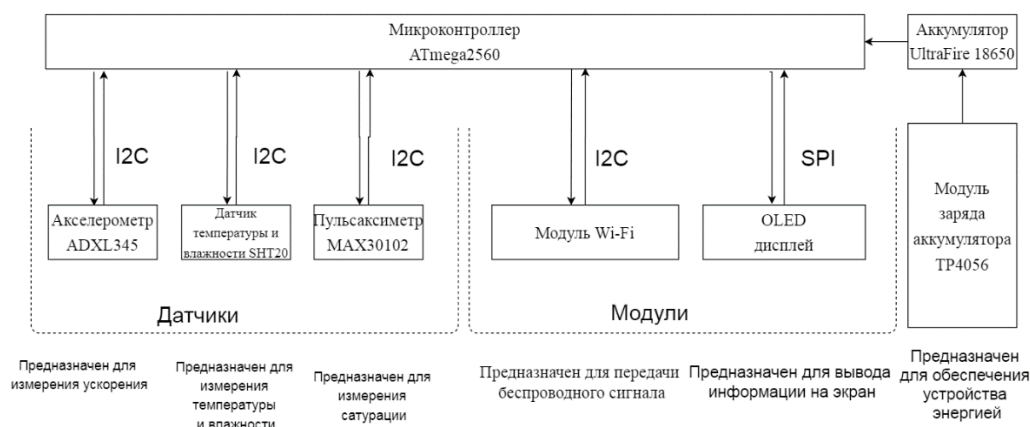


Рис.2. Структурная схема разрабатываемого устройства

Критическими состояниями являются общие тяжелые состояния организма, которые развиваются под воздействием экстремальных факторов и характеризуются значительными нарушениями жизненных функций организма, которые связаны со смертью (шок, кома, коллапс).

Конечные состояния представляют собой чрезвычайно сложные общие состояния организма, которые приводят к смерти без специальной медицинской помощи. Обследование пациента в критическом состоянии требует четкого алгоритма, который может быстро определить нарушение жизненно важных функций, исправить выявленные нарушения и включить дифференциальную диагностику причин критического состояния. Алгоритм обследования пациента соответствует этим требованиям [3].

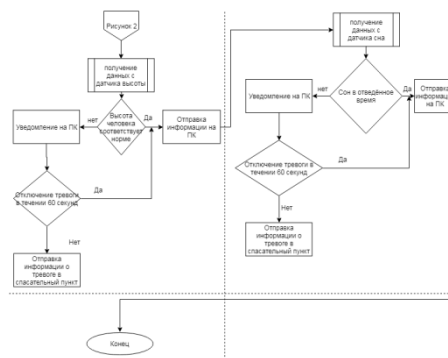


Рис.3. Алгоритм выявления критических состояний пациента

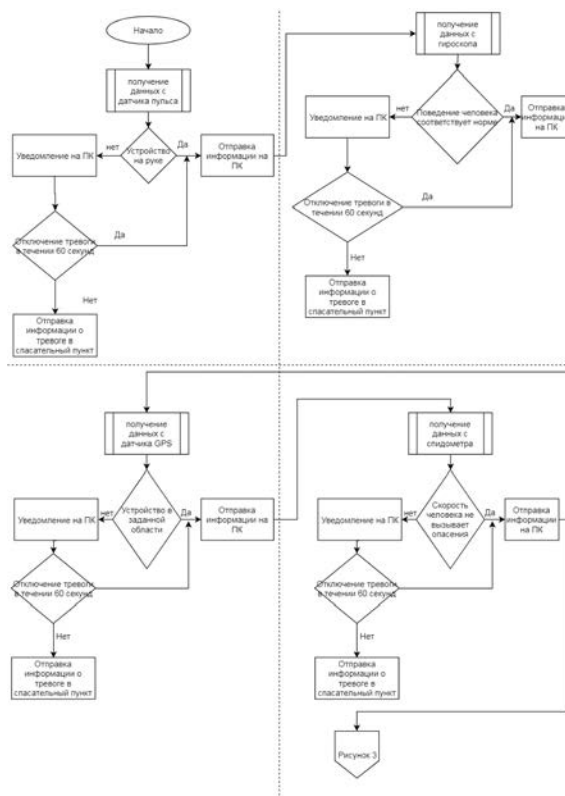


Рис.4. Алгоритм выявления критических состояний пациента

Таким образом, разрабатываемая система значительно облегчает контроль за физическими показателями. Повышает оперативность реагирования на ухудшение состояния больного. Появляется возможность удалённого анализа сводной картины мониторинга состояния, за определённый период времени. Эта информация наглядно покажет эффективность того или иного применяемого метода лечения пациента [4].

**Список используемых источников:**

1. Э. Таненбаум, Архитектура компьютера, Питер, 2011, 848 с.
2. Кушнир А., Сборка сервера. Руководство администратора. Мастер-класс, Эксмо, 2007, 416 с.
3. Степаненко О.С., Сборка компьютера, Диалектика, 2009, 544 с
4. Дуглас Э. Камер, Сети TCP/IP. Том 1. Принципы, протоколы и структура, Вильямс, 2003, 880 с.

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В ПОМЕЩЕНИЯ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

**К.В. Белоус, В.Д. Гоженко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В современном мире актуальным вопросом является обеспечение контроля доступа в различные помещения. Чаще всего для этого применяется технология радиочастотной идентификации. Современные аппаратные компоненты позволяют построить эффективную и функциональную систему контроля и управления доступом с небольшими материальными затратами. Предложена система контроля и управления доступом, построенная на базе технологии радиочастотной идентификации стандарта 125 кГц.*

***радиочастотная идентификация, контроль доступа, база данных, информационная система***

В настоящее время актуальным является вопрос внедрения систем контроля и управления доступом в различные помещения с целью предотвращения различных инцидентов, а так же повышения исполнительской дисциплины работников предприятия. Особенно актуальной данная задача является для сферы образования – начального, среднего и высшего – последние происшествия в данных сферах наглядно демонстрируют необходимость применения комплекса технических средств, которые бы позволили свести к минимуму подобные инциденты в будущем [1].

Системы контроля и управления доступом, прежде всего решают задачу допуска или недопуска определённого человека или группы лиц на некоторый объект [6,7]. В большинстве случаев в качестве ключа доступа, определяющего легитимность прохода, выступает некоторый физический носитель – это может быть карта радиочастотной идентификации, магнитная карта, физический ключ определённой конфигурации или некоторый идентификатор, который присутствует непосредственно на теле человека – радужная оболочка глаза, конфигурация капилляров пальцев рук и др. Применение нескольких способов идентификации, с одной стороны позволяет повысить степень безопасности и снизить вероятность ошибки первого или второго рода. С другой стороны двойная система проверки приводит к увеличению времени, а в некоторых случаях это может быть критично.

Предлагаемая система контроля и управления доступом может применяться в различных учебных заведениях как дополнительный элемент к уже существующим системам. Компоненты системы представлены на рис.1. Система включает в себя следующие компоненты и узлы:

1. Считыватель карт радиочастотной идентификации стандарта 125 кГц. Данный считыватель совмещен с платой ESP-32, которая представляет собой микроконтроллерную плату с модулем WiFi [2,3]. Считыватель заключён в антивандальный ударопрочный корпус, предотвращающий его случайное или преднамеренное разрушение. Данный блок снабжён автономным блоком питания, способным поддерживать работоспособность модуля в случае отключения основного энергоснабжения в течение 30 минут. К блоку через слаботочное электромагнитное реле подключён электромагнит, размещаемый на двери в контролируруемую зону [4].

2. ПК Администратора позволяет настроить права доступа, а так же оперативно отслуживать ситуацию в различных помещениях. Для работы необходим только браузер, а так же доступ в локальную сеть учреждения.

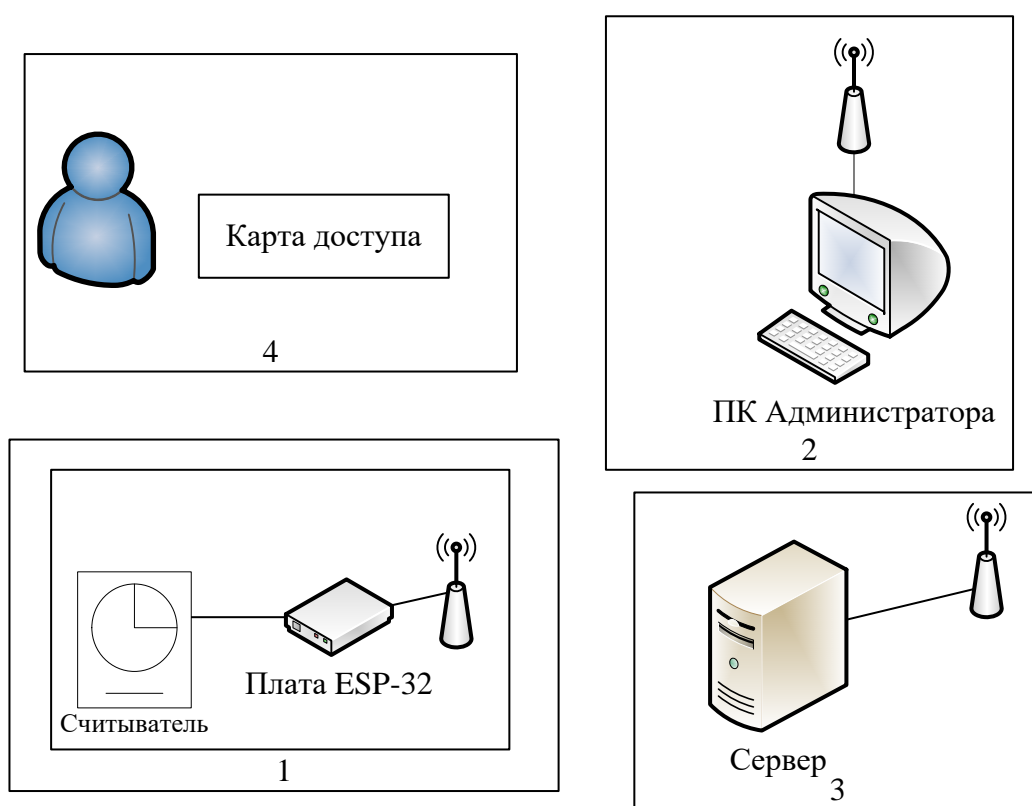


Рис. 1. Обобщённая структурная схема системы контроля и управления доступом

3. Основным компонентом является сервер – на нём располагается web-приложение, а так же база данных.

4. Пользователь с картой доступа.

Приложение реализовано на языке высокого уровня C#. В качестве хранилища используется СУБД MS-SQL Server Express.

Работа в системе предполагает следующий алгоритм действий

1. Администратор системы выполняет вход.

2. На странице регистрации пользователей вносятся данные о новом пользователе – Фамилия, имя, отчество, структурное подразделение, идентификатор карты доступа.

3. На следующем шаге задается перечень помещений и времени доступа в помещения, причём можно указать не только конкретный диапазон, например, 10.00–10.45 но и диапазон, например, «весь день», «без ограничений по времени». После этого первичная настройка считается законченной.

4. При необходимости доступа в конкретное помещение прежде всего проверяется актуальность карты доступа, т.е. находится ли карта в активном состоянии, не утрачена, не заблокирована.

5. Если на предыдущем шаге получен положительный результат, то далее проверяется возможности пользователя на доступ в данное помещение, а так же соответствие временного интервала доступа.

6. В случае, если все три проверки пройдены, то доступ в помещение разрешается, в противном случае – запрещается. При этом администратору поступает сигнал о несанкционированном доступе в помещение.

В системе может быть зарегистрировано практически неограниченное количество пользователей и устройств контроля доступа. Каждое устройство регистрируется по MAC-адресу WiFi-адаптера платы ESP-32.

#### **Список используемых источников:**

1. Гаврилов М.В. Информатика и информационные технологии: учебник для бакалавров /М.В. Гаврилов, В.А. Климов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 378 С. – Серия : Бакалавр. Базовый курс.

2. Яценков В.С. От Arduino до Omega: платформы для мейкеров шаг за шагом. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 304 с.: ил. – (Электроника)

3. Ревич, Юрий. Азбука Электроники. Изучаем Arduino / Ю. Ревич. – Москва: Издательство АСТ: Кладезь, 2017. – 224 . – (Электроника для всех)

4. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 464 с.: ил. – (Электроника)

5. Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 320 с.: ил. – (Электроника)

6. Сандип Лахири RFID. Руководство по внедрению. Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС. – 2007. – 312 с., илл.

7. Финкенцеллер, Клаус Справочник по RFID. Теоретические основы и практическое применение индуктивных устройств, транспондеров и бесконтактных чип-карт / К. Финкенцеллер; пер. с нем. Союханова Н.М. – М.: Додэка-XXI, 2008, – 496 с.: ил.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ.

**К.В. Белоус, Д.А. Ершова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Использование программно-аппаратных средств в деятельности учебных заведений различного уровня позволяет сократить время на выполнение данных операций, снизить количество ошибок при выполнении рутинных действий, а так же унифицировать формат и шаблоны документов. Представлено программное обеспечение для автоматической генерации экзаменационных билетов.*

**экзаменационные билеты, автоматизация, клиент-серверные технологии, библиотеки**

В настоящее время в учебных заведениях различного уровня активно внедряются различные информационные системы, позволяющие свести к минимуму ручные операции, сопровождающие учебный процесс [1]. Одним из процессов, связанным с контролем знаний студентов является экзамен по некоторой дисциплине, предполагающий наличие опеределённого количества экзаменационных билетов. Экзаменационный билет представляет собой официально утверждённый на заседании кафедры документ, включающий постоянную и переменную части.

К постоянной части относится «шапка», в которую обычно включают наименование учебного заведения, наименование дисциплины, дату утверждения, а так же подписи с расшифровкой составителя экзаменационного билета и заведующего кафедрой.

К переменной части относится заглавие «Экзаменационный билет №» и перечень вопросов в количестве от двух штук.

Классическая форма создания экзаменационного билета предполагает, что существует список вопросов по дисциплине, а преподаватель с использованием технических средств создаёт экзаменационные билеты, а затем выполняет их распечатку и подписывает сам, а затем передаёт их на подпись заведующему кафедрой.

Данная процедура является с одной стороны, простой, с другой стороны, предполагает выполнение ряда однотипных действий, что может неосознанно привести к возникновению ошибок. Решением данной проблемы может служить предлагаемое программное обеспечение, призванное автоматизировать данный процесс.

Предлагаемый программный продукт представляет собой web-приложение с личным кабинетом, в котором преподаватель создаёт экзаменационные билеты в электронном виде, а затем производит их распечатку.

Объектная модель базы данных представлена на рис. 1. Она включает в себя сущности, необходимые для хранения информации о преподавателях, дисциплинах, вопросах [2,3].

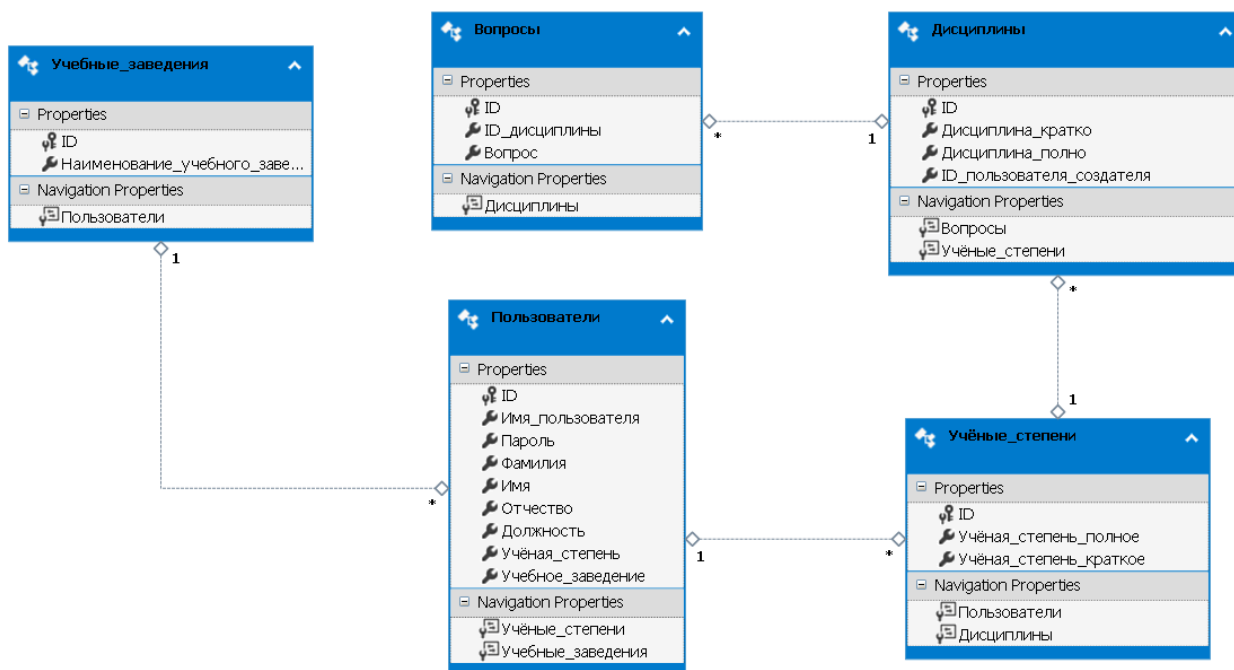


Рис. 1. Объектная модель базы данных

Так как программное обеспечение реализовано в виде web-приложения, для работы требуется только web-браузер, который в настоящее время входит в состав любой операционной системы.

Для начала работы преподавателю необходимо зарегистрироваться в системе, для чего необходимо указать своё имя пользователя и пароль. Так как главной задачей приложения являются генерация экзаменационных билетов, вопросы, связанные с подтверждением учётной записи, а так же электронной почты не рассматривались. Необходимо запомнить свой пароль, а для надёжности – записать.

В личном кабинете пользователь указывает свою учёную степень, если она есть, а так же фамилию, имя и отчество заведующего кафедрой и его учёную степень. После этого можно переходить на страницу ввода дисциплин, которые ведёт преподаватель, а так же списка вопросов.

Процедура ввода вопросов является стандартной. После ввода вопрос необходимо сохранить, а при необходимости – отредактировать.

Количество вопросов должно быть, как минимум, в два раза больше количества билетов, в случае, если в билете два вопроса. После того, как все вопросы по дисциплине введены, можно переходить к непосредственной генерации билетов – данная процедура выполняется на странице, представленной на рис. 2. Необходимо указать количество билетов, которые необходимо сгенерировать, количество вопросов в билете, а так же

необходимость выводить наименование учебного заведения, подпись и расшифровку ФИО преподавателя и заведующего кафедрой.

После заполнения всех параметров начинается генерация билетов, которые можно скачать, нажав на ссылку в верхнем правом углу страницы. Для формирования документа в формате MS Word используется библиотека Microsoft.Office.Interop.Word.

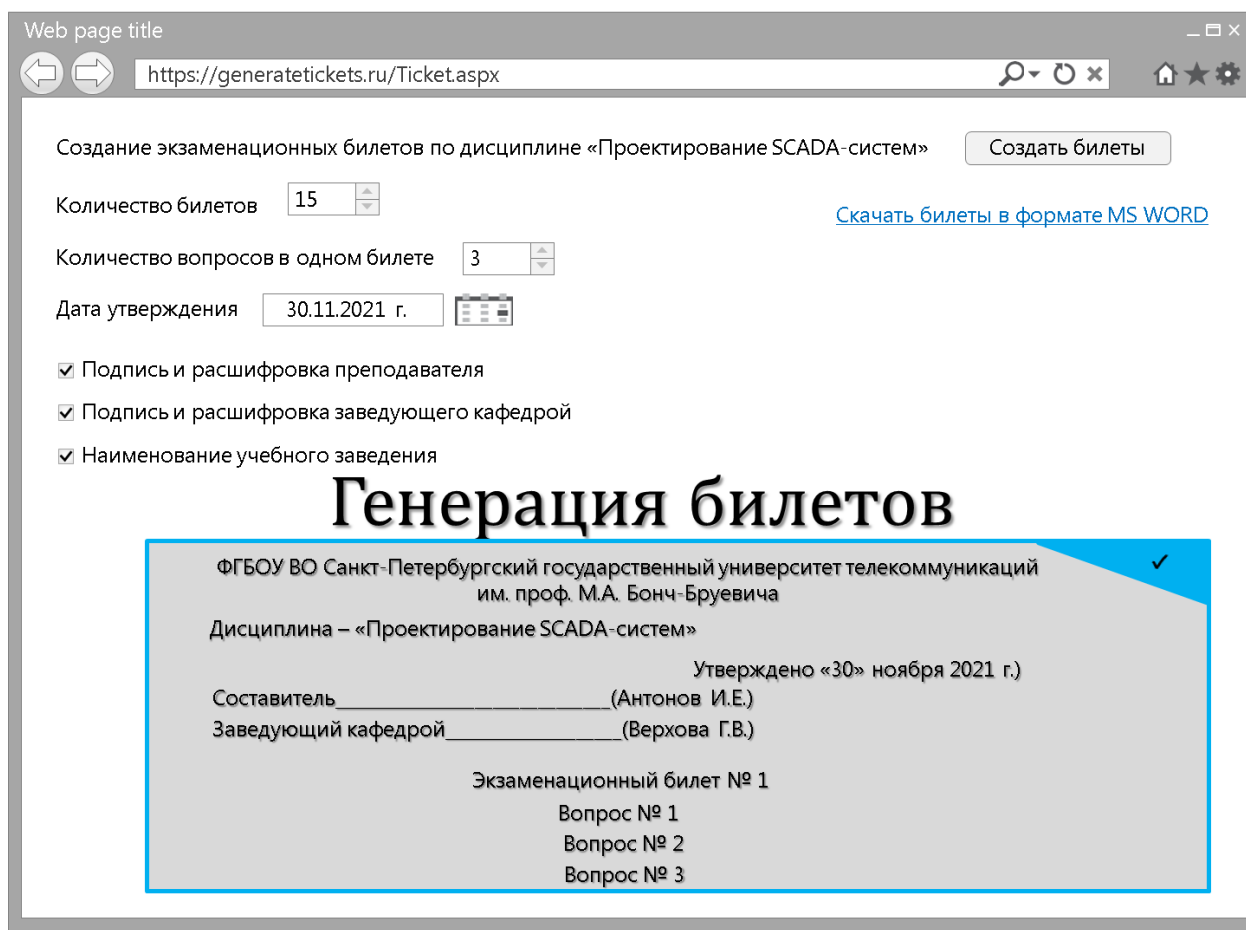


Рис. 2. Концепт интерфейса приложения для создания экзаменационных билетов

Приложение разработано на языке высокого уровня C# в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio 2019. В качестве хранилища используется реляционная СУБД MS SQL.

#### Список используемых источников:

1. Гаврилов М.В. Информатика и информационные технологии : учебник для бакалавров /М.В. Гаврилов, В.А. Климов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 378 С. – Серия : Бакалавр. Базовый курс.
2. Смирнов С.Н., Киселёв А.В. Практикум по работе с базами данных. – М.: Гелиос АРВ, 2012. – 160 с.
3. Голенищев Э.П. Информационное обеспечение систем управления: учебное пособие / Э.П. Голенищев, И.В. Клименко. – Ростов н/Д :Феникс, 2010. – 315 с.: ил. – (Высшее образование).



## УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

**К.В. Белоус, У.В. Панова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Автоматизированные системы управления предприятием представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы, составными частями которых являются датчики, сенсоры, исполнительные устройства, а так же программируемые логические контроллеры и сенсорные панели. Предлагаемый учебный стенд позволяет исследовать элементы систем автоматизации технологических процессов и производств, систем сигнализации, программировать контроллеры.*

**автоматизация, контроллеры, человеко-машинный интерфейс, датчики, исполнительные устройства**

Подготовка бакалавров и магистров по специальностям кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления предполагает получение студентами знаний в области разработки систем автоматического управления различного назначения, в первую очередь – систем АСУ ТП и АСУ П. Современные системы управления предприятием являются многоуровневыми (рис. 1), что предполагает интенсивный информационный обмен между соведными уровнями, при этом от качества функционирования отдельных звеньев системы зависит общая эффективность её работы [1,2].



Рис. 1. Архитектура современной АСУ П.

На кафедре интеллектуальных систем автоматизации и управления имеются лабораторные стенды для исследования систем автоматизации, но

они не предполагают подключение стороннего оборудования и датчиков, что снижает возможность их применения в учебном процессе.

С учётом вышеизложенного, актуальной задачей является создание новых типов стенов, позволяющих создавать широкий спектр лабораторных работ, а так же возможности взаимодействовать с устройствами внешнего мира и базами данных. В ходе анализа современных средств автоматизации технологических процессов и производств было принято решение проводить конструирование стенда по модульному принципу с максимальной развязкой компонентов друг от друга.

В качестве шасси для элементов стенда был использован шит учетно-распределительный производства Российской компании ЕКФ. Для быстрого доступа к элементам стенда у щита была удалена передняя дверь. Благодаря тому, что большинство современных элементов систем автоматизации крепятся на DIN-рейку, сложностей с креплением двух блоков питания, а также ПЛК не возникло. ПЛК и используемые блоки питания представлены на рис. 2. В данном случае выбор был сделан в пользу контроллера фирмы Omron CP1L, который имеет 8 входов и 6 выходов, а так же аналого-цифровой преобразователь с возможностью подачи входного напряжения до 10 вольт.



Рис. 2. Блоки питания и ПЛК Omron

Компоненты стенда представлены на рис. 3. Связи между компонентами не указаны. К дискретным входам контроллера могут подключаться как имеющиеся в составе стенда кнопки без фиксации, так и различные датчики, например, индукционные, ёмкостные или инфракрасные. К выходам контроллера могут быть подключены световые или звуковые индикаторы, а так же исполнительные устройства, например, нагревательные элементы или вентиляторы.

Стенд снабжён цветной сенсорной панелью Kinco, которая может подключаться к контроллеру по интерфейсу RS-232 или через Ethernet коммутатор, что позволяет вести как локальный контроль за ходом технологического процесса, так и осуществлять удалённый мониторинг через Интернет. Среда программирования сенсорной панели имеет богатые функциональные возможности, ничем не уступающие современным

интегрированным средам разработки программного обеспечения. Пример экрана, разработанного для сенсорной панели представлен на рис. 4.

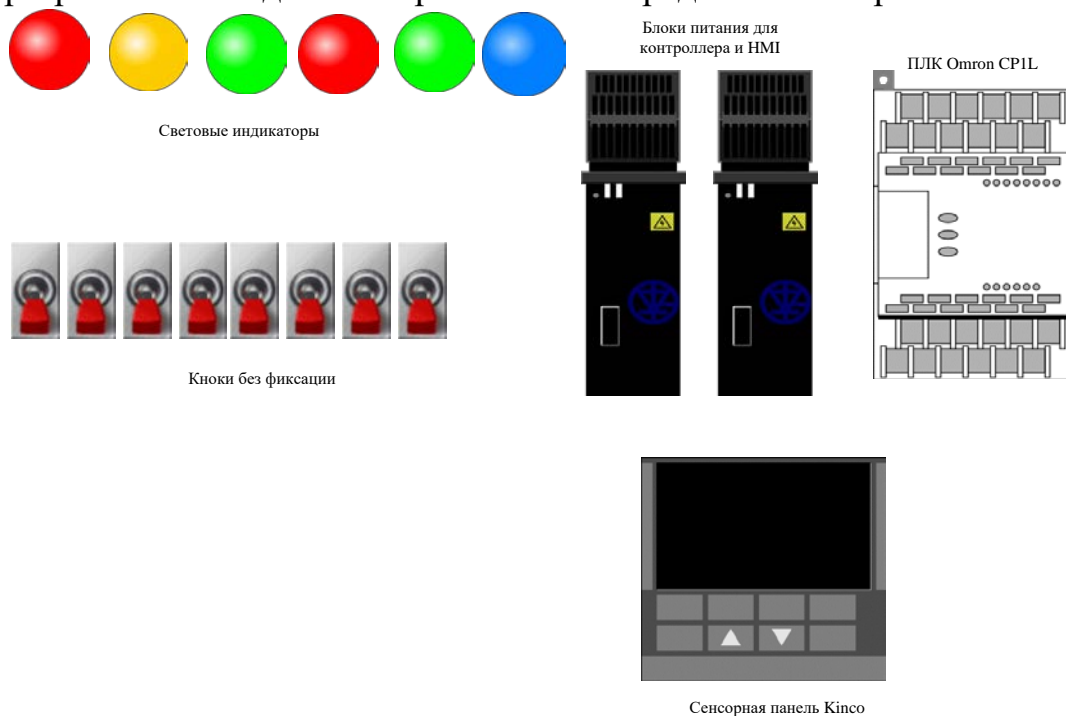


Рис. 3. Компоненты станда



Рис. 4. Пример возможного интерфейса.

Наличие сетевого интерфейса у контроллера и сенсорной панели так же даёт возможность их интеграции со SCADA-системами, что позволит исследовать все элементы систем автоматизации технологических процессов и производств – от датчиков первичной информации до программного обеспечения управления предприятием.

**Список используемых источников:**

1. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. 2-е изд., - В 2-х т. – Том 2. –М.: Инфра Инженерия, 2016. – 484 с.
2. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. 2-е изд., - В 2-х т. – Том 1. –М.: Инфра Инженерия, 2016. – 448 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА КОМПАНИЙ ПУТЕМ КОНСОЛИДАЦИИ НОРМАТИВНО- СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Е.А. Горланов, Н.В. Макарова**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*Рассматривается подход к совершенствованию информационного пространства компании путем внедрения информационных систем централизованного управления нормативно-справочной информацией. Представлен сравнительный анализ специализированных программных продуктов, а также SWOT-анализ влияния факторов на эффективность использования в компании информационной системы централизованного управления нормативно-справочной информацией.*

***информационная система централизованного управления нормативно-справочной информацией, SWOT-анализ, синхронизация баз данных***

Нормативно-справочная информация (в зарубежной терминологии — мастер-данные, основные данные) — это условно-постоянная информация нетранзакционного характера, которая не претерпевает существенных изменений в процессе повседневной деятельности компании. К данному типу информации относятся классификаторы, справочники, каталоги продукции, нормативно-техническая документация, таблицы нормативов времени для оценки трудоемкости изготовления изделий и т.д. Передача информации в электронном виде от одной прикладной системы в другую подразумевает, что отправитель и получатель используют одни и те же справочные данные, то есть базы данных нормативно-справочной информации (НСИ) прикладных информационных систем должны быть либо объединены, либо синхронизированы. Для решения комплекса задач, связанных с синхронизацией и централизованным управлением корпоративной справочной информацией необходимо приобрести специализированное программное обеспечение, предназначенное для консолидации справочных данных, унификации сервисов по работе с этими данными, стандартизации форматов их представления и обмена.

Основными целями ИС централизованного управления нормативно-справочной информацией (ЦУНСИ) являются:

- консолидация всех видов отчетности в сопоставимых обозначениях;
- обеспечение интеграции информационных систем компании на уровне справочных данных;
- повышение эффективности и оперативности управления компанией;
- повышение доступности и достоверности информации о состоянии бизнеса;
- повышение управляемости бизнес-процессов за счет внедрения всех единых регламентов и правил ведения нормативно-справочной информации.

Интерес представляют разработки отечественных производителей, учитывающих необходимость импортозамещения и специфику российского бизнеса. На рынке программных продуктов в рассматриваемом сегменте имеется порядка 10-ти успешных компаний. Однако, не все программные продукты различных производителей могут успешно консолидировать сервисы компаний. Необходимо учитывать основные параметры выбора того или иного программного продукта: класс систем, доступность изменений в программном коде, цена и типа продукта, возможность интеграции системы, надежность, безопасность и настройка доступов, формирование отчетности.

Ниже представлен сравнительный анализ рынка отечественных программных средств.

АСКОН «ПОЛИНОМ:MDM» — это решение, которое позволяет управлять нормативно-справочной информацией промышленного предприятия, применяя единые инструменты, подходы и методы для работы с данными. Система обеспечивает единые инструменты и подходы к работе с любыми справочниками, классификаторами, стандартами и другой нормативно-справочной информацией, которая используется на предприятии. Политика лицензирования: приобретается лицензия на продукт (зависит от числа рабочих мест) [1].

1С: MDM Управление нормативно-справочной информацией - программный продукт предназначен для автоматизации процессов консолидации, первичной обработки и ведения нормативно-справочной информации на крупных и средних предприятиях различных отраслей промышленности. Конфигурация «MDM Управление нормативно-справочной информацией» используется для управления процессом ведения нормативно-справочной информации (НСИ) по цепочке: заявка пользователя – обработка позиции экспертом по НСИ – создание записи об объекте НСИ в корпоративной (централизованной) системе НСИ – репликация данных в функциональные (производственные) системы предприятия. Политика лицензирования: приобретается лицензия на продукт (зависит от числа рабочих мест) [2].

Semantic MDM - программное обеспечение облачной системы, установленное на ресурсах высокопроизводительного центра обработки данных (ЦОД), обеспечивает всем подразделениям компании простой, мобильный и надёжный доступ к эталонной справочной информации с целью реализации требований новизны перспективных производственных технологий, импортозамещения, а также обеспечения процессов стандартизации и технического регулирования. Политика лицензирования: лицензия на один год на фиксированное количество записей без ограничения числа пользователей [3].

Конфигурация ИС ЦУНСИ может быть востребована компаниями, как имеющими, так и не имеющими разветвленную сеть филиалов или территориально-распределенных подразделений. Особенно эффективным использование конфигурации будет для компаний, имеющих несколько учетных и производственных информационных систем.

Сравнение вышеописанных информационных систем по наиболее значимым характеристикам представлено в таблице 1. За основу специфики компаний была взята промышленная деятельность.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение ИС

Критерии/системы	<b>Semantic: MDM</b>	<b>Полином:MD М</b>	<b>1С:MDM</b>
Консультации специалистов	+	+	+
Центр обработки данных	+	+	+
Регламентная отчетность	-	+	-
Внешняя системная интеграция	-	+	+
Функции с поддержкой интернета	+	-	+
Облачная конфигурация	+	-	+
Удобство использования ПО	+	+	-
Планирование переходного периода	+	+	+
Клиентский Web-сервис	+	-	+
Мобильные приложения	-	-	-
Службы данных и API-Интерфейсы	+	+	-
Механизм наследования	+	+	+
Интеграция данных	+	+	+
Извлечение, преобразование и загрузка (ETL)	-	+	-
Внедрение системы	+	+	+
Системная поддержка	+	+	+
Конфигурация системы	+	+	+
Поиск документов	+	+	+
Миграция и преобразование данных	+	+	+
Управление информацией о продукте	+	+	+
Управление корпоративным контентом	+	+	+
Таксономия	+	+	+
Системное администрирование	+	+	+
Запросы и отчеты по запросу	-	+	+
Модели данных	+	+	+
Управление качеством данных	+	+	+
<b>Итого</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>21</b>

В результате выполнения анализа было выявлено, что наиболее подходящей по всем выдвинутым критериям является российская система АСКОН: «ПОЛИНОМ:MDM».

Исходя из табличных данных видно, что «ПОЛИНОМ:MDM» не имеет функций с поддержкой интернета – это обусловлено тем, что большинство крупных промышленных компаний используют локальные сети поэтому необходимости в использовании функций с поддержкой интернета нет. Также это показывает то, что «ПОЛИНОМ: MDM» более направлен на промышленную деятельность.

Извлечение, преобразование и загрузка (ETL) является отличительной чертой российской системы – это функция представляет собой сбор данных из различных источников, а также их перемещение в одно или несколько хранилищ, что весьма важно для организации нормативно-справочных данных.

Важнейшим методом стратегического анализа внешней и внутренней среды предприятия и формирования на этой основе стратегий является SWOT-анализ.

SWOT-метод анализа в стратегическом планировании, заключающийся в разделении факторов и явлений на четыре категории: Strengths (Сильные стороны), Weaknesses (Слабые стороны), Opportunities (Возможности) и Threats (Угрозы).

Данный анализ является необходимым элементом исследований, обязательным предварительным этапом при составлении любого уровня стратегических и маркетинговых планов. Данные, полученные в результате ситуационного анализа, служат базисными элементами при разработке стратегических целей и задач компании.

ТАБЛИЦА 2. Анализ факторов

	Положительное влияние		Отрицательное влияние	
	Сильные стороны (S)	Вер.	Слабые стороны (W)	Вер.
Внутренние факторы	Контроль за передвижением документа внутри организации и его исполнением	0,6	Недостаточная мотивация персонала. Необходимость обучения сотрудников службы работе в новой системе	0,4
	Разграничение доступа к документам и действий над ними	0,4	Отсутствие опыта реализации глобальных проектов	0,5
	Поиск по различным атрибутам в базе документов	0,3	Разработка и внедрение собственной системы является более трудоемким процессом	0,5
	Защита документов от повреждений	0,5	Загруженность параллельными проектами, нехватка времени, для исследования целевой аудитории	0,2

	Значительное ускорение поиска и выборки документов, то есть быстрый доступ к информации	0,6	Дополнительные затраты во время дальнейшей эксплуатации	0,3
<b>Внешние факторы</b>	<b>Возможности (О)</b>	<b>Вер.</b>	<b>Угрозы (Т)</b>	<b>Вер.</b>
	Быстрое развитие рынка	0,6	Задержка работ проекта в связи со сложностью реализации	0,25
	Возможность внедрения новых технологий	0,3	Ужесточение законодательства по вопросам, связанным с IT-бизнесом. Ужесточение фискальной политики (повышение налоговых ставок, введение новых налогов).	0,3
	Поддержка эффективного накопления, управления и доступа к информации и знаниям	0,4	Постоянные структурные изменения в организации, слабая формализация бизнес-процессов.	0,6
	Возможность последующего сопровождения системы	0,3	Консерватизм персонала	0,3
	Оптимизация бизнес-процессов	0,6	Возникновение внештатных ситуаций в связи с необнаруженными заранее рисками	0,3

Таким образом, на основе SWOT-анализа были определены следующие экономические эффекты:

- оптимизация обработки корпоративных данных и устранение рутинных ручных операций;
- интеграция с имеющимся сервисами компании;
- сокращение трудозатрат на обновление номенклатуры компаний;
- оптимизация бизнес-процессов компаний.

Выбор той или иной стратегии внедрения ИС ЦУНСИ определяется многими факторами: целями предприятия, степенью зрелости предприятия, степенью готовности IT-инфраструктуры и т.д. К внедрению ИС ЦУНСИ необходимо приступать очень обдуманно и поступательно. Большое количество проектов внедрения такого класса систем неуспешны непосредственно из-за недооценки трудности и объема изменений, с которыми приходится сталкиваться в дальнейшем.

#### Список используемых источников:

1. АСКОН «ПОЛИНОМ:MDM» [Электронный ресурс]. URL: <https://ascon.ru/products/1279/review/> (дата обращения: 5.11.2021).
2. 1С:Предприятие 8. MDM Управление нормативно- справочной информацией [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/mdm> (дата обращения: 5.11.2021).
3. Система управления нормативно-справочной информацией – «Semantic MDM» [Электронный ресурс]. URL: <https://sdi-solution.ru/index.php/mdm/cloud-mdm> (дата обращения: 5.11.2021).



## ОБЗОР АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ВОЖДЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**А.С. Горячева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Автономные транспортные средства могут попасть в самые разные ситуации на дороге. Водители, которые собираются доверить свою жизнь беспилотным транспортным средствам, а именно автомобилям, должны быть уверены в адаптивности своего транспорта при любой нестандартной ситуации. Более того, автомобиль должен реагировать на такие ситуации лучше, чем водитель-человек. Для этого автомобиль должен иметь не один возможный сценарий поведения, в зависимости от других транспортных средств вокруг него. Алгоритмы машинного обучения в беспилотных автомобилях позволяют автономным транспортным средствам принимать решения в режиме реального времени, что в свою очередь повышает безопасность и доверие к беспилотным автомобилям.*

***беспилотные транспортные средства, автономные автомобили, машинное обучение, алгоритмы машинного обучения***

Перспектива будущего, в котором не придется водить машину самостоятельно, очень привлекательна для многих. Это коллективное желание использовать беспилотные автомобили представляет собой захватывающую возможность, которую многие производители автомобилей стремятся использовать.

Беспилотные автомобили могут идентифицировать объекты, интерпретировать ситуации и принимать решения на основе алгоритмов обнаружения и классификации объектов. Одна из самых больших проблем для автономного вождения - неправильная классификация объектов. Данные, собранные различными датчиками транспортного средства, собираются и затем интерпретируются системой. Но при разнице всего в несколько пикселей в изображении, создаваемом системой камер, транспортное средство может неправильно воспринимать знак остановки как нечто более безобидное, например, знак ограничения скорости. Если система аналогичным образом ошибочно принимает пешехода за фонарный столб, то она не ожидает, что он может двинуться с места.

Машинное обучение играет важную роль в работе автономных беспилотных транспортных средств (БТС), поскольку оно непрерывно отображает окружающую среду и делает прогнозы возможных изменений в ней.

Машинное обучение – это подраздел искусственного интеллекта (ИИ) и науки о данных, специализирующийся на использовании данных и алгоритмов для имитации процесса наработки опыта человеком с постепенным повышением точности [1].

Основными задачами машинного обучения в БТС являются:

- обнаружение объекта;
- идентификация или распознавание объекта;
- классификация и локализация объекта;
- прогнозирование движения.

Хотя автономные транспортные средства в основном находятся только на этапах прототипирования и тестирования, машинное обучение уже применяется к нескольким аспектам технологий, используемых в передовых системах помощи водителю (СПВ). Машинное обучение в автономном вождении может осуществляться как под наблюдением, так и без него. Основное различие между этими двумя вариантами заключается в объеме человеческого участия, необходимого для обучения. Категории машинного обучения с описываемыми в работе задачами представлены на рис. 1.



Рис. 1 – Категории машинного обучения

При обучении с учителем [2] результат алгоритма передается в систему, то есть машина уже знает результат работы алгоритма до того, как начнет работать над ним или изучать его. Базовым примером этой концепции может быть студент, изучающий предмет в университете: он знает, что изучается на курсе.

Когда выходные данные алгоритма известны, все, что нужно сделать системе это разработать шаги или процесс, необходимые для перехода от входа к выходу. Алгоритм обучается с помощью набора обучающих данных, которым управляет машина. Если процесс идет наперекосяк и алгоритмы дают результаты, совершенно отличные от ожидаемых, то обучающие данные вносят свой вклад в возвращение алгоритма к правильному пути.

Машинное обучение с учителем в настоящее время составляет большую часть машинного обучения, которое используется системами по всему миру. Входная переменная используется для связи с выходной переменной с помощью алгоритма. Все входные и выходные данные, алгоритм и сценарий предоставляются людьми. В данную категорию машинного обучения входят задачи классификации и регрессии про которых пойдет речь дальше.

Классификация [3] формируют выходные данные по общему признаку. Примеры этих категорий, сформированных посредством классификации, могут включать демографические данные, такие как семейное положение, пол или возраст. Наиболее распространенной моделью, используемой для этого типа статуса обслуживания, является машина вектора поддержки.

Машины опорных векторов предназначены для определения границ линейного решения.

В СПВ изображения, полученные с помощью датчиков, содержат все типы данных об окружающей среде. Фильтрация изображений требуется для распознавания экземпляров категории объектов путем исключения нерелевантных точек данных. Алгоритмы распознавания образов хороши для исключения необычных точек. Распознавание закономерностей в наборе данных является важным шагом перед классификацией объектов.

Наиболее распространенными алгоритмами распознавания [4], используемыми в СПВ, являются:

- метод опорных векторов (SVM);
- гистограммы направленных градиентов (HOG);
- метод главных компонент (PCA);
- правило Байеса;
- метод  $k$ -ближайших соседей (KNN).

Регрессионный анализ – один из основных инструментов в области машинного обучения, используемых для прогнозирования. Используя регрессию, подбирается функция для имеющихся данных с попыткой предсказать результат на будущее или на имеющиеся данные. В СПВ изображения (радар или камера) играют очень важную роль в локализации и срабатывании, в то время как самая большая проблема для беспилотных автомобилей или любого алгоритма - разработать модель на основе изображений для прогнозирования и выбора функций.

Типы алгоритмов регрессии, которые могут использоваться для беспилотных автомобилей:

- байесовская линейная регрессия;
- регрессия леса решений (random forest).

При самообучении [5] данные не маркируются, таким образом, компьютер учится распознавать внутреннюю структуру только на основе входных данных. Несмотря на то, что самообучение еще не получило широкого распространения, эта методология формирует будущее машинного обучения и его возможностей. Система имеет безупречные и необъятные логические операции, которые направляют ее на всем пути, но отсутствие надлежащих алгоритмов ввода и вывода делает процесс еще более сложным. Каким бы невероятным ни казался весь процесс, самостоятельное обучение способно интерпретировать и находить решения для неограниченного количества данных с помощью входных данных и механизма двоичной логики, присутствующего во всех компьютерных системах. В системе вообще нет справочных данных.

Задачами из данной категории машинного обучения являются кластеризация и снижение размерности.

Кластеризация основана на группировке объектов на классы по определенным критериям.

Иногда изображения, получаемые системой, нечеткие, что затрудняет обнаружение и определение местонахождения объектов. Также возможно, что алгоритмы классификации могут пропустить объект, не могут

классифицировать его или же просто сообщить о нем системе. Причиной могут быть изображения с низким разрешением, очень мало точек данных или прерывистость данных. Эта же задача хороша для обнаружения структуры по точкам данных: как и регрессия, она описывает класс проблемы и класс методов. Методы кластеризации обычно организуются с помощью таких подходов к моделированию, как центроидный и иерархический. Все методы связаны с использованием внутренних структур данных, чтобы наилучшим образом организовать данные в группы с максимальной общностью. Наиболее часто используемый тип алгоритма - это метод  $k$ -средних, мультиклассовая нейронная сеть.

Задача снижения размерности основана на уменьшении данных для выявления наиболее важных функций. Переизбыток функций в свою очередь приводит к увеличению стоимости системы, а также времени на обработку и анализ ситуации.

Обучение с подкреплением является еще одной частью машинного обучения, которая приобретает все большую популярность благодаря тому, что помогает машине учиться на своем прогрессе.

Обучение с подкреплением вытекает из концепции самообучения и предоставляет самой системе широкие возможности для определения идеального поведения в контексте. Для этого необходимо информирование системы о своем прогрессе для изучения своего поведения. Данная категория машинного обучения реже всего используется в БТС, поэтому более подробно она рассматриваться не будет.

Машинное обучение, применяемое в беспилотном автомобиле, является мощной технологией. Беспилотные автомобили с использованием машинного обучения определяют будущее транспортной отрасли. Алгоритмы машинного обучения чаще всего используются в автономных транспортных средствах для восприятия и принятия решений. Но есть еще много алгоритмов и возможностей, которые можно открыть для беспилотных автомобилей с помощью машинного обучения, например, для автономной навигации или распознавания состояния водителя.

#### **Список используемых источников:**

1. Введение в машинное обучение: общие сведения об истории, важные определения, обзор вариантов применения и проблем, волнующих современные предприятия [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/ru-ru/cloud/learn/machine-learning> (дата обращения 18.11.2021);

2. Николенко С. Deep learning 1: введение. [Электронный ресурс]. НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 2017. С 12-17 URL: <https://clck.ru/YuhU2> (дата обращения 18.11.2021);

3. Воронцов К.В. Машинное обучение. Курс лекций. Классификация [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/FshLt> (дата обращения 18.11.2021);

4. Воронцов К.В. Машинное обучение. Математические основы машинного обучения. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/FshLt> (дата обращения 18.11.2021);

5. Николенко С. Deep learning 1: введение. [Электронный ресурс]. НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург, 2017. С 18-19 URL: <https://clck.ru/YuhU2> (дата обращения 18.11.2021);

## АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ПУТИ В ЛАБИРИНТЕ

**А.А. Грибовский**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Статья посвящена обзору алгоритмов поиска путей в лабиринте как части алгоритмического обеспечения мобильных автоматизированных комплексов и специализированных программных продуктов. Дается оценка применимости алгоритмов различной природы к решению прикладных задач в области интеллектуальных систем. Предложено применение алгоритмов в решении прикладных задач автоматизации.*

*лабиринт, поиск пути, волновые алгоритмы, автоматизация*

Вопрос поиска путей выхода из лабиринта поднимался с древнейших времён. Первым из известных рукотворных лабиринтов считается египетский лабиринт, описанный историком Геродотом. Существуют упоминания лабиринтов и в текстах Диодора, Страбона и Гомера. Наиболее известным текстом, в котором поднимается проблема поиска выхода из лабиринта является миф о Тесее и Минотавре. В нём, в действительности, описывается не способ поиска пути, а лишь возможность выбраться из лабиринта, отмечая уже пройденный путь.

В настоящее время задачи, связанные с использованием алгоритмов поиска пути в лабиринте, могут быть поставлены перед мобильными робототехническими комплексами, работающими в изменяющихся условиях окружения. Наиболее очевидными примерами таких комплексов являются робот-пылесос, робот-кладовщик и робот-доставщик. Кроме того, некоторые из описанных алгоритмов могут быть применены для решения транспортных задач. Автоматизированные «умные лабиринты» освобождают исследователей проведения животных от утомления при отслеживании поведения животных. Они также повышают качество выборки и воспроизводимость результатов [1].

Наиболее простым алгоритмом поиска выхода из лабиринта является так называемое «правило руки». Его суть заключается в том, чтобы, выбрав стену лабиринта, располагающуюся с определённой стороны придерживаться её (рис. 1). Такой алгоритм прост для понимания и реализации, однако, как видно из рисунка, находит неоптимальное решение. Данный алгоритм не способен дать более двух решений (для правой и левой стены соответственно). Его основным недостатком является то, что существуют структуры лабиринта, для которых алгоритм не способен дать решения. Это островные структуры, располагающиеся внутри лабиринта. Если поставить задачу выйти из лабиринта находясь около такой структуры, алгоритм будет всякий раз приводить в исходную точку (рис. 2).

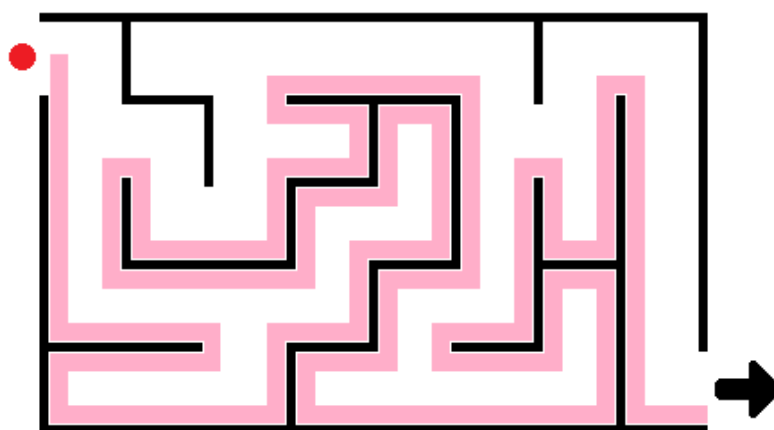


Рис. 1. Пример успешного использования алгоритма

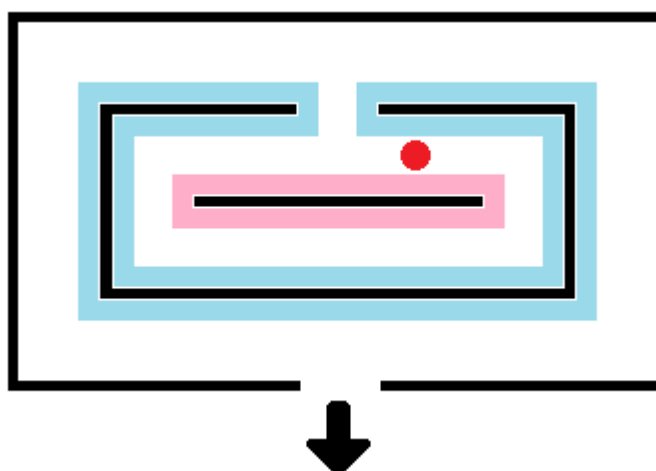


Рис. 2. Пример использования алгоритма без достижения результата

Проблема «правила руки» привела к созданию алгоритмов Пледжа и Люка-Тремо. Эти алгоритмы способны переходить от одной островной структуры к другой. Первый из них можно описать следующим образом: выбирается направление движения, которому необходимо следовать, в этом направлении необходимо двигаться до того, как на пути не появится стена, после этого осуществляется поворот влево или вправо, и осуществляется движение вдоль стены по «правилу руки» при этом, когда происходит поворот в одну сторону, к счётчику прибавляется единица, а в противоположную вычитается. При достижении счётчиком нулевого значения правило руки перестаёт работать и осуществляется движение вперёд до стены и поворот в произвольном направлении. С применением данного алгоритма возможно прийти к выходу из вышеприведённого лабиринта (рис. 3).

Алгоритм Люка-Тремо рассматривает точки разделения коридоров лабиринта как узлы, а сами коридоры как ветви между ними. При проходе через узел в некоторую ветвь он помечается одним символом, а при



пока не останется клеток, которых волна не прошла. Если волна прошла все доступные клетки, но так и не достигла клетки финиша, значит путь от старта до финиша проложить невозможно. После достижения волной финиша прокладывается путь и сохраняется в массиве (по координатам пройденных клеток на плоскости). Волновой метод позволяет осуществлять поиск пути по четырем (алгоритм Ли) либо по восьми направлениям. Вторая разновидность позволяет найти более короткий путь с наименьшими потерями, если взять критерий минимальной длины проводника за критерий трассировки. Каждый элемент первого фронта волны является источником вторичной волны (рис. 3). Элементы второго фронта волны генерируют волну третьего фронта и т. д. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет достигнут начальный элемент [2]. К недостаткам волнового метода можно отнести высокую требовательность к объему памяти и вычислительным ресурсам, это обусловлено тем, что его вычислительная сложность близка к  $F(N^2)$ .

По результатам рассмотрения алгоритмов можно сделать вывод, что алгоритмы решения задач типа лабиринт могут быть применимы в различных отраслях научной и прикладной деятельности. Выбор конкретного алгоритма обусловлен ограничениями, заложенными в типе поставленной задачи и средствах её решения.

#### **Список используемых источников:**

1. Charles Q. Choi. The mazes with minds of their own [Электронный ресурс] // Nature 555, 127-128 (2018) URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02403-5> (дата обращения: 21.11.2021).

2. Козадаев А. С., Дубовицкий Е. В. Реализация волнового алгоритма для определения кратчайшего маршрута на плоскости при моделировании трасс с препятствиями // Вестник ТГУ, т.15, вып.6, 2010



## СИСТЕМА ВЫДАЧИ РЕШЕНИЙ

**Я.А. Гуляков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В двадцать первом веке всё больше в нашу жизнь начали входить технологии. Автоматизированные системы изначально созданные для помощи, смогли занять своё полноправное место в статусе “работников”, что позволило уйти от монотонного и тяжёлого труда людей на многих производствах и в компаниях.*

*На 2020 год, в некоторых развитых странах присутствуют автоматизированные системы приёма и обработки информации клиентов.*

*Во многих странах автоматизированные системы начали входить в жизненно важные области, такие как, например, медицина.*

*На начало 2021 года в России применяется следующие системы, это робот-ассистированная хирургическая система «da Vinci» и суперкомпьютер с системой ИИ IBM Watson, разного уровня СППВР, в том числе ПКР базирующиеся как на симптомах пациента, так и на его анализах.*

***искусственный интеллект, система поддержки принятия решений, система поддержки принятия врачебных решений, принятие клинических решений***

В основе системы принятия и выдачи решений, лежат классические подходы к созданию нисходящего ИИ.

Что подразумевает работу системы с большим объёмом данных, для принятия решений.

Однако стоит отметить, что в данном случаи специфика работы требует не просто работы с большим объёмом данных, но и отдельной работы с каждым полученным показателем.

Для решения этой задачи подойдут микрофункции, а также туманные технологии.

Эти технологии позволяют принимать и работать с большими базами знаний, благодаря тому, что первичные вычисления осуществляться и выдаться уже готовыми для аналитики.

Что снижает как общую нагрузку на вычислительные ресурсы, так и позволяет получать точные и быстрые решения.

Концептуальная модель системы представляет собой набор некоторых элементов решающих определенный круг задач, модуля соединения решений и преобразования для выдачи их пользователю системы, с целью удовлетворения его потребностей в сфере компетенции.

Имея модель объекта или сущности, система позволяет привести его в состояние заданного диапазона, путём корректировки, резких и плавных.

Что позволяет применять её для широкого спектра задач и потребностей конечного потребителя.

В общем случае она представляет собой:

- ядро;
  - интерпретатор ввода-вывода информации;
  - подсистема ввода информации;
  - подсистема вывода информации;
  - подсистема работы с данными.
- Обобщенная схема представлена на рисунке 1.

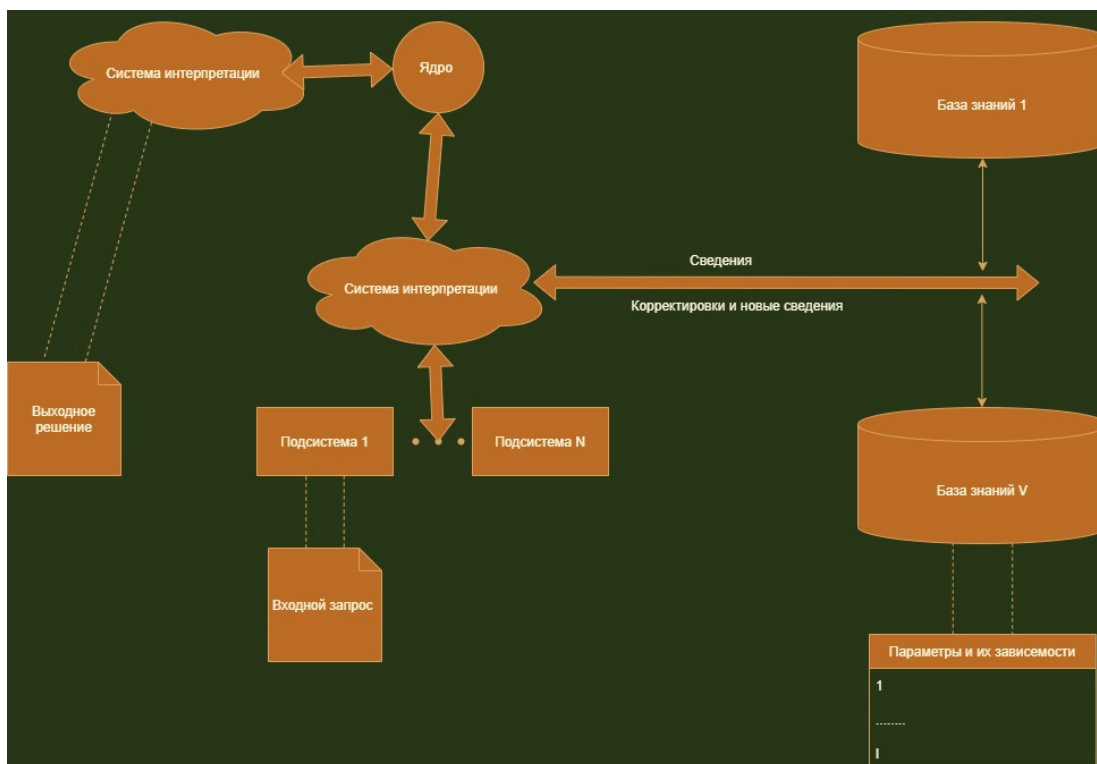


Рис. 1. Обобщенная схема состава системы

Для наглядности построения системы, приведём пример в тестовом виде.

Для развёртывания системы для нужд поддержания здоровья питомца, достаточно доработать, и дополнить существующий продукт компании IBM “Watson Health”.

Однако для дальнейшей работы с проектом, требуется создание квалифицированной команды экспертов, как со стороны компаний внедрения (ветеринарных компаний в примере), так и со стороны разработчиков ПО.

Разберём данную систему для ветеринарных нужд.

Для этого нам понадобится:

- Программа подбора корма;
- Программа выдачи ПВР;
- Программа отслеживания состояния питомца;
- Центральное Ядро, БД.

### Программа подбора корма

Основная задача программы, по переданным данным подбирать корм для поддержания питомца в лучшей форме.

Основываясь на данных о питомце, опыте и исследованиях, а также на основе корректирующего коэффициента, система выдаёт решения об оптимальном корме и его порциях/граммах для выдачи питомцу.

При объединении такой системы с агрегатором способна подобрать корм по корректирующим коэффициентам наличия и цены корма в удобных для пользователя магазинах и вет. аптеках.

Данная система способна решить множество задач, при своём введении [1].

Так данная система позволит ускорить выздоровление питомца за счёт правильного корма, что будет способствовать стабилизации и улучшению состояния питомца.

### **Программа выдачи первичного врачебного решения (ПВР)**

Основная задача выдача ПВР, по полученным данным и их обоснования для пользователя.

Основываясь на полученных данных о питомце, и обновляющейся базе данных об исследованиях и опыте применения методик и препаратов, и выявления болезней, выдаёт ПВР, с наиболее подходящими при данном заболевании или комплексе заболеваний, лечением, с его обоснование в виде накопленного опыта и ссылками на него.

Все ПВР обосновываются на базе накопленного врачебного опыта, с подчеркиванием логических выводов и приведением ссылок на данные.

Данная система позволит решить задачи:

ускорения работы ветеринарных работников за счет передачи им данных о вариантах заболевания и методах его лечения;

повысить шансы на успешное лечение питомца благодаря оперативному обмену данными;

снизит нагрузку на ветеринарных работников благодаря наглядной демонстрации данных по заболеванию и лечению питомца;

позволит подобрать клинику в зависимости от потребностей в лечении питомца.

### **Программа отслеживания состояния питомца**

Основная задача выдача данных в реальном времени на основании полученных данных из других систем.

Основываясь на переданных данных о питомце выстраивает его программную модель, контролируя и корректируя его параметры со временем, с целью сравнения их с передаваемыми данными и ранней диагностикой заболеваний, а также с целью передачи этих данных в систему подбора рациона, что помогает отвечать потребностям организма питомца в большей мере, чем при отсутствии этой передачи.

Так же данная система направлена на решения задач:

- раннего выявления заболеваний у питомца;
- выявление ухудшения самочувствия;
- выявления изменения во вкусовом и физическом поведении;
- мониторинг состояния питомца лечащим врачом;

- прогнозирования будущих заболеваний на базе полученных данных.

### **Центральное Ядро, БД**

Основная задача помощь в выдаче данных о животном в любой точке мира, где имеется доступ к сети интернет.

Система является ядром получения и корректировки данных, поступающих от всех пользователей системы, что упрощает работу конечных пользователей.

Система добавления данных является интеллектуальной, что позволяет корректировать и добавлять поля без участия инженера разработчика, что увеличивает её гибкость и адаптивность, как к новым типам питомцев, так и к расширению понимания уже давно существующих.

Система призвана решить следующие задачи:

- обеспечивать данными другие системы;
- связать между собой системы;
- развивать и расширять представления о методиках лечения питомцев, благодаря ведению центральной базы знаний, и программы аналитики данных;
- создать центр обращений для поиска потерявшихся питомцев;
- снижения количества бездомных животных.

Итогом работы станет система или её концепт, что позволит при доработке её специалистами из разных сфер, существенно улучшить состояние и здоровье питомцев, повысит сознательность граждан в сфере защиты животных, и позволит заложить основу для законов и проектов, направленных на сокращение бездомных животных, путём добровольного добавления их в любящие семьи.

### **Список используемых источников:**

1. Гладков Леонид Анатольевич, and Гладкова Надежда Викторовна. "Особенности и новые подходы к решению динамических транспортных задач с ограничением по времени" Известия Южного федерального университета. Технические науки, no. 7 (156), 2014, pp. 178-187.
2. Аликулов Саттар Рамазанович, & Кузиев Абдимурот Урокович (2019). Вопросы оптимизации маршрутов перевозки автотранспортными средствами. Вопросы науки и образования, (8 (54)), 5-10.
3. Ведута Елена Николаевна, & Джакубова Татьяна Николаевна (2016). Экономическая наука и экономико-математическое моделирование. Государственное управление. Электронный вестник, (57), 287-307. doi: 10.24411/2070-1381-2016-00039

## УПРАВЛЕНИЕ КАДРОВЫМИ РЕСУРСАМИ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОФИЛЕЙ СОТРУДНИКОВ

**Э.Р. Давлетшина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлены результаты исследования методов управления кадровыми ресурсами виртуальных предприятий на базе электронного профиля сотрудников. Электронные профили представляют собой электронные портфолио участников киберсреды, используемые для аккумуляции информации о достижениях пользователя на протяжении всей профессиональной карьеры и формирования электронной репутации. По информации содержащейся в электронном портфолио есть возможность формирования временных трудовых коллективов для работы над конкретными задачами, проектами, а также подбора подходящих кандидатов для соответствующей вакансии, должности.*

***киберфизическая система, киберфизическая среда, киберсреда, Индустрия 4.0, электронное портфолио, автоматизация, виртуальное предприятие***

Киберфизические системы являются одними из главных компонент технологии «Индустрии 4.0». Они развиваются, объединяя существующие инфраструктуры со встроенными информационными технологиями – с помощью Интернета, услуг мобильной связи и облачных решений. Производительность и сложность вновь сформированных систем становятся особенно очевидными в сетях двух или более доменов, когда киберфизические системы из разных областей применения соединены и интегрированы [1]. На рис. 1 показана структура двух прикладных областей (виртуальное предприятие и система электронного портфолио) и схематично объединены их компоненты, группы пользователей и взаимные коммуникационные отношения.

Киберфизические системы имеют большое значение в промышленном производстве, образуя виртуальные предприятия, чтобы иметь возможность реализовать требования клиентов. Внутренние производственные процессы могут быть оптимизированы, что приведет к улучшению экологического баланса. Будут созданы производственные системы, способные практически в режиме реального времени реагировать на изменения на рынке и в цепочке поставок с помощью киберфизических систем, и которые сотрудничают с ультра-гибкостью даже за пределами границ компании.



Рис. 1. Схематическая иллюстрация междоменной интеграции киберфизических систем

Виртуальное предприятие представляет собой временный союз предприятий, которые объединяются для обмена навыками или основными компетенциями и ресурсами, чье сотрудничество поддерживается компьютерными сетями в режиме реального времени. Предприятия отбираются по специальным организационно-техническим аспектам. Интеграция предприятий в единое киберфизическое пространство приводит к гибкой, эффективной и динамичной организационной системе, способной быстро кооперироваться для выполнения конкретных задач, исследований или выпуска продукции [2].

В роли системы контроля над успеваемостью, освоения компетенций, отслеживания результатов научно-исследовательской и профессиональной деятельности, эффективного планирования и оценивания процесса распределения кадровых ресурсов выступает технология электронного портфолио. Ввиду необходимости работы с большим количеством информации для управления персоналом, возникает проблема переносимости данных между различными информационными системами. В качестве решения данной проблемы становятся международные стандарты, которые разрабатываются с целью обозначения требований к взаимодействию различных информационных систем, упрощению обмена и управления

данными о компетенциях между различными предприятиями. Данными разработками занимались консорциумы IMS Global Learning Consortium Inc., HR-XML Consortium, EuroPortfolio Consortium на базе EIfEL, Inter/National Coalition for Electronic Portfolio Research.

В рамках Подкомитета 36 «Информационные технологии в обучении, образовании и подготовке» (ISO/IEC JTC 1/SC 36 Information technology for learning, education and training), занимающейся разработкой стандартов в области электронного обучения, в октябре 2020 года был опубликован международный стандарт ИСО/МЭК 20013:2020 «Информационные технологии для обучения, образования и подготовки – Справочная база информации электронного портфолио» (ISO/IEC 20013:2020 Information technology for learning, education and training (ITLET) — Reference framework of e-Portfolio information).

Стандарт ИСО/МЭК 20013:2020 определяет «электронное портфолио» как совокупность электронных объектов, объединенных в единую информационную систему и используемых для обеспечения образовательного процесса и повышения квалификации с помощью использования автоматических и неавтоматических средств с целью хранения персональных электронных артефактов (результатов интеллектуальной деятельности); личных журналов для глубокого изучения; сравнения результатов обучения, опыта и достижений; презентации выбранных видов контента для потенциальных и существующих работодателей [3].

Внедрение электронных портфолио потенциально может стать эффективным методом отслеживания истории обучения, документирования деятельности в рамках LET (Learning, Education and Technology), поддержки коллег и самооценки, а также профессионального развития на рабочем месте. Для того чтобы стимулировать упорядоченное управление и обмен информацией об участниках и связанными с ней данными, такими как доказательственная информация, содержащаяся в электронном портфолио, необходим стандартизированный подход. Благодаря стандартизации компонентов системы электронного портфолио (то есть ИТ-систем и услуг, обеспечивающих создание электронных портфолио) общие базовые структуры обеспечат потенциал для обмена данными между различными информационными системами, тем самым улучшая интероперабельность.

На рис. 2 приведена схема взаимодействия пользователей, целевой аудитории с профилем электронного портфолио.



Рис. 2. Целевая аудитория электронного портфолио

На основе системы электронного портфолио будет формироваться единая база пользователей со всеми своими результатами научно-профессиональной деятельности, некий «портфель резюме». Соответственно на любом виртуальном предприятии формируется «портфель вакансий», в котором каждая вакансия характеризуется определенными критериями и требованиями к ее исполнителям. Две автономные системы «портфель резюме» и «портфель вакансий» должны непосредственно накладываться друг на друга, как множество, и автоматически подбираться для каждой вакансии необходимые кандидаты с соответствующими компетенциями, навыками и рейтингами, которые устанавливаются предприятием. Таким способом происходит взаимосвязь профилей и вакансий в каждом сегменте рынка, формируется профилирование рынка труда.

На рис. 3 в качестве примера приведена схема профилирования рынка труда в области разработки программного обеспечения, которое в свою



очередь делится на отдельные сегменты: мобильная разработка, веб-разработка, дизайн интерфейсов и т.д. В каждом из сегментов существует набор определенных вакансий, непосредственно связанных со спецификой текущего сегмента. Одновременно существует портфель резюме пользователей системы электронного портфолио, которые непосредственно пересекаются с набором вакансий – таким образом устанавливаются соответствия между вакансиями и резюме по определенным критериям отбора (по компетенциям, рейтингу, навыкам).

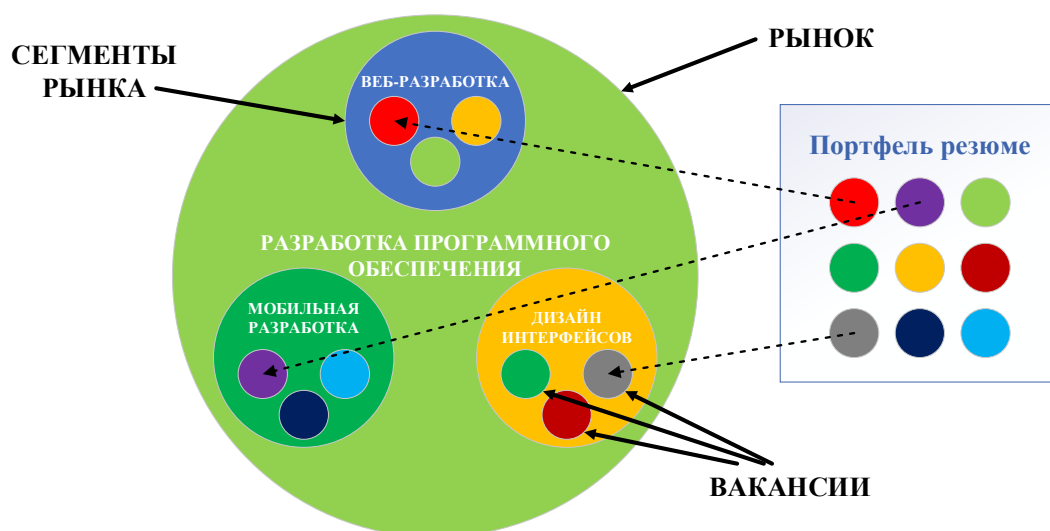


Рис. 3. Профилирование рынка труда

Система автоматически подбирает подходящие кандидатуры на соответствующую должность для работодателя. Функционирующая система внутри виртуального предприятия дает возможность набрать временный трудовой коллектив для работы над определенным проектом: система подбирает подходящих к требованиям выполнения проекта сотрудников. Особо актуально это для предприятий крупных масштабов с большим штатным числом сотрудников (учебные заведения, научно-исследовательские институты, компании и корпорации по разработке программного обеспечения и т.д.).

#### Список используемых источников:

1. Lee J, Bagheri B, Kao H (2015) A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufact Lett* 3:18–23
2. JANUŠKA, M. Communication as a key factor in Virtual Enterprise paradigm support. In *Innovation and Knowledge Management: A Global Competitive Advantage*. Kuala Lumpur: International Business Information Management Association (IBIMA), 2011. s. 1-9. ISBN 978-0-9821489-5-2
3. ISO/IEC 20013:2020 Information technology for learning, education and training — Reference framework of e-Portfolio information

## ВИДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**В.Э. Кан, Д.Н. Самойлов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время трудно представить программный продукт или решение без должного тестового покрытия. То же самое относится и к аппаратной части продукта. Всё всегда должно быть проверено специально подготовленным персоналом и иметь сертификацию качества. Но не редки случаи, когда тестированием пренебрегают и от этого может пострадать качество продукта и репутация компании-разработчика. Для существуют различные методики и виды тестирования, способные помочь в выпуске качественного программного продукта.*

*программное обеспечение, оборудование, тестирование, типы, продукт*

### **Определение тестирования**

Тестирование ПО – это процесс исследования программного обеспечения с целью выявления ошибок и определения соответствия между реальным и ожидаемым результатом поведения ПО [1]. Для достижения такого результата, применяются различные методики, набор тестов (ручной, автоматизированный и т.д.) выбираемые для определённых задач, а также выбранные определённым образом.

По своей сути, это схожее с определением технического контроля, в широком смысле применяемым для аппаратно-программных комплексов или просто для аппаратных комплексов (различные устройства, изделия и т.д.) – только в рамках тестирования программного обеспечения.

В настоящее время, программные продукты или программное обеспечение разрабатывается с учётом жёстких сроков, зачастую – сжатыми. Это не всегда плохое поведение при разработке программных продуктов, но от этого может пострадать само качество продукта и в данном случае, тестирование будет иметь наибольшее полезное применение. Но в спешке, приоритет на тестировании не ставится вовсе или он крайне низок в таких случаях надеются на покрытие Unit тестами, которые в большинстве случаев пишут сами программисты. Исходя из ситуации, можно сделать вывод, что низкое покрытие тестами влечёт за собой неоправданные риски перед пользователями системы, а также может ударить по репутации самих программистов или вовсе целой компании.

В настоящее время существует огромное множество подходов и методик тестирования, но тестирование сложных программных систем — это процесс творчества, который не сводится к следованию чётких и строгих правил.

### **Уровни тестирования**

Модульное тестирование или же Unit testing – применяется в программировании для проверки на корректность отдельных модулей исходного кода программы. Основная идея сводится к написанию тестов для каждой нетривиальной функции или же метода. Такой способ тестирования позволяет достаточно быстро проверить, не приводит ли очередное изменение кода к регрессии (когда исходный код, за счёт внедрения новых доработок становится «хуже»), то есть, появление ошибок в уже когда-то оттестированных местах программы.

В основном, данный тип тестирования выполняется именно программистами и позволяет программистам проводить рефакторинг, «чистку» кода будучи уже уверенным в том, что модуль, функция, метод и т.д. работает корректно.

Интеграционное тестирование – в данном типе тестирования проводится проверка отдельных составляющих программных модулей, которые в последствии будут объединены в группу, которая так же нуждается в тестировании, так как при взаимодействии различных функций могут быть несостыковки и конфликты в одной объединённой группе, что в свою очередь может привести к неработающему программному продукту или неработающей функции программного продукта (дымовое тестирование).

Системное тестирование - основной задачей системного тестирования является проверка как функциональных, так и не функциональных требований в системе в целом [2]. На данном этапе выявляются дефекты системы или отдельных составляющих целой системы, непредусмотренное поведение системы при определённых действиях пользователя (в случае тестирования специалистом по тестированию, это могут быть именно предусмотренные действия, с целью проверки на безотказность системы и защиты от некорректных действий), непредусмотренные сценарии использования, отсутствующая или неверная функциональность, неудобство использования и т.д. Для минимизации рисков, связанных с особенностями поведения системы в той или иной среде, во время тестирования рекомендуется использовать окружение максимально приближенное к тому, на которое будет установлен продукт после выдачи. Можно выделить два подхода к системному тестированию: на базе требований – то есть, что должно быть реализовано и работать корректно, и на базе случаев использования. Для каждого требования пишутся тестовые случаи (test cases), проверяющие выполнение данного требования. В первую очередь, проверяется выдача корректного результата или соответствующее поведение системы на базе требований. На основе представления о способах использования продукта создаются случаи использования системы (Use Cases). Это описание поведения системы, когда «кто» и/или «что» может сделать с рассматриваемой системой, или что сама система может сделать с «кем» и/или «чем». По конкретному случаю использования можно определить один или более сценариев. На проверку каждого сценария пишутся тест кейсы (test cases), которые должны быть протестированы.

## Виды тестирования

Существует множество различных видов тестирования, которые можно использовать для обеспечения того, чтобы вносимые в код изменения работали в соответствии с ожиданиями и по которым принято производить классификацию.

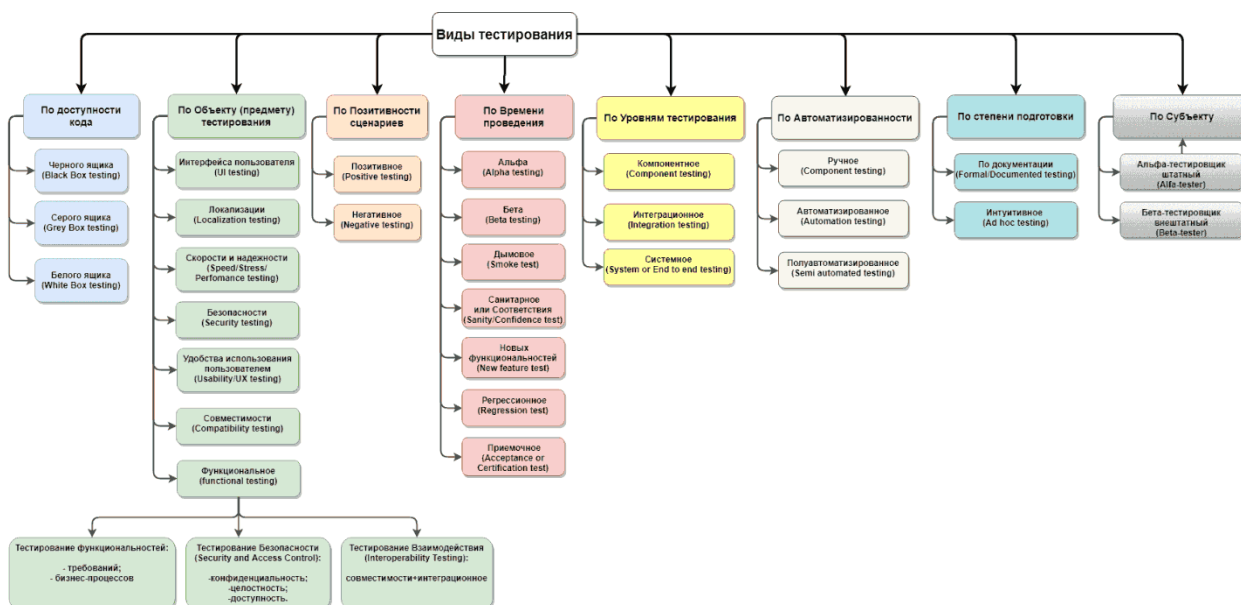


Рис. 1. Виды тестирования [3]

Функциональное тестирование – тестирование ПО, направленное на проверку корректной реализации функциональных требований, способность правильно решать задачи, необходимые пользователям.

### Нефункциональные виды тестирования

Описывает тесты, необходимые для определения характеристик программного обеспечения, которые могут быть измерены различными величинами. Основными видами нефункциональных тестов являются:

Тестирование производительности – позволяет осуществить оценку быстродействия программного продукта при определённой нагрузке. Сам тест проводится как до выполнения оптимизации (на основании чего будут проводиться измерения) и после с целью выявить изменения в производительности.

Нагрузочное тестирование – тестирование ПО, позволяющее осуществить оценку быстродействия системы в случае использования при плановой нагрузке, повышенной и пиковой.

Стресс-тестирование – оценка надёжности и устойчивости системы в условиях превышения пределов нормального функционирования. Это проверка работы системы в условиях, отличающихся от нормальных технических характеристик оборудования, будь это нехватка дискового пространства или слабая вычислительная мощность.

Также, стресс тестирование предназначено для проверки системы в условиях полной загруженности на обслуживании большого количества пользователей.

Тестирование стабильности – проверка работоспособности ПО при длительном тестировании со средним уровнем нагрузки. Сюда так же можно отнести проверку на возможную утечку памяти, в таком случае система может начать работать нестабильно и приводить неожиданным и непредсказуемым последствиям.

Тестирование безопасности – проверка защитных механизмов, встраиваемых в системы на предмет не проникновения злоумышленников в систему, а также, в некоторых случаях, проверка на возможную утечку данных.

### ***Тестирование по степени автоматизации***

Ручное тестирование – процесс проверки ПО, выполняемый специалистами вручную, моделирование ситуации в соответствии с тестовыми сценариями и фиксирование результатов

Автоматизированное тестирование - метод тестирования программного обеспечения, который выполняется с использованием специальных программных средств, которые, в свою очередь необходимы для выполнения набора тестовых примеров

Полуавтоматизированное тестирование - ручное тестирование с частичным использованием средств автоматизации - ПО (например, средств захвата/воспроизведения) для контроля выполнения тестов, сравнения полученных результатов с эталонными, установки предусловий тестов и других функций контроля тестирования и организации отчетов.

### ***Тестирование по знанию системы***

Тестирование по знанию системы делится на три основные группы по доступности кода:

- Black-Box;
- White-Box;
- Grey-Box;

Тестирование методом «чёрного ящика» (Black-Box) - способ тестирования, основанный на незнании тестирующим о внутреннем устройстве ПО, об его особенностях и функциональных возможностях. Способ взаимодействия – через интерфейсы заказчика. Самый распространённый метод, но не без нюансов. Чаще всего, ошибки при таком способе возникают достаточно редко и их трудно найти и воспроизвести.

Тестирование методом «белого ящика» (White-Box) - основан на знании тестирующим внутреннего кода ПО и имеющим к нему доступ.

Тестирование методом «серого ящика» (Grey-Box) - разработчик тестов имеет доступ к исходному коду, но при непосредственном выполнении тестов доступ к коду, как правило, не требуется.

### ***Тестирование связанное с изменениями***

После проведения необходимых изменений, таких как исправление дефектов, программное обеспечение должно быть протестировано заново, для подтверждения того факта, что проблема была решена.

Регрессионное тестирование - набор тестов, направленных на обнаружение дефектов в уже протестированных участках ПО.

Дымовое тестирование – особый вид проверки свежей сборки ПО, направленный на тщательный анализ работоспособности разрабатываемого продукта, а именно наиболее важных и критических функций AUT (Application Under Test) и они работают согласно ожиданиям.

Санитарное тестирование - узконаправленное тестирование достаточное для доказательства того, что конкретная функция работает согласно заявленным в спецификации требованиям. Используется для определения работоспособности определенной части приложения после изменений, произведенных в ней или окружающей среде.

Тестирование сборки - тестирование, направленное на определение соответствия, выпущенной версии, критериям качества для начала тестирования.

Обобщая всё выше сказанное, можно сделать вывод, что не обязательно строго следовать всем методикам и правилам тестирования. Важно подбирать наиболее оптимальные и подходящие для задач методы, которые быстрее приведут к желаемому и качественному результату, а также, немаловажным опытом будет расширение базы знаний и внедрение своих собственных технологий тестирования, применяемых не только в рамках одного программного продукта.

#### **Список используемых источников:**

1. Тестирование [Электронный ресурс]. URL: <https://pvs-studio.com/ru/blog/terms/0093/>
2. Системное тестирование [Электронный ресурс]. URL: <http://www.protesting.ru/testing/levels/system.html>
3. Фундаментальная теория тестирования [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/549054/>
4. Савин Р. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. — М.: Дело, 2007. — 312 с
5. Тестирование [Электронный ресурс]. URL: <https://qastart.by/mainterms>

## ТРЕБОВАНИЯ К АГРЕГАТОРУ ДАННЫХ КОРПОРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА

**Д.А. Колмакова, Я.А. Плетнев, А.В. Шестаков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассматривается проблема формирования и организация ведения «цифрового двойника» специального транспорта предприятия нефтедобывающей отрасли. Существующие программные средства корпоративного мониторинга транспорта представляют наборы данных для бухгалтерского учета материальных активов и операций учета движения товарно-материальных ценностей, соответствующих учетной политике предприятия. Перспективная система корпоративного мониторинга транспорта должна обладать возможностью использования современных сквозных цифровых технологий применительно к уровню систем управления сквозным жизненным циклом изделий. Предлагается на основе сформированного «цифрового двойника» специального транспорта учитывать более широкую номенклатуру данных как об агрегатах, узлах и других элементах транспортных средств, так и о техническом состоянии в том числе при хранении (консервации), техническом обслуживании и ремонте. В структуру программных средств перспективной системы мониторинга, вне зависимости от реализуемых способов организации ведения базы данных «цифрового двойника» (частных, локальных или корпоративных), входит один из наиболее сложных компонент - агрегатор данных, требования к которому должны быть всесторонне обоснованы в части функций, перечня данных и источников, форматов и алгоритмов экспорта/импорта данных, а также интерфейсу и визуализации оперативных и неоперативных данных.*

***информационно-логические модели транспорта, агрегирование данных, интеллектуальные системы автоматизации и управления***

Современная нефтедобыча является технически сложным процессом, требующим безаварийной слаженной работы специального транспорта в экстремальных природно-климатических условиях. Для обеспечения функционирования транспортных предприятий и транспортных подразделений, а также в целях повышения надежности работы специального транспорта активно проводится цифровая трансформация в различных бизнес-процессах, в том числе контроля и учета транспортных средств, их технического состояния за счет формирования и использования «цифрового двойника» специального транспорта.

Под «цифровым двойником», применительно к специальному транспорту, как к изделию, в соответствии с новыми регламентирующими документами, принятыми в 2021 году Росстандартом по инициативе СПбПУ и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», понимается компьютерная система, содержащая цифровую модель изделия, которая сформирована при разработке изделия, а также двусторонние информационно-логические связи

с реальным специальным транспортом и средства актуализации элементов и атрибутов в цифровой модели изделия.

В ходе работ по нефтедобыче в месторождении используется специальный транспорт с установленным на нем оборудованием различного назначения: техника для бурения; геофизических и геологических работ; ремонта скважин; добычи; транспортировки; переработки углеводородного сырья; для эксплуатации скважин; для ремонта и исследования скважин; насосно-компрессорное; емкостное и теплообменное и др.

Повышение надежности и безопасности эксплуатации специальных транспортных средств достигается путем контроля их технического состояния. В настоящее время в связи с развитием информационных технологий, беспроводной связи, программно-аппаратных комплексов на транспорте, а также созданию точных и малогабаритных датчиков – контроль за техническим состоянием определенных агрегатов и узлов транспортных средств может осуществляться в режиме реального времени без необходимости визуального контроля квалифицированным техническим персоналом и использования специально оборудованных помещений (станций технического обслуживания).

В настоящих условиях информация, полученная в ходе контроля за техническим состоянием транспортных средств (ТС), аккумулируется на бумажных носителях (журналы, отчеты и т.д.), заносится операторами в информационные системы предприятия (например, в «1С: Управление автотранспортом»), либо утрачивается.

Результаты проведенного анализа программного обеспечения, например, «1С: Управление автотранспортом», показали ограниченный перечень параметров транспорта в учетных задачах (таблица 1) и проблематичность инструментального мониторинга транспорта (таблица 2).

ТАБЛИЦА 1. Перечень учетных данных в системе 1С

№ п/п	Наименование параметра
1	Гаражный и государственный номер
2	Номер двигателя, шасси, кузова, VIN, цвет
3	Габаритные и полезные размеры
4	Собственный вес и грузоподъемность
5	Количество осей и колес
6	Транспортное средство
7	Тип двигателя и мощность
8	Вид топлива и нормы расхода ГСМ
9	Нормы прохождения планового ТО
10	Выданные документы (полисы ОСАГО, сертификаты и т. д.)
11	Установленные шины, аккумуляторы, аптечки, рации и др.
12	Закрепленный экипаж



ТАБЛИЦА 2. Функциональные возможности программных средств

Перечень функций	Реализация функций		
	1С: Управление автотранспорт ом	АРМ механик а	Контроль и учет автотранспорт а
Оформление заказов на ТС	+	-	-
Формирование суточной разрядки и маршрутных листов	+	+	-
Встроенные возможности спутникового мониторинга	+	-	-
Взаимодействие с внешними системами спутникового мониторинга	+	-	-
Настройка норм расхода ГСМ	+	+	-
Учет поступления и выдачи ГСМ	+	+	-
Учет масел и технологических жидкостей	+	+	+
Учет карточек ТС	+	+	+
Учет установленных шин, аккумуляторов, аптечек и произвольного оборудования	+	+	+
Контроль окончания сроков действия документов, выданных на водителей и ТС (медицинские справки, полисы ОСАГО и др.)	+	+	+
Ведение прейскурантов и тарифов на транспортные услуги	+	-	-
Журнал замены узлов и агрегатов	-	+	+
Формирование счетов и актов	+	+	+
Формирование табеля учета рабочего времени	+	+	+
Формирование графиков проведения техосмотра	-	+	-
Ведение справочников	-	+	-
Учет пробега ТС	-	+	+

Учет ДТП	-	+	-
Текущее состояние узлов ТС	-	-	-
Текущее состояние работы агрегатов ТС	-	-	-

Весьма актуальным является создание интеллектуальной системы мониторинга, типа [1], которая в режиме реального времени обеспечивает работу по сбору, обработке и хранению значительной номенклатуры учетных данных о специальных транспортных средствах предприятия, и, в частности, их техническим состоянием.

Для формирования цифровых двойников специальных корпоративных транспортных средств в первую очередь требуется определиться с группами показателей (данных), по которым должны собираться сведения, которые связаны с его производственной деятельностью, а также организовать сбор информации по данным показателям. Источником данных в системе может являться информация, получаемая из нормативно-технической документации, различных автоматизированных и информационных систем предприятия, формироваться в ходе регламентных работ по обслуживанию транспортных средств, считываться с датчиков, установленных на транспортных средствах, заноситься сотрудниками предприятия (пользователями, администраторами баз данных) [2].

Информационно-логическая модель цифрового двойника специального транспорта предприятия нефтедобывающей отрасли, которая учитывает более широкую номенклатуру данных как об агрегатах, узлах и других элементах транспортных средств, так и о техническом состоянии в том числе при хранении (консервации), техническом обслуживании и ремонте, представлена на рисунке 1, а организационная, которая отражает различные способы организации ведения базы данных «цифрового двойника» (частные, локальные или корпоративные) – на рисунке 2.



Рис. 1. Информационно-логическая модель цифрового двойника транспорта

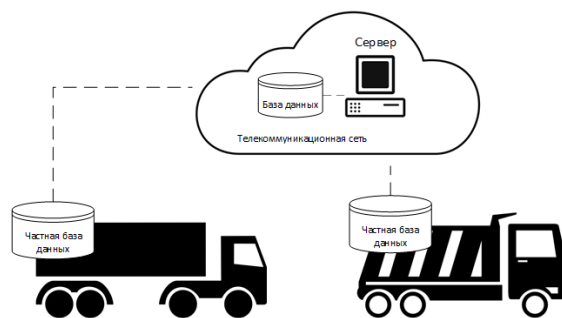


Рис. 2. Организационная модель цифрового двойника транспорта

Номенклатуру требований к агрегатору данных цифрового двойника специального транспорта целесообразно определить на основе известных подходов к моделям качества систем и программных продуктов. Группы требований к агрегатору должны характеризовать:

результативность (эффективность) – объем и уровень реализации заявленных функций;

производительность – объем выполнения заявленных функций в заданных условиях применения;

удовлетворенность – уровень выполнения заявленных функций в заданных условиях применения;

риск-независимость – уровень снижения возможных рисков в заданных условиях применения;

покрытие контекста – уровень выполнения заявленных функций во всех условиях применения.

Таким образом, разработка агрегатора данных цифрового двойника специального транспорта предприятия нефтедобывающей отрасли необходима для достижения цели информационного обеспечения процессов и качества управления в отрасли.

**Список используемых источников:**

1. A. R. Al-Ali1, Ragini Gupta, Tasneem Zaman Batool, Taha Landolsi, Fadi Aloul, Ahmad Al Nabulsi. Digital Twin Conceptual Model within the Context of Internet of Things September 2020, Future Internet 12(10):163 DOI: 10.3390/fi12100163.
2. Шевченко В.Н., Мозохин А.Е. Применение концепции цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем / Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2020, том 20, №6. С.815-824.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Д.А. Корнюшкин, А.А. Крылов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*При проектировании современных систем различного из разных областей науки и техники используются современные информационные технологии. Исследуя современные достижения в смежных областях можно добиться решения задач, которые невозможно решить без их объединения с использованием автоматизированной системы управления. Например, в астрономии для мониторинга наземных объектов и объектов в космосе необходимо использовать совокупность информационных систем предназначенных, как для автоматического сбора информации, так и для сравнительного анализа со статистически проверенными данными. Также необходимо использовать информационные технологии для автоматического сбора и отбора информации используя актуальные принципы организации информационных систем.*

***автоматизированные системы мониторинга, системы сбора данных и управления, комплексное моделирование автоматизированных систем управления***

### Цель исследования

Компании постоянно ищут возможности для повышения энергоэффективности производственных процессов, которую можно повысить внедряя автоматизированные системы мониторинга, контроля и учета. Используя интеллектуальный мониторинг можно выявлять конкретные проблемы и учитывать человеческий фактор. Экономия электроэнергии получается за счет своевременного выявления аварийных ситуаций, сбора данных в реальном времени и возможность составлять графики потребления электроэнергии, исследовать динамику потребления. Данные приводятся в виде отчетов без участия обслуживающего персонала. Затраты на установку нового оборудования окупаются в кратчайшие сроки.

Ключевым видом автоматизации по праву считается автоматизация управления различной сложности производственными процессами. В свою очередь к таким сложным системам можно причислить объекты, которые массово применяются в атомной, тепловой и гидроэнергетике, ракетно-космических комплексах (РКК) и ракетно-космических системах (РКС), транспортных и производственных системах. На нынешнем этапе жизни общества в связи с повышением уровня развития автоматизации появляется необходимость в переходе от промышленного к информационному обществу, в котором особое внимание уделяется применению автоматизации информационных процессов [1,2]. Фундаментальную роль в решении ранее перечисленных проблем будут выполнять информационные технологии и один из ключевых подвидов — информационные технологии [3].

Основным компонентом, от которого многое зависит в процессе интеллектуальной автоматизации являются обучающие данные. Решения,

которые принимают ИИ/ML могут приводить к серьезным последствиям, в таких областях как ракетно-космические системы, здравоохранение и беспилотное вождение. Точность и достоверность тренировочных данных, которые предназначены для информирования об этих решениях, имеет критическое значение. Для машинного обучения и искусственного интеллекта точность современных моделей, приближается к ста процентам, поэтому продуктивно используются глубокое обучение и нейронные сети, эти процессы происходят автономно, и решения могут приниматься без вмешательства человека. Незначительные погрешности или отклонения в данных могут приводить к критическим и непредсказуемым последствиям. В итоге, ключевыми аспектами становятся целостность и точность данных, так как персонал начинает все больше полагаться на решения, которые принимаются умными машинами для выполнения сложных задач.

Так как автоматизация управления создается для конкретного, экономического объекта и он необходим для обеспечения его эффективной работы, то проектирование надо начинать с обследования объекта, с определением характеристик оборудования, расположенного на объекте. Надо учитывать все взаимодействия оборудования между собой. По результатам обследования делают вывод на основе которых реализуются все последующие этапы проектирования мониторинга [4].

Формирование комплексов оборудования происходит по определенному принципу, качестве примера распределенного технологического объекта можно привести инфраструктуру современного нефтегазодобывающего предприятия. Данное предприятие вблизи источника сырья. В состав оборудования входят десятки тысяч единиц техники предназначенной для обработки нефти и газа. Нарушение или сбой в режиме работы оборудования может повлечь за собой сбой целого ряда процессов и создания аварийных ситуаций. В решении данной проблемы может помочь сквозной мониторинг, так как он учитывает различные виды связи оборудования и процессов во время работы. При отсутствии системы которая бы включала сквозной интеллектуальный мониторинг, существенно увеличиваются экономические потери компании, риски, а также риски сбоев в функционировании системы безопасности, в том числе экологической.

#### Принцип работы

Большая часть существующих и разрабатываемых сложных технических объектов и сложных организационно-технических систем (СОТС) управляются дистанционно при помощи диспетчеров. Диспетчер получает данные о текущем состоянии работоспособности сложных организационно-технических систем в виде значений измерительной информации (ИИ). В связи с возрастанием уровня сложности современной техники, необходимым условием становится существенное увеличение числа параметров, которые надо контролировать для ее функционирования [5]. На нынешнем этапе увеличение количества параметров для различных систем технических систем достигает значения в нескольких десятков и сотен тысяч, что ощутимо затрудняет их восприятие и трактовку состояний СОТС в целом. В следствии возрастания необходимости в описывании СОТС в многообразных сферах и областях деятельности человека, возникает тенденция к усложнению

технических решений для СОТС, требований к профессиональному росту и повышению квалификации персонала, специалистов по эксплуатации СОТС в необходимой области, управления и мониторинга состояния СОТС в режиме реального времени. СОТС (например, ракетно-космические комплексы различного назначения) можно охарактеризовать перечнем нестандартных особенностей, которые ставят перед разработчиками ИТ и соответствующих ПК ряд принципиальных задач, а именно формализация нечетких, неполных и разнотипных данных и сведений об объекте при сборе данных и формировании базы знаний (БЗ);

#### Особенности

Индивидуальной особенностью рассматриваемых СОТС является то, что в процессе эксплуатации высока вероятность изменений в штатном поведении данных объектов и систем, которые в свою очередь появляются из-за неполадок или факторов внешнего воздействия. Это влечет за собой необходимость проводить формирование процессов МСУ (мониторинг состояния и управления) СОТС во время применения АС, при этом выявление нештатных ситуаций, их локализации, а также своевременное устранение сбоев и отказов будет проводиться значительно быстрее, до возникновения возможных негативных последствий и неисправностей. Данные аспекты МСУ СОТС имеют исключительную ценность для организационно-технических комплексов, в которых чрезвычайную ценность имеет управление, время реагирования и скорость ликвидации при авариях и возникновении нештатных ситуаций, когда временной интервал ограничен. В конечном счете, для получения необходимого качества и управления СОТС необходимо осуществить создание алгоритмов обработки данных штатных и нештатных ситуаций. Необходимо решать эту задачу в режиме реального времени, учитывая возможные варианты создания СОТС, так и соответственно АС [6].

#### Решение поставленной задачи

Необходимо решить задачи по использованию первичных данных, характеризующих работу оборудования на объекте и технических индикаторов по которым оценивается работа оборудования, разрабатываются схемы информационных потоков, а также определяются методы и периодичность сбора информации. Информация может поступать как от оперативного персонала, так и по каналам связи, а также может считываться с машинных файлов.

Использование существующих или разработка метода для анализа и оценки состояния работы оборудования предназначено для возможности оперативному персоналу качественно контролировать процесс работы оборудования и оперативно принимать решения.

- Оставлять существующий режим работы.
- Корректировка работы оборудования в случае отклонения работы от штатных режимов.
- Выведение из работы оборудования при возникновении аварийных ситуаций.

Так как продолжает оставаться не решенным вопрос о несогласованности как самих объектов анализа (ОА) или сменяемость

объектов управления, так и напрямую обрабатываемой информации при проектировании новых версий специального программного обеспечения (СПО) автоматизированного анализа (АА) ИИ необходимо учитывать целый спектр требований, такие, как:

- Небольшие временные затраты на поставку информационного обслуживания новых ОА и как следствие незначительная стоимость этого процесса;

- занижение планки требования к уровню знаний персонала, который сопровождает это СПО, могут быть невысокими по программной части;

- Для использования в СПО программно-алгоритмических средств необходимо использовать унификацию и модульность построений, это позволит создавать разные версии применительно к конкретным целям и условиям;

- надежная работа СПО при возникновении различных нештатных (непредусмотренных специалистами по соответствующим ОА) ситуаций;

- режим обработки данных «в реальном времени».

Экономическая польза от внедрения систем управления:

- возможность избежать штрафов за превышение лимита расхода электроэнергии;

- планирование и прогнозирование потребления электричества;

- своевременное выявление несанкционированных подключений и непроизводительных расходов энергоресурсов;

- контроль за выполнением энергосберегающих программ;

- сбор данных для отчетов и статистики;

- снижение расходов на электроэнергию до 5%.

Для соблюдения всех упомянутых противоречивых требований, предъявляемых равно как к облику СПО АА ИИ, так и в целом к автоматизированным системам мониторинга (АСМ) состояния СОТС, требуется отойти от стандартных применяемых при проектировании систем информационных технологий и архитектур и использовать следующие основные современные тенденции и перспективы развития информационных технологий (ИТ) и открытых (сервис ориентированных) архитектур:

1. Переход от классических вычислений к альтернативным способам организации вычислительного процесса.

2. Внедрение и использование технологии активных объектов.

3. Целенаправленность на приоритет модели, а не алгоритма.

4. Реализация естественного параллелизма вычислений.

5. Самоорганизация вычислений.

Абсолютно все указанные ранее тенденции в конечном итоге приведут к результату, что прикладные программные системы будут базироваться на основе приоритетности модели, а не алгоритма, мультиагентности и ассоциативно самоорганизующемся недетерминированном параллельном вычислительном процессе [7].

Функционирование современных информационных систем (ИС) предполагает наличие автоматизированных средств мониторинга. В основе анализа нормативно-технической документации в области сложных технических и информационных систем приведем следующее определение:

Система мониторинга – это совокупность технических и программных средств, реализующая процесс мониторинга.

В результате суть мониторинга, это смесь программно-аппаратного обеспечения, которое обеспечивает сбор и обработку данных для получения необходимых характеристик информационной системы. Средства мониторинга могут входить в состав данной ИС в качестве подсистемы, либо создаваться как самостоятельное программно-аппаратное решение [8].

В наше время достигли высокого уровня аппаратно-программные средства сбора, обработки и передачи данных. Они являются составной частью любой ИС СОТС. Эти средства все время модифицируются, повышаются их характеристики. Мониторинг может быть частью ИС, в виде подсистемы или разрабатываться в виде самостоятельного программно-аппаратного решения.

Интеллектуальный мониторинг любого объекта значительно расширяет возможности потенциального снижения затрат – иногда до 30% и более.

#### Заключение

В совокупности анализ показал бесспорную необходимость в использовании методов в основу которых положены существующие и перспективные интеллектуальные информационные технологии автоматического сбора данных с последующим анализом полученной информации, которая циркулирует внутри отдельных АСУ. Применение информационных технологий в различных областях производства, значительное увеличение объектов информации, а также необходимость немедленно реагировать на изменение ситуации привели к нужде поиска оптимального решения различных проблем. Наиболее эффективным является применение интеллектуализации информационных технологий.

#### Список используемых источников:

1. Судов Е.В., Гомозов В.А. и др. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия В.В. Бакаев – М.: Машиностроение, 2005. – 624с
2. Велихов Е.П., Бетелин В.Б., Кушниренко А.Г. Промышленность, инновации, образование и наука в России / Научно-исследовательский институт системных исследований РАН. М.: Наука, 2009. 141 с.
3. Соколов Б.В. Комплексное планирование операций и управление структурами в АСУ активными подвижными объектами. М.: МО СССР, 1992. 232 с.
4. Каргин В.А., Майданович О.В., Охтилев М.Ю. Автоматизированная система информационной поддержки принятия решений по контролю в реальном времени состояния ракетно-космической техники // Приборостроение. 2010. Т.53. №11. С. 20–23.
5. Майданович О.В., Охтилев М.Ю., Куссуль Н.Н., Соколов Б.В., Цивирко Е.Г., Юсупов Р.М. Междисциплинарный подход к оцениванию и анализу эффективности информационных технологий и систем / Приборостроение. 2010. Т.53, №11. С. 7–16.
6. Майданович О.В., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М., Цивирко Е.Г. Количественное и качественное оценивание влияния информационных технологий на эффективность систем управления сложными объектами // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: тр. Международной науч. шк. МА БР-2010 (Санкт-Петербург, 6–10 июля, 2010 г.). СПб.: ГУАП, 2010. С. 79–84
7. Майданович О.В., Соколов Б.В., Охтилев М.Ю. Новый подход к созданию интеллектуальных информационных технологий проектирования систем мониторинга состояния сложных объектов // XI Международная научно-техн. конф. 12–14 мая 2010 г.



«Кибернетика и высокие технологии XXI века»: сб. докл. в 2 т. Воронеж: НПФ «Саквое», 2010. Т.

8. Зацаринный А.А., Ионенков Ю.С. Тенденции развития современных информационных технологий с учетом концепции сетецентрических войн // Системы и средства информатики. 2007. Вып.17. М.: Наука, 2007. С. 47–64.

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СИНХРОНИЗАЦИИ ОГРАНИЧЕННЫХ КОНТЕКСТОВ, ЦИФРОВЫХ СРЕД С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ.

**В.Д. Михайлов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В представленном докладе рассмотрены способы синхронизации контекстов, цифровых сред основанных на микросервисной архитектур для решения задач конкретного проекта.*

***микросервис, контекст, репликация, транзакция***

Современные цифровые среды строятся на базе микросервисной архитектуры с использованием технологии Domain Driven Design [1-3]. Одной из проблем, которые возникают при создании таких сред, является синхронизация контекстов. Контекст представляет собой упорядоченную последовательность свойств, которые определяют среду для объектов, находящихся внутри контекста. Контексты создаются во время процесса активации для объектов, настроенных для использования определенных автоматических служб, таких как синхронизация, транзакции, JIT-активация, безопасность и т. д. Внутри контекста возможно существование многих объектов.

Контекстом выполнения (ExecutionContext) является родительский контекст, по совместительству контейнер для других контекстов, который включает в себя все остальные контексты. Он не имеет собственного поведения, а служит только для запоминания и передачи контекста и используется чаще всего при работе с компонентами.NET, например класс Task.

SynchronizationContext изначально задумывался как замена ISynchronizeInvoke, но при разработке обрел полезные дополнительные свойства. Один из аспектов SynchronizationContext заключается в том, что он предоставляет способ размещения единицы работы в очереди контекста. Стоит отметить, что единица работы ставится в очередь контекста, а не потока. Это важное отличие, так как многие реализации SynchronizationContext основаны не на единственном, конкретном потоке. В SynchronizationContext не существует механизма, который определяет, нужна ли синхронизация.

Другой аспект SynchronizationContext — у каждого потока есть «текущий» контекст. Контекст потока не обязательно уникален; экземпляр его контекста может использоваться совместно с другими потоками. Поток может менять свой текущий контекст, но делается это крайне редко.

Третий аспект SynchronizationContext — хранение счетчика незавершенных асинхронных операций. Это позволяет использовать асинхронные ASP.NET-страницы и любой другой хост, где нужен счетчик такого рода. В большинстве случаев значение счетчика увеличивается на 1, когда захватывается текущий SynchronizationContext, и уменьшается на 1, когда захваченный SynchronizationContext используется для размещения уведомления о завершении в очереди контекста [4]. На рисунке 1 представлена реализация работы класса SynchronizationContext.

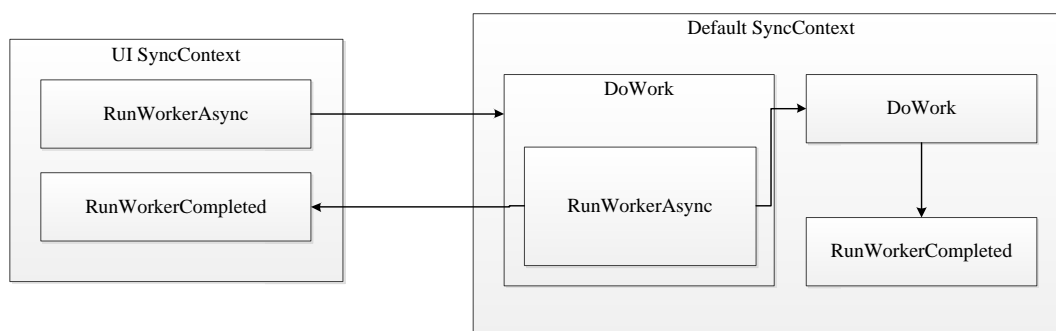


Рис. 1. Реализация SynchronizationContext.

Далее рассмотрим понятие репликации. Репликацией называется механизм синхронизации содержимого нескольких копий конкретного объекта или группы объектов. Это процесс, под которым понимается копирование данных из одного источника на другой и наоборот. При репликации изменения, сделанные в одной копии объекта, могут быть распространены в другие копии.

Репликация решает такие задачи как:

- поддержку резервной базы данных на случай потери основной;
- снижение нагрузки на базу за счёт переноса части запросов на реплики;
- перенос данных в архивные или аналитические системы.

Возможно выделить три подхода к репликации :

- Блочная репликация на уровне системы хранения данных;
- Физическая репликация на уровне СУБД;
- Логическая репликация на уровне СУБД.

При блочной репликации информация записывается на двух дисках, на основном и на резервном. Благодаря этому данным, находящимся на одном массиве существует полная зеркальная копия на другом массиве. Из достоинств такой репликации можно выделить простоту в настройке и использовании и надежность. При потере данных из одного массива всегда будет зеркальная копия на другом.

В физической репликации используются журналы, которые содержат все изменения, которые вносятся в файлы базы данных. Таким образом идея физической репликации состоит в том, что любые изменения из журналов повторно выполняются в другой базе, и благодаря этому данные в реплике повторяют данные в основной базе байт-в-байт.

При логической репликации все изменения в базе данных происходят в результате вызовов её API – например, в результате выполнения SQL-запросов. Для такого способа репликации необходимо придерживаться двух правил:

Нельзя начинать транзакцию, пока не завершены все транзакции, которые должны закончиться раньше, для решения данной проблемы поможет ранее упомянутый класс синхронизации контекстов. Например нельзя запускать транзакцию 4, пока не завершены транзакции 1 и 2, что отображено на рисунке 2.

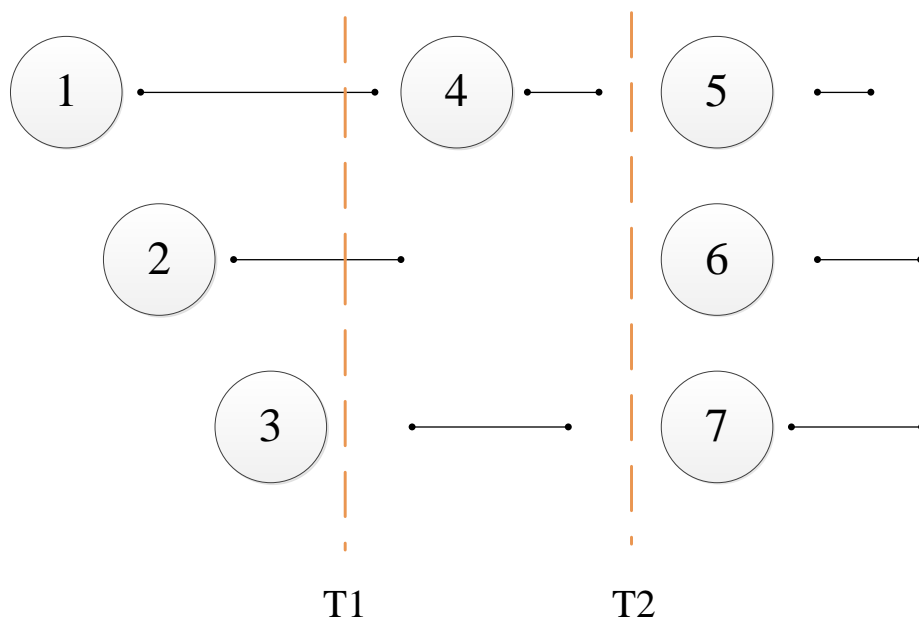


Рис. 2. Очередь транзакций и хронология их выполнения .

Нельзя завершать транзакцию, пока не начаты все транзакции, которые должны закончиться до завершения текущей транзакции. На рисунке 2, даже при условии мгновенного выполнения транзакции 2, завершить её можно только после того, как начнётся транзакция 3.

Если репликация остановлена в момент T1 транзакция 2 должна быть прервана и откатена. При перезапуске репликации исполнение транзакции 2 может привести реплику к состоянию, отличному от состояния базы-источника: на источнике транзакция 2 началась до того, как закончилась транзакция 1, что в свою очередь означает что транзакция 2 не берет в расчет изменения, сделанные транзакцией 1.

Репликация запросов может быть остановлена и перезапущена только в момент T2, когда в базе нет ни одной активной транзакции.

Для логической репликации используют детерминированные запросы. Детерминированность запроса обеспечивается двумя свойствами:

- запрос обновляет (или вставляет, или удаляет) единственную запись, идентифицируя её по первичному (или уникальному) ключу;
- все параметры запроса явно заданы в самом запросе [5].

Таким образом для микросервисной архитектуры основными средствами синхронизации контекстов и цифровых средств являются класс SynchronizationContext, а так же приемлемые в конкретных случаях методы репликации.

**Список используемых источников:**

1. Liberty, Jesse. Programming ASP.NET [Текст]. / Jesse Liberty, Dan Hurwitz, – O'Reilly – 960 с.: ил
2. Griffiths, Ian. Programming C# 5.0 [Текст]. / Ian Griffiths – O'Reilly – 886 с.: ил.
3. Арно Лоре. Проектирование WEB API/ Пер. с англ. Д.А. Беликова.- М.: ДМК Пресс, 2020. – 440 с.
4. Параллельные вычисления [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.threading.synchronizationcontext?view=net-5.0> (дата обращения 18.11.2021)
5. Репликация данных [Электронный ресурс]. URL: <https://highload.today/replikatsiya-dannykh/> (дата обращения 21.11.2021)

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАРКА ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**В.А. Попов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Статья посвящена рассмотрению вопроса создания автоматизированной системы контроля за состоянием парка ЭВМ. В данной статье рассматриваются вопросы организации сетевой архитектуры системы собирающей, обрабатывающей и предоставляющей администратору информацию о текущих настройках ЭВМ. Предложены методы создания системы мониторинга состояния.*

*автоматизация, сети, электронно-вычислительные машины, мониторинг, файловая система, Windows, WMI*

Основная задача сетевого администратора сводится к обеспечению работы сетевой системы. Работоспособность системы состоит из множества факторов, которые для обычного пользователя могут быть незаметны. Статус системных ресурсов и их загруженность радикально меняются со временем, причем не всегда так, как хочется пользователям и сетевому администратору — останавливаются службы, файловая система испытывает недостаток свободного места, ошибки приложений приводят к системным проблемам и т.д. Для того, чтобы иметь наибольшее представление о работоспособности системы администратор должен обладать инструментом мониторинга системы. Мониторинг сетевых устройств — это постоянное наблюдение за деятельностью данных устройств, поиск проблем и неисправностей в их работе, принятие решений о ликвидации проблем и неисправностей, повышению эффективности функционирования устройств.

Вопрос автоматизации сбора информации о состоянии электронно-вычислительных машин может быть актуален для организаций, обладающих множеством ЭВМ, удаленных друг от друга. В отличие от классических методов использования удаленного доступа, эта система обладает возможностью централизованного сбора и отображения информации обо всех подключенных к ней компьютерах. Данная информация может быть отображена как в форме текстовых отчетов, так и преобразованной в графические человеко-машинные интерфейсы. Данная система может быть использована как квалифицированными системными администраторами-разработчиками, так и управляющим персоналом. Система подобного рода способна повысить производительность труда посредством своевременного и точного предоставления отчетов о проблемах, ресурсах и состоянии ЭВМ.

В данной статье предлагается поднять вопросы создания автоматизированной системы контроля за состоянием ЭВМ, которая могла бы предоставлять актуальную информацию о проблемах, ресурсах и

состоянию ЭВМ. Данная система должна иметь минимальные требования к аппаратному оснащению компьютеров, ее основная часть должна располагаться на централизованном сервере.

Одно из самых часто используемых и наиболее важных средств мониторинга системы — это регистрация различных событий в журналах операционной системы Windows. Регистрацию событий в системе Windows осуществляет служба "Журнал событий" (Event Log). В любой системе семейства Windows всегда присутствуют 3 журнала:

- журнал Система – в этот журнал записываются события, записанные компонентами операционной системы, такие как сбой в запуске службы при перезагрузке. По умолчанию журнал располагается по адресу "%SystemRoot%\system32\config\SysEvent.Evt";

- журнал Безопасность – в этот журнал происходит регистрация событий, которые относятся к системе безопасности, такие как попытки изменения политики безопасности, попытки регистрации пользователей, попытки доступа к различным ресурсам и так далее. События, регистрируемые в этом журнале, настраиваются локальной или групповой политикой. Расположение журнала по умолчанию "%SystemRoot%\system32\config\SecEvent.Evt";

- журнал Приложение – в этот журнал записываются события, которые так или иначе связаны со взаимодействием приложений, в конкретном случае это может быть сбой MySQL при доступе к базе данных. События, регистрируемые в этом журнале, определяются непосредственно разработчиками приложений. Расположение журнала по умолчанию "%SystemRoot%\system32\config\AppEvent.Evt".

События бывают трех видов:

- уведомление – это информация о событии, связанная с успешным действием.

- предупреждение — информация о событиях, которые в будущем могут повлиять на стабильность работоспособности системы;

- ошибка — сообщение об ошибке, это может быть сбой при запуске системы или отсутствие необходимых приложений и ресурсов в системе.

- в сообщении содержатся следующие данные:

- дата и время регистрации события;

- источник — приложение, служба или системная компонента, записавшие событие в журнал;

- категория события;

- код события;

- пользователь — учетная запись пользователя, действовавшая в момент события;

- компьютер — имя компьютера, на котором произошло событие.

Просмотреть список событий можно в системном журнале системы Windows (рис. 1).

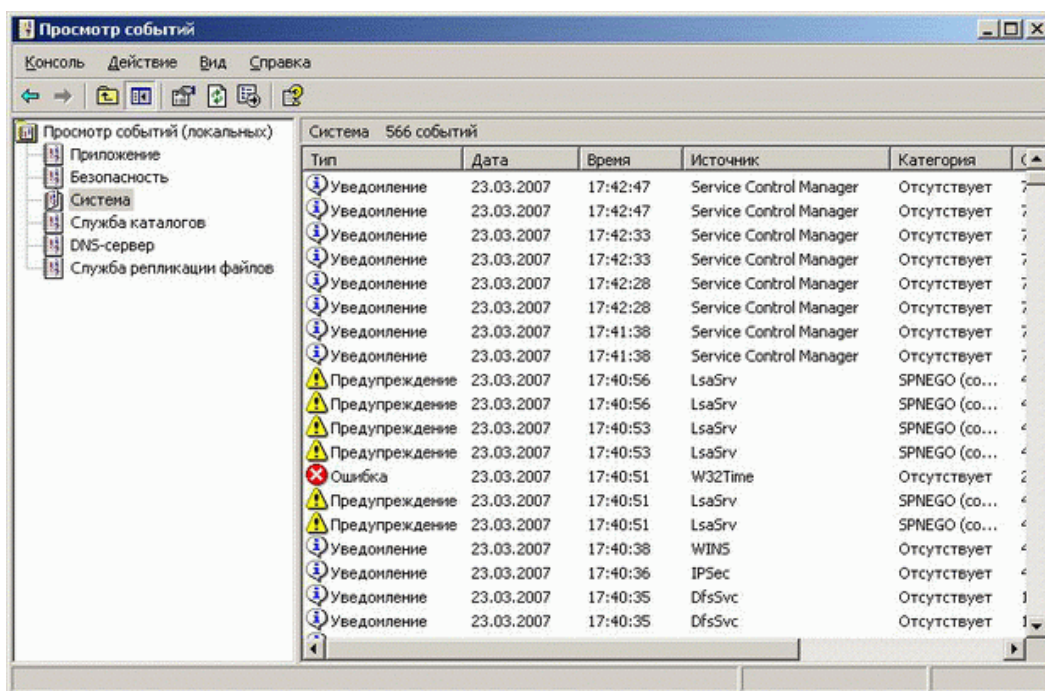


Рис. 1. События в системном журнале системы Windows

В левой части показан список имеющихся на компьютере журналов, а в правой части — список событий для выбранного журнала [1]. Для сбора информации с парка компьютеров используется инфраструктура для данных управления и операций WMI. С помощью нее можно написать сценарии или приложения WMI для автоматизации задач администрирования на удаленных компьютерах. Инструментарий WMI предназначен для программистов, использующих C/C++, приложение Microsoft Visual Basic или язык сценариев, который имеет механизм на Windows и обрабатывает объекты Microsoft ActiveX. Также имеется возможность обращения к WMI с помощью PowerShell, который позволяет получить сведения для локального или удаленного репозитория WMI.

Ценность WMI заключается в возможности получать данные об управлении с удаленных компьютеров. Удаленные подключения WMI осуществляются посредством DCOM, альтернативой является использование служб удаленного управления Windows (WinRM), которое получает данные удаленного управления WMI с помощью протокола на основе WS-Management SOAP [2].

Для системы мониторинга состояния корпоративной сети ЭВМ необходимо иметь исполняемый файл инструментария WIM на каждом удаленном компьютере сети, который будет передавать актуальную информацию о состоянии компьютеров на общий сервер MySQL. Для реализации модели для управляемого объекта должен быть создан MOF-файл, содержащий класс WMI, представляющий каждый объект. После создания MOF-файла, он должен быть проверен на работоспособность и ошибки с помощью инструмента Mofcomp.exe. Исполняемый файл должен создавать таблицу формата csv со всеми необходимыми сведениями,



заданными в MOF-файле и отправлять данные на централизованный сервер в MySQL. При обнаружении неполадок состояния компьютера, на сервер будет подаваться сигнал о событии.

Автоматический запуск исполняемого файла должен происходить при запуске BIOS с соответствующими настройками. Файл будет отправлен на сервер MySQL в формате csv и загружен в базу данных. Если событие уже имеется в базе данных, то оно не будет добавлено. Различные события с одним и тем же источником будут заменять друг друга по мере поступления в базу данных, т.е более новые события будут заменять собой более старые. Подобные условия будут реализованы при помощи подключения Visual Studio и программного кода на языке C#. В конечном итоге должна получиться система, с топологией типа «звезда», где все компьютеры будут подключены к одному серверу MySQL, на который будет направляться информация со всех звеньев сети о состоянии компьютеров (рис. 2).

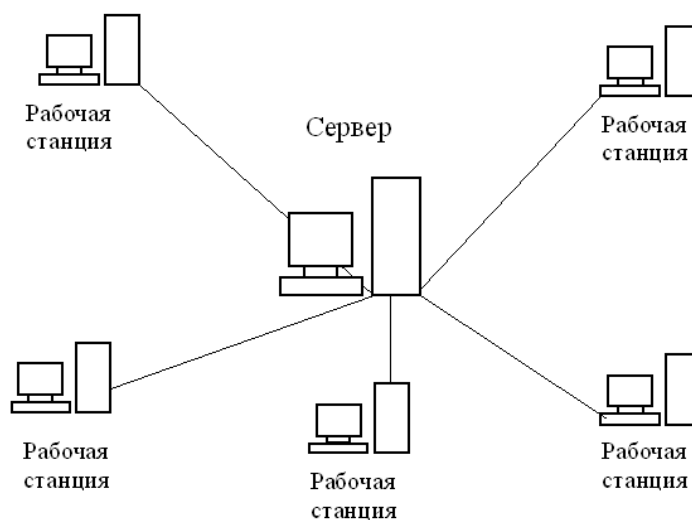


Рис. 2. Схема сети с топологией типа "Звезда"

На каждом компьютере системы должен быть установлен исполняемый файл VIM и настроены параметры запуска BIOS для запуска исполняемого файла при запуске системы. При каждом запуске системы файл с результатами будет отправлен на центральный сервер, откуда администратор сможет получить информацию об имеющихся неполадках компьютеров системы. Эта система поможет системным администраторам иметь наглядное представление о состоянии всех элементов корпоративной сети компьютеров для контроля работоспособности всего парка ЭВМ.

#### Список используемых источников:

1. Академия Microsoft: Администрирование сетей на платформе MS Windows Server [Электронный ресурс]. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/991/216/lecture/5582?page=1>
2. Windows Management Instrumentation [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/wmisdk/wmi-start-page>

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Е.И. Туманова, М.Э. Чмелёв**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В последнее время крупные компании все больше инвестируют в разработку и исследование новых подходов в сфере генерации изображений. В данной статье рассмотрены три современных архитектуры нейронных сетей в сфере генерации изображений. В статье приведены значения метрики, примеры полученных изображений.*

***LSGM, ACGAN, Styleformer, генеративно-сопоставительный подход, генерация изображений, автоэнкодер***

Генерация изображений является актуальной темой на текущий момент. Крупные компании ведут исследования в данной сфере и ежегодно публикуют последние достижения. Для анализа были выбраны три различных современных подхода генерации изображений. Модель LSGM [1] основана на принципе восстановления распределения изображения после снижения его размерности. Модель Rebooting ACGAN [2] основана на генеративно-сопоставительном подходе включая некоторые доработки. Модель Styleformer [3] использует слои внимания [4] вместо сверточных слоёв. Рассмотрим архитектуры и подходы подробнее.

Модель LSGM состоит из трех частей: энкодер, декодер и самой Score-based generative model (SGM) [5], работающей со скрытым состоянием. Данная структура позволяет обучать модель end-to-end что является преимуществом. Возможность обучать SGM позволяет получать более разнообразные изображения на выходе [5].

Модель Rebooting ACGAN имеет более сложную архитектуру. В основе лежит принцип генеративной-сопоставительной сети где одна модель (генератор) нацелена на создание изображения, неотличимого от оригинала, а вторая (классификатор) определяет было ли получено изображение из настоящего распределения или из сгенерированного первой моделью. Данный подход имеет ряд недостатков по сравнению с end-to-end. Например взрыв градиентов в классификаторе оказывал нежелательный эффект в начале обучения. Этот недостаток был исправлен разработчиками путем нормализации данных классификатора к единичной гиперсферы по формуле (1)

$$F(x_i)_{new} = \frac{F(x_i)}{\|F(x_i)\|} \quad (1)$$

Где  $F(x)$  – выход первых слоев классификатора

Используя функцию ошибки, основанную на схожести данных Data-to-Data Cross-Entropy Loss [2] вместо стандартной вида данные-класс softmax

cross-entropy loss можно добиться разнообразия сгенерированных изображений внутри одинаковых классов.

Модель Styleformer сохраняет архитектуру генеративно-сопоставительного подхода. Как известно слои-свертки хорошо справляются с отрисовкой локальных элементов изображений но плохо улавливают глобальные тренды. В данной модели разработчикам удалось заменить слои-свертки механизмом внимания что позволило сохранить качество генерации изображений при повышении размерности.

Сравнение моделей проводилось на популярных для сферы компьютерного зрения наборах данных. CIFAR-10 состоит из 60000 цветных изображений размера 32x32 пикселя каждое из которых относится к одному из 10 различных классов. Данный набор данных разделен на данные для обучения и валидации в размере 500000 и 10000 соответственно. Набор данных CelebA-HQ-256 состоит из 202599 изображений лиц в разрешении 256x256.

Метрика Fréchet inception distance [6] была выбрана как основная поскольку является объективной и, в отличие от предыдущей версии inception distance, оценивает не только распределения сгенерированных изображений, но и сравнивает его с распределением изображений, используемых при обучении нейронной сети.

Исходя из таблицы 1 видно, что наилучшим образом себя показывает модель LSGM. Можно сделать вывод что при необходимости генерировать небольшие изображения стоит использовать структуру encoder – decoder. Этот подход не только является оптимальным с точки зрения обучения, но и позволяет добиться наилучшего значения метрики.

ТАБЛИЦА 1. Значения метрики на наборе данных CIFAR-10

Модель	Значение метрики FID
LSGM	<b>2.10</b>
Rebooting ACGAN	2.26
Styleformer	2.82

Исходя из таблицы 2 видно, что механизм внимания действительно позволяет модели лучше находить глобальные зависимости и генерировать изображения в большем разрешении.

ТАБЛИЦА 2. Значения метрики на наборе данных CelebA

Модель	Значение метрики FID
LSGM	7.22
Styleformer	<b>3.66</b>

На рисунке 1 изображены примеры сгенерированных изображений моделью LSGM и моделью Styleformer обученных на наборе данных CIFAR-10.

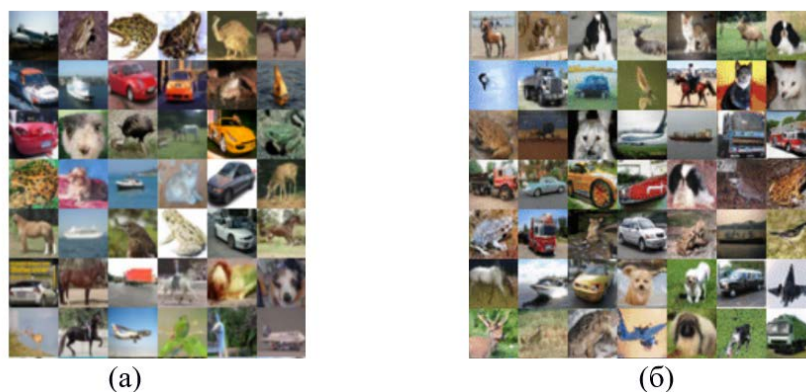


Рис. 1. а – результат модели LSGM. б – результат модели Styleformer

На рисунке 2 изображены примеры сгенерированных изображений моделью LSGM и моделью Styleformer обученных на наборе данных CelebA-HQ-256. На нем видно, что модель Styleformer смогла сгенерировать симметричные человеческие лица.

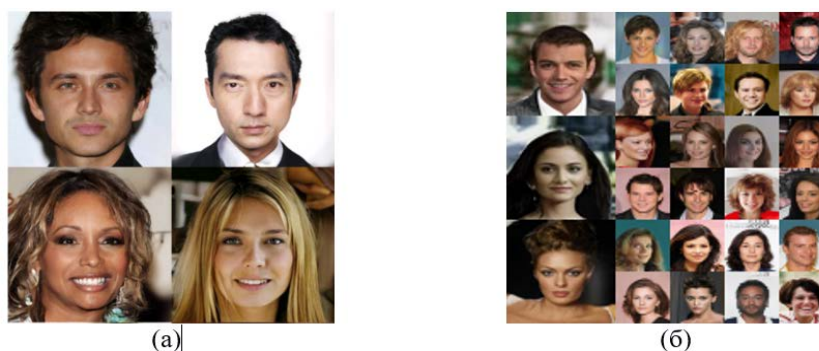


Рис. 2. а – результат модели LSGM. б – результат модели Styleformer

### *Выводы*

На данный момент автоэнкодеры по-прежнему показывают хорошие результаты в задаче генерации изображений. При повышении размера генерируемых изображений стоит включать в модель механизм внимания

### **Список используемых источников:**

1. Arash Vahdat, Karsten Kreis, Jan Kautz. Score-based Generative Modeling in Latent Space // материалы NeurIPS 2021г.
2. Kang, Minguk & Shim, Woohyeon, Cho, Minsu & Park, Jaesik. Rebooting ACGAN: Auxiliary Classifier GANs with Stable Training. // материалы NeurIPS 2021г
3. Park, Jeeseung, Kim, Younggeun. Styleformer: Transformer based Generative Adversarial Networks with Style Vector. // arXiv preprint arXiv: 2106.07023, 2021г
4. Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, Illia Polosukhin. Attention Is All You Need. // материалы NeurIPS 2017г.
5. Yang Song, Jascha Sohl-Dickstein, Diederik P Kingma, Abhishek Kumar, Stefano Ermon, and Ben Poole. Score-based generative modeling through stochastic differential equations // Материалы International Conference on Learning Representations, 2021г.
6. Backpropagating through Fréchet Inception Distance. Alexander Mathiasen, Frederik Hvilshøj. // arXiv preprint arXiv: 2009.14075, 2021г.

**Секция 3.3.**  
**Информационные технологии в дизайне**

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ СИСТЕМ С СЕТЕВЫМ ЭФФЕКТОМ

**А.О. Базуева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье исследованы паттерны проектирования интерфейсов крупных систем с сетевым эффектом. На основе исследования сформулированы основные принципы проектирования информационных системы, основанных по принципу сетевого эффекта.*

***сетевой эффект, технологии, рыночная конкуренция, интерфейс, пользователь, digital продукт, паттерны проектирования, система, приложение, профиль***

Конкуренция на рынке информационной digital продукции уже совершенно не похожа на обычную конкуренцию между компаниями. Рекомбинация лидеров происходит с головокружительной скоростью. Межфирменная конкуренция в сфере IT технологий характеризуется борьбой за контроль над технологиями, позволяющими в течение определенного периода извлекать научно-техническую ренту. Компании борются не только за выход на рынок, но и за удержание на нем. В последнее время ключом к стабилизации на рынке стал сетевой эффект.

Понятие «сетевые эффекты» в 1908 году в научный оборот ввел Теодор Вейл (Theodore Vail), который занимался изучением оптимизации и распространения телефонных услуг [1]. Сетевой эффект принимает значительную величину тогда, когда достигается определенное число пользователей информационного продукта (услуги), которое получило название «критической массы пользователей». После данной точки ценность, получаемая от использования информационного продукта (услуги), становится больше заплаченной за нее цены. Сетевой эффект может привести к улучшению опыта по мере того, как в нем участвует больше людей, но также может стимулировать новых участников, поскольку они стремятся извлечь выгоду из сети [2].

Сетевые эффекты можно найти в социальных сетях. Например, чем больше пользователей публикуют контент в Твиттере, такой как ссылки и медиа, тем более полезной для публики становится платформа. Сетевой эффект привел к экспоненциальному росту сетевых платформ, таких как Facebook, YouTube и Instagram [3].

Крупнейшие мировые компании заложили в основу своей концепции сетевой эффект, что позволяет им удерживаться в топе мировых компаний, а число пользователей данных систем растет с каждым днем, наделяя продукты еще большей ценностью.

Так как сетевой эффект является наиболее выгодной концепцией для digital продукта, стоит задуматься о том, как же разрабатывать данные

системы. Важно сформулировать основные принципы и особенности проектирования интерфейса подобных систем.

На данный момент информации о проектировании систем по принципу сетевого эффекта нигде нет. Поэтому в своем исследовании я обращусь к лучшим практикам проектирования интерфейса систем, основанных на сетевом эффекте, занявшим лидирующие позиции на рынке и удерживающим их по сей день.

Рассмотрим несколько крупных IT продуктов и определим их общие особенности в интерфейсе. Будем рассматривать следующие информационные системы:

- Facebook
- Uber
- YouTube
- YandexGo

При исследовании данных платформ было выявлено несколько схожих артефактов:

- Возможность добавления пользователя;
- Отображение накопленной пользователем ценности в системе;
- Наличие профиля;
- Наличие единообразных артефактов.
- Видимость других пользователей в сети

Рассмотрим каждый пункт более подробно и определим принципы при дальнейшей разработке системы с сетевым эффектом.

Основная идея любого продукта с сетевым эффектом направлена на то, чтобы привлечь как можно больше пользователей и дать им как можно больше ценности за счет их же числа. Поэтому первая особенность интерфейса подобной системы - возможность добавления пользователя. Добавление может быть «прямым» в качестве непосредственного функционала в системе. Например, такое можно встретить в приложениях с сетевым эффектом, где пользователю предлагают пригласить своего друга или контактное лицо. Добавляя знакомого в систему, пользователь осознает, что тем самым повышает ценность своего пребывания с ней.

Также добавление пользователя может быть нативным. Например, пользователю А необходимо заполнить информацию о себе, указав свое место работы и добавив коллегу. Добавление коллеги - необязательный шаг, но пользователь решает все же его добавить для подтверждения информации о своем месте работы. Таким образом система органически дает возможность пользователю А привлечь новых пользователей в систему.

Следующая особенность проектирования интерфейсов систем с сетевым эффектом - наглядное отображение накопленной ценности пользователей в системе. Так как при сетевом эффекте важно завлечь пользователя стать частью сети, следует явно и четко представлять всю информацию о нем и о тех действиях, которые он выполняет. Например, социальная сеть Facebook наглядно представляет всю информацию о пользователе, а также о действиях

пользователя в сети. Еще одним примером послужит такое приложение как Uber. В приложении есть рейтинг водителей и пассажиров. Данная информация также является накопленной ценностью, отображающейся явно на всех превью карточек.

Третья особенность – хорошо сформированный профиль участника сетевого эффекта. Любая система, работающая по принципу сетевого эффекта – это сеть, узлами которой в вебе являются определенные участники, такие как люди, рестораны, отели, машины и так далее. Чаще всего участники таких сетей имеют свой профиль. Наличие профиля – это одно из отличий системы с сетевым эффектом, от любой другой. При этом важно при проектировании профиля учесть особенности платформы и поставить их на первый план. Например, в приложении по поиску еды мы можем увидеть сформированные профили ресторанов и магазинов. В таких приложениях акцент на еде. Также, если посмотреть на профиль в Facebook, мы можем увидеть на профиле человека информацию о нем самом, так как в социальной сети акцент на знакомстве.

Помимо того, что профиль участника системы должен быть хорошо сформирован разработчиком интерфейса, можно также добавить возможность пользователю максимально информативно его наполнять. Также можно добавить пользователю возможность кастомизировать профиль.

Следующий принцип проектирования интерфейсов у систем с сетевым эффектом – приверженность к определенному паттерну дизайна артефактов системы. Все участники сетевого эффекта должны быть равны или близки в своих правах. Также допускаются противоположные роли, например в приложении по поиску такси. Соответственно следует одинаково представлять все артефакты в сети – всех участников. Стоит отметить, что не всегда при сетевом эффекте будет виден конечный пользователь. Например, поисковая система Google также использует принцип сетевого эффекта. При выдаче результатов поиска мы можем увидеть определенный паттерн в дизайне поисковых ответов. Другим примером может послужить YouTube. Профили всех пользователей одинаковы.

Еще одна особенность вытекает из опыта взаимодействия с системой. В момент пользования системы важно видеть других участников системы, понимать, что ты находишься в сети. Так, например в Facebook пользователь всегда видит рекомендации других людей или своих друзей. В приложении при выборе еды мы также находимся в изобилии вариантов, представленных другими пользователями. На YouTube пользователь также постоянно находится в «компании» блогеров. Важно учитывать, что данная особенность применима только к платформам с несколькими конечными пользователями в одной сети с непосредственным их взаимодействием. Например, к Google, такая концепция не применима.

Таким образом при проведении нашего исследования были выявлены основные особенности и сформулированы принципы проектирования



интерфейсов систем сетевым эффектом на примере лучших практик в сфере ИТ технологий.

**Список используемых источников:**

1. How Network Effects Rule the World [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://hbr.org/podcast/2021/10/how-network-effects-rule-the-world-with-james-carriger>, свободный. – Загл. с экрана.

2. How to Harness Network Effect to Grow Your Product [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://amplitude.com/blog/network-effect-product-growth>. – Загл. с экрана.

3. What Is the Network Effect? [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://www.investopedia.com/terms/n/network-effect.asp>, свободный. – Загл. с экрана.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫЕ ИНДУСТРИИ

**Е.В. Глотова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*С развитием технологий в области виртуальной и дополненной реальности все больше появляется необходимость анализа современных возможностей данных технологий.*

*В этом контексте данная статья нацелена на определение актуальности современных технологий и возможностей VR/AR, а также их развития в различных сферах жизни.*

***виртуальная реальность, дополненная реальность, виртуальные технологии, инновации, технологии, информация***

На сегодняшний день, одним из ключевых трендов, выделяемых в IT-индустрии, является развитие технологий дополненной и виртуальной реальности, усиливающее рост популярности в сегменте носимых устройств. Данные технологии представляют компаниям возможности для преобразования рабочих процессов, изменения подхода к работе с клиентами.

По определению, виртуальная реальность - это созданная компьютером трехмерная среда, с которой может взаимодействовать человек. Дополненная реальность, в свою очередь, обозначает все проекты, направленные на дополнение реальности любыми виртуальными элементами [1].

Основное отличие состоит в том, что виртуальная реальность проектирует новый искусственный мир, а дополненная - вносит отдельные искусственные элементы в восприятие реального мира.

Западные компании активно используют виртуальные технологии в бизнесе. Так, например, США и Китай являются ведущими инвесторами в VR и по прогнозам аналитиков к 2027 году объем рынка виртуальной реальности достигнет 92,31 миллиарда долларов. На сегодняшний день к основным игрокам на рынке VR относятся Sony, Samsung Electronics, Google, Microsoft, HTC и Oculus [2].

Заметный интерес к технологиям виртуальной и дополненной реальности замечен и у потребителей. По данным сервиса Google Trends прослеживается динамика популярности запросов информации о виртуальной реальности у пользователей с 10 баллов в 2012 году до 100 баллов в 2020 году (рис.1).

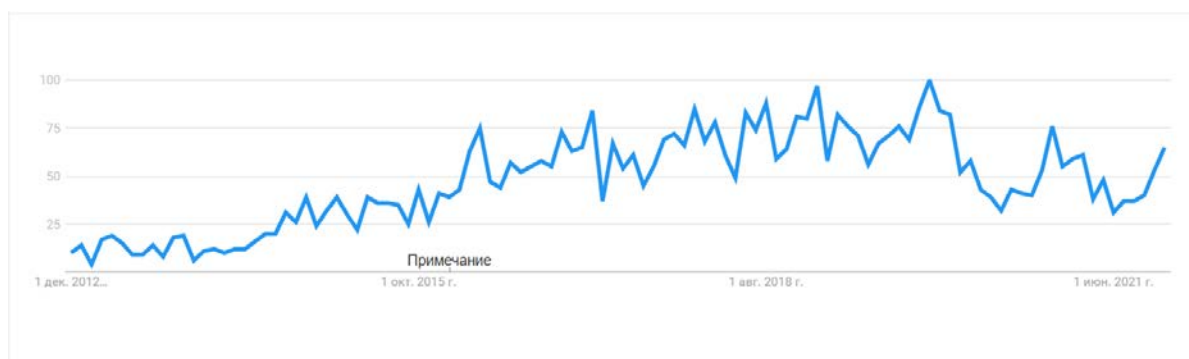


Рис. 1. График динамики популярности запроса виртуальных технологий

Рост популярности виртуальных технологий прежде всего связан с рывком в развитии, достигшим уровня, когда представления от данных технологий стали соответствовать их ожиданиям.

Одни из основных преимуществ VR-технологий:

- 1) заметное увеличение эффективности ИТ-инфраструктуры;
- 2) уменьшение затрат на эксплуатацию;
- 3) повышение эффективности работы приложений;
- 4) доступность серверов;

Эти преимущества дают возможность создавать повышать конкурентоспособность не только в сфере инноваций, но и в процессе использования информации, управления изменениями, финансами, человеческими ресурсами [3].

По данным сайта [www.statista.com](http://www.statista.com), объем продаж гарнитур виртуальной реальности к 2024 году превысит отметку в 34 миллиона.

В последние годы к использованию VR-технологий присоединились многие социальные и государственные сферы, одни из них:

#### 1. Сфера обучения

Благодаря применению виртуальных технологий, обучение становится более наглядным, так как появляется возможность использования виртуальных лабораторий, формирования умений и отработки навыков, а также демонстрации освоения и автоматизированного оценивания [4].

Обучение военнослужащих с помощью VR-технологий не менее эффективно. Это объясняется возможностью воссоздавать местность той области, на которой будут проводиться боевые действия, а также возможность имитировать внештатные ситуации, тщательно планировать военные маневры, путем моделирования целых военных компаний.

#### 2. Медицина

В сфере медицины VR-технологий активно внедряются в такие области, как: кардиология - с помощью VR технологий можно рассмотреть, как устроено сердце человека, вплоть до каждого клапана. В области психологии от эмоционально сложных состояний могут отвлечь виртуальные путешествия, виды на природу и животных.

Одна из аккредитованных программ обучения в области медицины - FundamentalVR. Она позволяет хирургам репетировать и улучшать свои

навыки с помощью симуляции дополненной реальности, которая включает тактильные элементы для взаимной обратной связи.

В 2020 году в Лондонском Госпитале была проведена операция по удалению раковой опухоли, при этом процесс транслировался в сеть с помощью очков виртуальной реальности Google Glass. 13 000 студентов-медиков смогли не просто наблюдать это в прямом эфире, но и задавать хирургу вопросы по ходу операции.

### 3. Туризм

Новая проблема туризма связана с невозможностью человека по причине карантинных мер отправиться в путешествие, но потребность в этом существует, поэтому в период карантина туристические компании сделали уникальное предложение — VR туры.

По данным GlobalWebIndex, 40% представителей поколения Z хотят использовать VR приложения для путешествий. С такой динамикой технология VR поможет вывести маркетинговые кампании сфере туризма на новый экономический уровень доходности [5].

Развитие специализированных виртуальных систем в сфере промышленности позволит сформировать универсальные мировые стандарты для строительной, нефтегазовой, добывающей отрасли и машиностроения.

Таким образом, проведен анализ возможностей технологий VR/AR в решении проблем передачи визуальной информации. Виртуальные возможности являются предпосылкой будущих организационных трансформаций, связанных с развитием новых конкурентных преимуществ. Несмотря на то, что виртуальные технологии берут свое начало в развлекательной индустрии, сегодня они уже начинают применяться и в других областях — образовании, здравоохранении, промышленности, психологии.

#### **Список используемых источников:**

1. Виртуальная реальность [Электронный ресурс] // Энциклопедия Кругосвет: Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия. URL: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/transport\\_i\\_svyaz/VIRTUALNAYA\\_REALNOST.html?page=0,0](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/transport_i_svyaz/VIRTUALNAYA_REALNOST.html?page=0,0) (дата обращения: 20.11.2021).

2. Бродецкий А. Искусственный интеллект, виртуальная реальность и история создания Facebook – главное из интервью Марка Цукерберга Die Welt [Электронный ресурс] // Электронный журнал Apparat. URL: <http://apparat.cc/network/zuckerberg-die-welt-interview/> (дата обращения: 20.11.2021).

3. Очкова Е. Пока что немногие готовы надеть на голову кастрюлю: эксперты о будущем рынка виртуальной реальности [Электронный ресурс] // vc.ru офиц. сайт. URL: <https://vc.ru/p/vr-future> (дата обращения: 21.11.2021).

4. Трушечкина А.Г. Технологии виртуальных реальностей. Основные особенности // Устойчивое развитие науки и образования. 2019. № 10. С. 159-162. (Дата обращения: 19.11.2021).

5. Microsoft HaloLens – дополненная реальность от Microsoft [Электронный ресурс] // IT News офиц. сайт. URL: <http://information-techno-logy.ru/news/6156-microsoft-hololens-dopolnennaya-realnost-ot-microsoft> (дата обращения: 20.11.2021).

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ЦВЕТОВ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА

**Е.В. Гунина, Д.Б. Рождественский**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье исследуются методы определения преобладающих цветовых тонов в изображении. Дается их краткое описание, а также демонстрация работы. Рассматривается возможность реализации данных методов в ресурсе, связанного с выставками, музеями и дизайнерскими мероприятиями. Выделяется наиболее подходящая технология определения преобладающих цветовых тонов. Рассматривается возможное развитие данной технологии, а также приводится ряд возможных языков для ее реализации.*

***цвет, тон, интерфейс, метод, изображение***

Цвет всегда был важным инструментом для художников, фотографов и дизайнеров, потому что он способен мгновенно вызывать определенные эмоции и ассоциации. В дизайне интерфейсов цвет тоже играет существенную роль, вызывая ассоциативные эмоции, а также влияя на восприятие содержимого.

Актуальность данной темы связана с необходимостью рассмотрения методов подбора цветов для реализации адаптивного интерфейса, который должен обладать возможностью подстраивать свою цветовую палитру согласно оттенкам, присутствующим в преобладающем большинстве контента. Внедрение данной технологии в ресурс, связанный с дизайнерскими или культурными выставками, добавит мероприятиям свой особенный стиль, соответствующий общему настроению обозреваемого события. Пользователь, загружая ряд изображений будет получать на выходе палитру цветов, которую в последствие сможет использовать для стилизации интерфейса, соответствующего необходимому настроению.

Функция определения преобладающих тонов в изображении может быть реализована различными методами (способам). В данном направлении можно выделить три наиболее подходящих, проверенных и практикуемых другими ресурсами.

Первым методом является метод *k*-средних для кластеризации цветов на изображении. Его идея заключается в минимизации суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от их центров. На первом этапе данного метода случайным образом происходит выборка начальных точек или же центров масс, после чего следует вычисление их принадлежности к тому или иному центру. На каждой последующей итерации выполнения

алгоритма осуществляется переычисление центров масс, которое продолжается до прекращения изменения внутрикластерного расстояния.

Визуализация работы данного алгоритма отображена на рисунке 1, где раскрашенные точки отображают цвет кластера, а черные – центры масс.

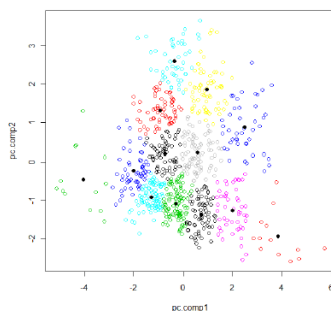


Рис. 1. Визуализация работы алгоритма метода k-средних

В применении к изображениям каждый пиксель позиционируется в трёхмерном пространстве RGB, где вычисляется расстояние до центров масс. Результат работы и выводимых цветов алгоритма представлены на рисунке 2 [1].

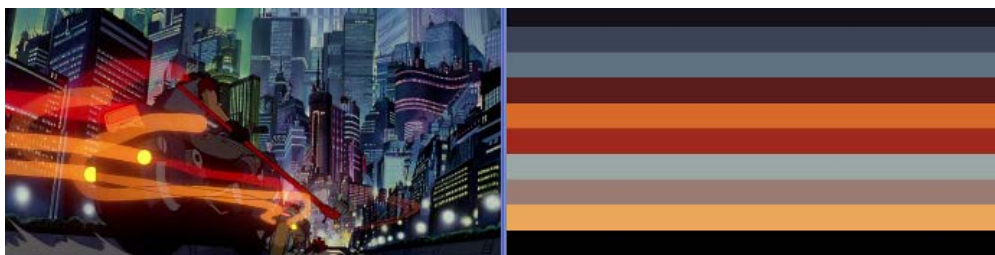


Рис. 2. Результат работы алгоритма метода k-средних

Вторым методом является использование конвертации изображения в цветовое пространство HSV. HSV — цветовая модель цилиндрической системы координат, в которой координатами цвета являются:

Нue – цветовой тон, (например, красный, зелёный или сине-голубой). Варьируется в пределах  $0 - 360^\circ$ , однако иногда приводится к диапазону  $0 - 100$  или  $0 - 1$ .

Saturation – насыщенность. Варьируется в пределах  $0 - 100$  или  $0 - 1$ . Чем больше этот параметр, тем «чище» цвет, поэтому этот параметр иногда называют чистотой цвета. А чем ближе этот параметр к нулю, тем ближе цвет к нейтральному серому.

Value (значение цвета) или Brightness – яркость. Также задаётся в пределах  $0 - 100$  и  $0 - 1$ .

После конвертации изображения происходит перебор всех пикселей изображения, а также последующее определение по значениям H, S, V принадлежности к определенному цвету. При этом, число таких пикселей

подсчитывается и усредняется. Результат работы данного алгоритма представлен на рисунке 3 [4].



Рис. 3. Результат работы алгоритма метода конвертации изображения в цветное пространство HSV

Третьим методом является идея исключения черных и белых оттенков из изначального изображения, а также использование метода конвертации изображения в цветное пространство HSL, которое также позволит сортировать цвета по светлоте. HSL также является цветовой моделью цилиндрической системой координат, но в отличие от модели HSV она использует показатель светлоты, а не яркости.

В данном варианте необходимо убрать из изображения белые, черные, а также прозрачные пиксели. Далее происходит конвертация в цветное пространство HSL. После чего выполняются действия, описанные во втором методе. Результаты работы данного способа представлены на рисунке 4 [2,3].



Рис. 4. Результат работы алгоритма метода конвертации изображения в цветное пространство HSL

Работая с каждым из методов нахождения доминирующих цветов необходимо подготавливать изображение, уменьшая его в размерах, для более быстрой обработки.

Реализация данных методов может быть осуществлена при помощи многих языков программирования. Самыми популярными из которых являются: PHP, Python, C#, C++, Java, Java-Script, HTML, CSS. Все они могут быть востребованы и использованы в зависимости от выбранной платформы, для которой планируется реализация ресурса с применением данной функции.

Сравнивая работу данных методов нахождения доминирующих цветов в изображении, в рамках возможной последующей реализации, можно выделить метод, наиболее подходящий для реализации адаптивного интерфейса с возможностью определения наиболее подходящего цвета. Главным недостатком первого метода является возможность разных

результатов при разных начальных значениях, также в восприятии цвета цветовая модель RGB проигрывает моделям HSV и HSL. Современные художники предпочитают использовать HSV, вместо других моделей, так как считают, что устройство HSV ближе к человеческому восприятию цветов. RGB и CMYK определяют цвет как комбинацию основных цветов (красного, зелёного и синего или жёлтого, пурпурного, бирюзового и чёрного соответственно), в то время как компоненты цвета в HSV отображают информацию о цвете в более привычной человеку форме: цветовой тон, насыщенность, яркость. Цветовое пространство HSL представляет цвет похожим и более интуитивно понятным образом, чем HSV. А также позволяет реализовать возможность сортировки цвета по светлоте, что может быть использовано для составления темных и светлых тем приложения [6].

Технология определения преобладающих цветовых тонов в изображении используется многими компаниями, такими как Windows и Google. Их элементы интерфейса способны подстраиваться под изображение, используемое на в качестве фона в их системах и сервисах. Идея внедрения данной технологии в приложение или сайт, связанный с выставками, музеями и мероприятиями дизайнерского направления, расширит возможности людей, работающих в данной сфере. Это позволит им создавать сопровождающий, информирующий ресурс с приятным интерфейсом, способным дополнить композицию, задуманную авторами изначально [5].

Результатом работы методов, рассмотренных в статье, является набор доминирующих тонов, присутствующих на изображении. Полученная палитра недостаточна для использования интерфейсе. В следствии чего данная технология нуждается в развитии и дополнении, которое осуществляется путем интеграции в данный метод алгоритмов, способных комбинировать цвета. Данный способ позволит предложить пользователю более разнообразный спектр цветовых решений, что расширит возможности оформления интерфейса, дав возможность подстроить его, согласно настроению проводимого мероприятия или выставки.

#### **Список используемых источников:**

1. Определение доминирующих тонов на изображении [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/post/136530/> (Дата обращения 12.11.2021)
2. Алгоритм подбора цвета [Электронный ресурс] – URL: <https://infogra.ru/design/ochen-prostoj-algoritm-podbora-tsveta-kotoryj-rabotaet> (Дата обращения 11.11.2021)
3. HSL. Цвет [Электронный ресурс] – URL: <http://webremeslo.ru/css3/glava4.html> (Дата обращения 12.11.2021)
4. Цветовое пространство HSV [Электронный ресурс] – URL: <https://robocraft.ru/blog/computervision/402.html> (Дата обращения 11.11.2021)
5. Цвет в интерфейсе: Прикладные основы [Электронный ресурс] – URL: <https://medium.com/usethics-doc/%D1%86%D0%B2%D0%B5%D1%82-%D0%B2-%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D>



0%B5-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B-7d4f978b65c (Дата обращения 10.11.2021)

6. Цветовые системы. История вопроса [Электронный ресурс] – URL: <https://natural-colours.livejournal.com/35075.html> (Дата обращения 13.11.2021)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ AR-ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

**А.Р. Гутман**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье исследуется применение технологии дополненной реальности в дополнительном образовании. Выявляются достоинства и недостатки данной системы, а также рассматриваются формы и методы применения.*

***дополненная реальность, AR-технологии, образование, образовательные материалы***

В настоящее время, в связи с тенденцией, направленной на цифровизацию образования, актуализируется потребность на использование современных передовых технологий для проведения обучающих занятий, которые должны повлиять на повышение познавательного уровня. Широкое использование гаджетов детьми и подростками задает тренд на внедрение их в образовательный процесс, а также расширяет возможности подачи материала и информации. Для этого используется совокупность графической, текстовой и звуковой информации, что позволяет использовать все сенсорные каналы восприятия информации. Количество людей со смешанным типом восприятия информации преобладает над другими [1], поэтому визуальная часть, привязанная к теме занятия может повысить его эффективность более, чем на 40%, а добавление анимации еще на 20%.

Также благодаря современным информационным технологиям в образовательном процессе можно выделить следующие положительные изменения:

- процесс обмена информацией становится проще и доступнее для всех сторон образовательного процесса;
- восприятие материала улучшается, так как переходит на более понятный для обучающихся язык;
- увеличивается вовлеченность в образовательный процесс.

На рынке современных информационных продуктов существует большое число технологических новшеств, которые позволяют информатизировать образовательный процесс. К ним относится использование интернет-платформ, дополненной и виртуальной реальности, образовательных игр и многое другое. В данной статье нами рассмотрен не самый популярный, но при этом многообещающий способ – дополненная реальность.

Анализ литературных источников и электронных ресурсов свидетельствует, что использование AR-технологий в современном образовании в последние годы активно развивается. Так как дополненная

реальность позволяет создать среду, которая воспринимается человеком через органы ощущения. Фактически, AR позволяет смоделировать комфортные условия для получения новых знаний, а особенно — для обучения детей, подростков и молодежи. За обучающегося никто не размышляет, он сам переосмысливает всю воспринимаемую информацию. Именно VR и AR позволяют решить проблему «чистоты» новых знаний и информации в процессе обучения [2].

Для выявления положительных и негативных сторон, методов и форм использования дополненной реальности в образовании, необходимо отметить определение данного понятия. Сегодня, дополненную реальность можно рассматривать как среду с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств [3]. То есть, другими словами, каждый из обучающихся в ходе образовательного процесса может изучить тему не просто в теоретическом плане, прослушав информацию от своего педагога, но и увидеть ее в физическом виде, что увеличивает интерес и привлекательность к предмету. Например, на уроке истории, обучающиеся при помощи AR-технологий могут увидеть на карте, как происходила какая-либо битва, на географии распределить природные ископаемые по карте, на геометрии рассмотреть с различных сторон пространственные стереометрические фигуры, а при изучении анатомии рассмотреть расположение внутренних органов человека. Также существует возможность использования в образовании не только на самих уроках, но и вне их. Но применение дополненной реальности в основном образовании на данный момент не находится в стадии активного развития, чего не скажешь о дополнительном образовании детей.

На сегодняшний день в большинстве инновационных учреждений технического дополнительного образования происходит активное использование AR-технологий, в связи с большим финансированием, чем основное образование, а также более широким кругом возможностей использования и наличием квалифицированных инженеров-педагогов. К данным учреждениям по Российской Федерации относятся детские технопарки «Кванториум», «Точки роста», «IT-кубы», «Академии цифровых технологий» и ряд подобных учреждений. В них дополненная реальность не только задействуется в образовательном процессе для изучения материала, но и происходит обучение детей тому, как пользоваться данной информационной системой.

В рассмотренных выше учреждениях дополненная реальность применяется для изучения робототехники, автоиндустрии, создания приложения, а также при активном внедрении AR-технологий обучающийся может при помощи QR-кода дополненной реальности подписать свои образовательные материалы, что при использовании смартфона выведет на экран информацию о нем, а также подготовить план занятий.

Дополненная реальность создает новый вид подачи информации, который не только выглядит привлекательнее, но и может содержать в себе большой объем информации всего-то в нескольких картинах, также следует подчеркнуть, что она развивает пространственное мышление, креативность и способствует гармоничному развитию личности.

Но при изучении возможностей AR-технологий в дополнительном образовании были выявлены не только положительные, но негативные стороны [4]. К ним относятся следующее (Таблица 1):

ТАБЛИЦА 1. Перечень достоинств и недостатков дополненной реальности

Достоинства	Недостатки
Повышение интереса к изучаемому материалу	Необходимость изучения специальных приложений
Повышение мотивации к образовательной деятельности	Необходимость наличия технических средств
Интерактивность обучения	Отсутствие единой образовательной программы при использовании дополненной реальности
Повышение удовлетворенности обучающегося образовательным процессом	Потеря времени при изучении материала, в связи с изучением программного обеспечения дополненной реальности
Изучение материала при помощи визуального образа	Возможная слабая подготовка педагогического состава

Таким образом, следует отметить, что использование AR-технологий в дополнительном образовании находится на активной стадии развития, но при этом не все учреждения еще готовы к внедрению данной технологии. Для решения этой проблемы необходимы квалифицированные кадровые работники, создание единой образовательной программы с внедрением дополненной реальности, а также приобретение нового материально-технического обеспечения.

#### Список используемых источников:

1. Лобашев В. Д. Некоторые особенности процесса восприятия учебной информации //Наука и школа. – 2010. – №. 1.
2. Технологии AR и VR в образовании [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/435996/> (Дата обращения 13.11.2021)
3. Кравченко Ю. А., Лежебоков А. А., Пашенко С. В. Особенности использования технологии дополненной реальности для поддержки образовательных процессов //Открытое образование. – 2014. – №. 3.
4. Таран В. Н. Применение дополненной реальности в обучении //Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – №. 60-2.

## СОЗДАНИЕ VR-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ РАБОТЫ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ UNITY

**Р.А. Зубин, А.А. Шиян**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире виртуальная реальность стремительно набирает популярность. Разработчикам нужен обучающий материал по разработке приложений виртуальной реальности. В статье рассмотрено взаимодействие среды разработки Unity и модуля SteamVR.*

### *Unity, SteamVR, разработка, обучение, виртуальная реальность*

В настоящее время виртуальная реальность стремительно набирает популярность. Устройства виртуальной реальности становятся гораздо доступнее чем несколько лет назад. На данный момент Facebook лидирует по количеству проданных VR-устройств за счет качества и дешевизны своей платформы [1].

Создаётся много VR-приложений с различными целями и задачами. Создаются игры, социальные сети, а также приложения для обучения. После обучения в виртуальной реальности обучаемые показывали лучшие результаты относительно других методов обучения. Также обучение в виртуальной реальности вызывает меньше негативных эмоций у обучаемого, по сравнению с обучением по текстовому и видео материалам, то есть обучаемый показывает большую заинтересованность в данном ему материале [2].

Unity - это одна из самых популярных межплатформенных сред разработки, используемой для создания VR-приложений. Одно из главных достоинств Unity – это кроссплатформенность. Движок поддерживает все основные операционные системы для настольных компьютеров: Windows, MacOS и Linux [3]. Unity поддерживает язык C#, а также имеется возможность подключить модуль, который позволяет программировать объекты посредством визуального программирования, то есть без написания программного кода.

Также для разработки потребуется модуль платформы SteamVR. Модуль SteamVR выбран, поскольку он поддерживает большое количество систем виртуальной реальности [4]. Таким образом, вне зависимости от того, какая у пользователя система виртуальной реальности, он сможет воспользоваться разрабатываемым приложением.

Но, к сожалению, русскоязычного материала на эту тему мало. Цель данной статьи – показать на примере основы создания простого проекта Unity, использующего SteamVR. Все файлы проекта и его код можно скачать

на Github [5] и при необходимости их можно свободно использовать в собственном проекте.

В первую очередь необходимо добавить в проект модуль SteamVR. Скачать его можно с Github [4] или с Unity Asset Store [6]. Рекомендуется именно второй вариант, так как он удобнее и проще. Также необходимо скачать SteamVR из онлайн-сервиса цифрового распространения ПО Steam. При импортировании пакета появится окно первоначальной конфигурации SteamVR. Рекомендуется нажать «Accept All», чтобы принять настройки по умолчанию, однако при желании их можно изменить.

Далее, при условии, что пакет импортировался правильно, если перетянуть на сцену объект «CameraRig» из папки «SteamVR/Prefabs» и запустить проект, то можно уже проверить работу шлема виртуальной реальности. По виртуальному пространству можно будет ходить, однако взаимодействовать с окружением пока что не получится.

Для работы взаимодействий потребуется настроить параметры ввода. Для этого в верхнем меню нужно нажать на пункт «Window» и выбрать «SteamVR Input». Откроется окно, которое спрашивает, хочет ли пользователь использовать настройки ввода по умолчанию. Рекомендуется нажать «Да».

Окно «SteamVR Input» (представлено на рисунке 1) содержит все доступные наборы действий.

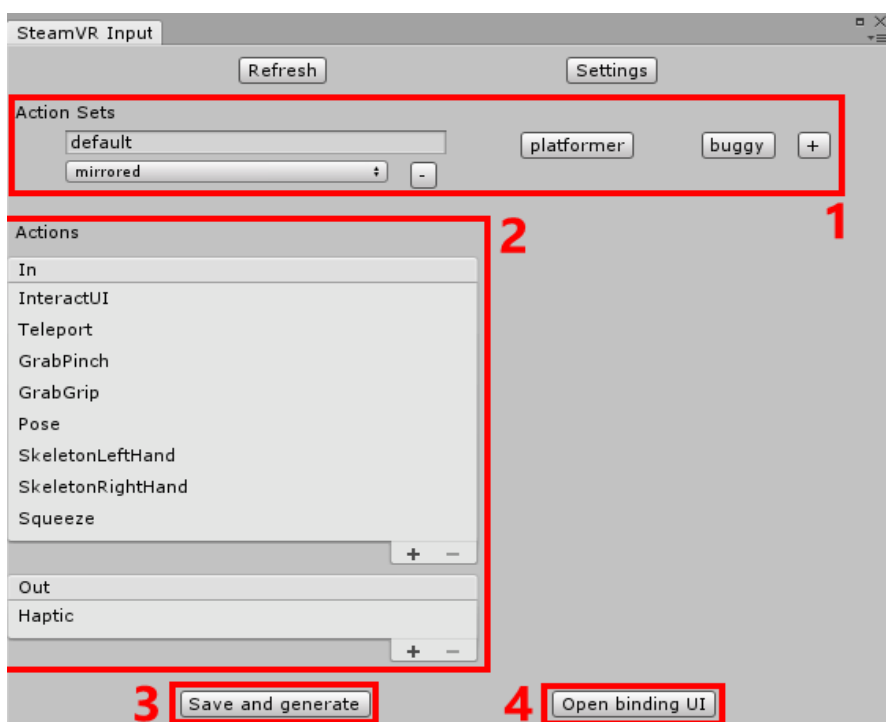


Рис. 1. – Окно «SteamVR Input»

Под номером 1 выделен «набор действий»: кнопки позволяют переключаться между наборами. Под номером 2 представлены действия из набора; здесь их можно добавлять, редактировать и удалять. Под номером 3 выделена кнопка «Сохранить и сгенерировать», которая сохраняет настройки

ввода и генерирует множество вспомогательных классов для быстрого доступа к действиям. Под номером 4 выделена кнопка «Открыть интерфейс привязки», которая открывает локально размещенную веб-страницу, позволяющая привязать действия к оборудованию.

После настройки кнопок ввода можно приступить к настройке взаимодействия с миром. На рисунке 2 представлен пример настройки одного из контроллеров.

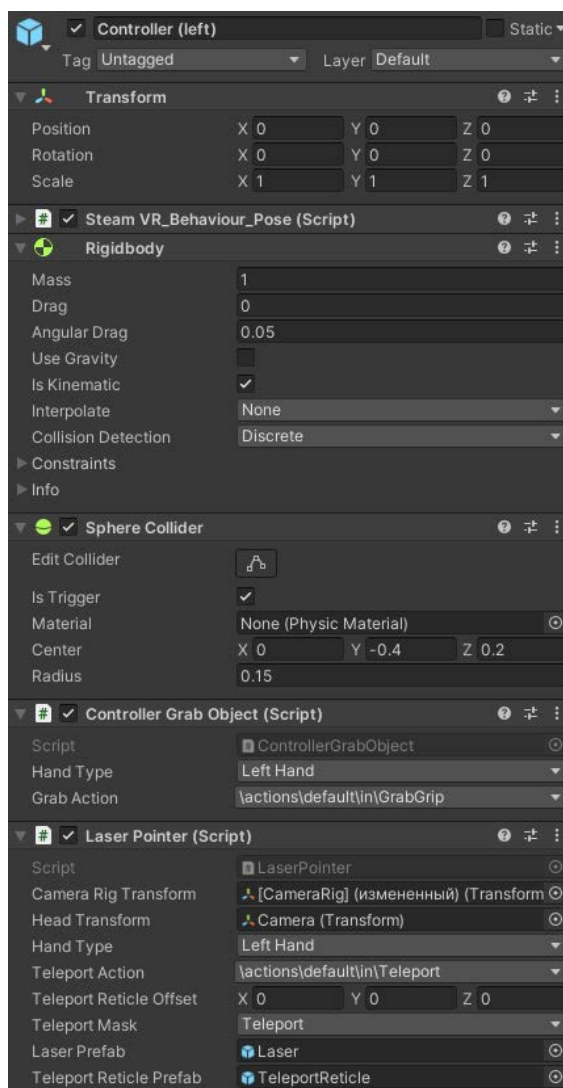


Рис. 2. – Пример настройки контроллера

Для настройки контроллеров, внутри объекта «*CameraRig*» к обоим контроллерам нужно прикрепить компоненты «*Rigidbody*», «*Sphere Collider*» и «*Controller Grab Object*». Первый и второй являются встроенными в Unity компонентами, а третий можно скачать из проекта на Github [5] по пути «*Assets/Scripts/RW*». Также необходимо настроить эти компоненты: «*Rigidbody*» нужно присвоить свойство «*Is Kinematic*» и убрать свойство «*Use Gravity*». Компоненту «*Sphere Collider*» нужно присвоить свойство «*Is Trigger*». Компонент «*Controller Grab Object*» нужно настроить в соответствии с кнопками ввода. Теперь контроллеры можно использовать

для взаимодействия с окружением. Всем объектам, с которыми можно будет взаимодействовать, необходим компонент «*Rigidbody*» и любой компонент типа «*Collider*».

Также игроку нужно дать возможность передвигаться по виртуальному миру. Используется два вида передвижения: игрок может указать точку в пространстве и мгновенно в нее переместиться или игрок может плавно передвигаться, как бы «скользя» по миру. Если разрабатываемое приложение этого не требует, то гораздо предпочтительней первый вариант, так как плавное передвижение может вызывать у большого количества пользователей сильный дискомфорт и даже морскую болезнь [7].

В проекте-примере используется только вариант с мгновенным перемещением. Для его настройки нужно добавить на контроллеры компонент «*Laser Pointer*» и также настроить на нем вводы и дать ссылки на необходимые объекты. Найти этот компонент можно по пути «*Assets/Scripts/RW*».

Таким образом, в статье были рассмотрены методы создания простого VR-проекта, а также этапы настройки взаимодействия пользователя с виртуальным пространством. Исходный код проекта, а также все его файлы доступны на Github [5] под лицензией MIT [8].

#### **Список используемых источников:**

1. Facebook лидирует на рынке VR-шлемов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20210630005150/en/Facebook-Leads-the-VR-Headset-Market-in-Q1-2021-But-Theres-Plenty-of-Room-for-Others-According-to-IDC>
2. Девон Олкоат, Обучение в виртуальной реальности: Эффекты на эффективность, эмоции и заинтересованность [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/329292469\\_Learning\\_in\\_virtual\\_reality\\_Effects\\_on\\_performance\\_emotion\\_and\\_engagement](https://www.researchgate.net/publication/329292469_Learning_in_virtual_reality_Effects_on_performance_emotion_and_engagement) (дата обращения: 24.11.2020)
3. Игровой движок Unity [Электронный ресурс]. – URL: <https://unity.com/> (дата обращения: 24.11.2020)
4. SteamVR Unity Plugin [Электронный ресурс]. – URL: [https://valvesoftware.github.io/steamvr\\_unity\\_plugin/api/index.html](https://valvesoftware.github.io/steamvr_unity_plugin/api/index.html) (дата обращения: 24.11.2020)
5. Исходный код проекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/utkabulka/vr-example-pkm2021>
6. Unity Asset Store [Электронный ресурс]. – URL: <https://assetstore.unity.com>
7. Болезнь движения в VR [Электронный ресурс]. – URL: <https://virtualspeech.com/blog/motion-sickness-vr>



## АНАЛИЗ ПРИЛОЖЕНИЙ С ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА В ПОМЕЩЕНИИ

**Р.С. Иванов, Т.В.-К. Мусаева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Дополненная и виртуальная реальность с каждым годом находят всё больше применения в реальной жизни. AR — это наложение компьютерных изображений поверх реальных, которое создает комплексную картинку и тем самым дополняет реальный мир. VR — созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие.*

*дополненная реальность, виртуальная реальность, augmented reality, virtual reality*

У популярного центра для домашних дизайнеров Houzz, есть приложение с дополненной реальностью. Загружая фотографии и просматривая товары из различных магазинов, вы можете просматривать некоторые из них в своём окружении.

Можно выбрать интересующий элемент и коснуться “Посмотреть в моей комнате”. Это позволит увидеть стул или зеркало в том месте, которое вы хотите заполнить. Вы можете сфотографировать различные настройки и вернуться к ним позже.

Сбор визуальных представлений ваших идей означает, что вы затем можете сравнить их друг с другом и выбрать наиболее привлекательный дизайн. К сожалению, механика инструмента AR от Houzz требует некоторого маневрирования, чтобы все элементы отображались прямо на экране.

Тем не менее, что касается приложений для дизайна интерьера AR, это удобная функция, не говоря уже о универсальности. Широкий выбор продуктов и брендов также означает, что можно найти практически все, что нужно для планирования своего проекта, и купить это на месте.

Еще один розничный торговец, который присоединился к тенденции приложений для дизайна интерьера на основе AR Home Depot. Это высокопроизводительный бренд, благодаря которому программное обеспечение значительно улучшает пользовательский интерфейс.

Несмотря на то, что механики следуют тому же процессу выбора продукта и направления телефона в комнату, общая производительность просто более плавная. Обратной стороной является то, что функция AR поддерживает только некоторые товары в каталоге продавца, поэтому есть еще возможности для улучшения.

По мере совершенствования дополненной реальности будет расти и объем возможностей приложения Home Depot. Однако его существующая основа прочна и обещает отличные вещи с точки зрения ассортимента продукции, эффективности и удобства мобильной платформы.

Приложение goom на Android позволяет размещать один объект из списка на поверхности, настраивать его положение и размер. На некоторых предметах можно настраивать текстуру. Из минусов в приложении нужно переключаться с AR на выбор объекта для размещения, что сбивает детекцию поверхности [1].

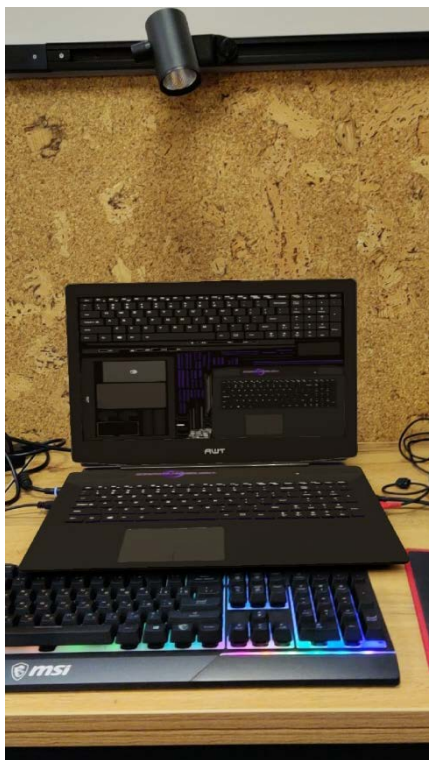


Рис. 1. Размещённый объект в приложении goom.

Приложение PlaceFurnitureAR позволяет размещать несколько объектов из списка, перемещать, вращать и изменять размеры. Из минусов нельзя сохранить или сфотографировать полученный интерьер.



Рис. 2. Пример размещения объектов в PlaceFurnitureAR.

NVIDIA Holodeck является не только средство для совместной работы в виртуальной реальности, но и полноценный инструмент для 3D-дизайна. Поддерживает импорт моделей из профессиональных программ Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya и SOLIDWORKS Visualize.

Программа находится на стадии разработки и работает в режиме раннего доступа. Ограничения сервиса могут быть связаны только с вычислительной мощностью компьютера. Поэтому участвовать в сессии может любое количество человек и объем данных облачного хранилища не ограничен.

Sketchbox совместим со стандартными форматами 3D-графики, такими как OBJ или GLTF. Работы можно экспортировать в FBX для использования в Unity или Unreal.

Кроме того, интеграция позволяет пользователю автоматически перемещать информацию между Sketchbox и другими приложениями. Например, импортировать работы из Google Poly, или Revit и Navisworks.

Большинство приложений не позволяет сделать полноценное рабочее пространство и посмотреть, как оно будет выглядеть и функционировать. А также не позволяют сохранять и передавать проекты.

**Список используемых источников:**

1. Статья “Дополненная реальность на рынке дизайна интерьера: возможности, преимущества, перспективы”, 2021 г.
2. Статья “Обзор приложений для дизайна и совместной работы в VR и AR”, 2020 г.

## МОДЕЛЬ И ПРИНЦИПЫ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ НА ОСНОВЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Н.А. Колосков, С.В. Махортов, А.В. Федорова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются вопросы, связанные со спецификой обучения учащихся дисциплинам, базирующимся на 3D-технологиях в системе дополнительного образования. Выявляются причины популярности обучению 3D-технологиям. Рассматриваются этапы изучения 3D, предлагается модель обучения. Описываются основные подходы к обучению как непосредственно 3D-моделированию, так и дисциплинам, связанным с этой технологией. Обосновывается применение 3D-печати. В рамках указанной тематики приводятся некоторые положения концепции дополнительного образования детей. Делаются выводы о высоком потенциале рассматриваемых технологий.*

**3D-технологии, моделирование, трехмерное моделирование, технологии, 3D-печать**

В настоящее время в связи с развитием уровня технологий появляется спрос на более сложное творчество, а также появляются совершенно новые отрасли в производстве. Это создает спрос в дополнительном образовании на обучение новым технологиям тех, кто раньше с ними не сталкивался.

Развитие 3D-индустрии способствует появлению спроса на высококвалифицированных работников, что приводит к повышению уровня образования среди населения страны, а это в свою очередь один из факторов роста экономики [1].

В Российской Федерации приоритетным направлением развития науки, техники и технологий признана робототехника, а компьютерное моделирование отнесено к критически важным направлениям [2]. Это является одной из причин все большей востребованности изучения 3D-моделирования в центрах дополнительного образования.

Такие направления, как 3D-моделирование и 3D-печать являются одними из основных составных частей такой области как 3D-технологии. На изучение этих двух основ технологии и делается упор в образовательных учреждениях. С помощью моделирования в специализированных программах создаются трехмерные модели, с которыми можно взаимодействовать, а в дальнейшем их можно печатать на 3D-принтерах.

Перед тем, как начать обучение учащихся 3D-моделированию, педагог, как правило, обращает внимание на уровень их компьютерной грамотности. Это помогает скорректировать способы подачи материала так, чтобы учащиеся овладевали навыками 3D-моделирования на основе базовых навыков работы с компьютером.

Обучение моделированию можно разбить на несколько этапов. На первом этапе дается начальная теория: объясняется концепция 3D графики и где она применяется. Второй этап – знакомство с программой моделирования. Это изучение её интерфейса, понимания логики работы в программе, работа с «горячими клавишами». Третий этап — это практика в программе и работа с простыми 3D объектами. На четвертом этапе происходит обучение новой и сложной теории и аспектам моделирования. И дальше третий и четвертый этап многократно повторяются, пока идет процесс изучения моделирования. Схематично этапы процесса обучения 3D-моделированию в сфере дополнительного образования изображены на рисунке 1.

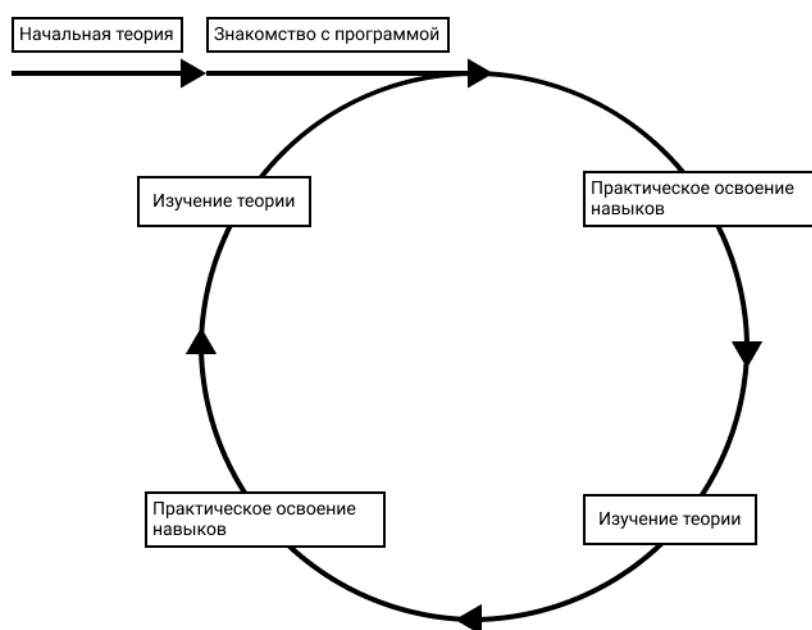


Рис. 1. Этапы изучения 3D моделирования в сфере дополнительного образования

Применение этой модели в процессе цикла позволяет эффективно обучаться моделированию, как раз в тех случаях, когда важно закреплять теорию на практике. При объяснении новой теории на практических занятиях рекомендуется применять сочетание мини-лекции и компьютерного практикума [3].

Для более эффективного усвоения навыков моделирования учащимся предлагается несколько вариантов небольших проектов, которые могут занять несколько занятий. При выполнении поэтапно этих проектов ученики смогут более эффективно запомнить всю теорию и закрепить навыки моделирования.

Для дальнейшей работы с 3D-технологиями учащиеся изучают 3D-печать. Сначала изучается подготовка моделей к самой печати, а потом уже пробуются первая печать несложных объектов на принтере.

Мотивация – один из важнейших факторов успешности в освоении предмета. Понимая личную мотивацию и заинтересованность учеников, педагог дополнительного образования может лучше понимать, какие

упражнения и задания будут более интересны для учеников, а, значит, степень усвоения материала будет выше. Так как 3D-технологии применяются в широком спектре сферы деятельности человека, педагог может предлагать учащимся задания, связанные с интересующей их сферой.

В Концепции дополнительного образования детей, подобная адаптивность и вариативность - одно из преимуществ дополнительного образования [4]. Также в Концепции указаны и другие преимущества дополнительного образования:

- Свободный личностный выбор деятельности, определяющей индивидуальное развитие человека;
- Вариативность содержания и форм организации образовательного процесса;
- Доступность глобального знания и информации для каждого;
- Адаптивность к возникающим изменениям.

Гибкость обучения в дополнительном образовании позволяет создавать совместные проекты с другими направлениями, например, сочетание 3D-моделирование с робототехникой и так далее. Это не только благотворно влияет на изучение материала и понимание специфики программ, но учит детей командной работе и навыку социализации.

Дополнительное образование в сфере 3D-моделирования и 3D-печати имеет очень высокий потенциал, служащий развитию общества в научной, экономической, культурной, технической и технологической областях. Структурированный и осмысленный подход к обучению 3D-моделированию позволит учащемуся освоить как прикладной навык владения программой, так и навыки в композиции, специфику командного взаимодействия, развить фантазию и чувство эстетики.

#### **Список используемых источников:**

1. Коровникова Н.А. Образование и экономический рост // Социальные и гуманитарные науки: Отечественная и зарубежная литература. Сер. 2, Экономика: РЖ / РАН. ИНИОН. Центр социал. научн.-информ. исслед. Отд. экономики. М., 2019. № 3. С. 7–13.
2. Указ Президента Российской Федерации от 16.12.2015 г. N 623 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации»
3. Смирнов А.А. Встроенные языки прикладных экономических систем // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 2-1 (63). С. 135—137.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р

## МЕТОДИКА ПО РАЗРАБОТКЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В СТИЛЕ MATERIAL YOU

**П.О. Кольцов, Т.В. Мусаева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены основные свойства и принципы интерфейса мобильных приложений. Представлен новый визуальный язык Material You в дизайне мобильных приложений. Сформулирована методика по разработке интерфейса приложений для обучения под ОС Android 12. Результаты работы могут быть использованы при разработке интерактивных приложений под данную версию операционной системы, а также при адаптации уже разработанных приложений используя сформулированные принципы.*

*material you, методические рекомендации, мобильные приложения, android, разработка, обучение*

Одним из важнейших этапов создания мобильного приложения под ОС Android является разработка пользовательского интерфейса. Интерфейс современных мобильных приложений должен обладать рядом свойств:

- уникальность – мобильное приложение должно соответствовать корпоративному стилю разрабатываемого продукта;
- масштабируемость – все элементы интерфейса приложения обязательно должны находиться в специально отведенных для них местах (на устройствах с разной диагональю экрана интерфейс должен выглядеть идентично);
- интуитивно понятный дизайн – элементы интерфейса должны быть расположены логично и понятно для пользователя.

В соответствии с обозначенными свойствами можно выделить такой язык дизайна как Material Design. Он был разработан для унификации интерфейсов приложений для операционной системы Android в 2014 году [1]. Весной 2021 года компания Google Inc. на своей ежегодной презентации Google I/O представила новый язык дизайна – Material You [2]. Компания заявила, что новый язык дизайна сочетает в себе эмоции и выразительность.

На сегодняшний день разработчики отдают предпочтение своим собственным языкам, игнорируя принципы компании Google. По статистике каждое пятое приложение имеет свой собственный язык. Определяющим фактором при выборе языка дизайна является наличие документации и методик, которые позволяют ускорить разработку продукта. Material You не имеет официальной документации и методик, которые позволили бы проектировать интерфейсы в соответствии с поставленными принципами. В

связи с этим возникают трудности при разработке или адаптации приложений под новую ОС Android 12. Определенных методик не существует и для проектирования интерфейсов интерактивных приложений для обучения. Отсюда возникает необходимость сформировать методику по разработке интерфейса интерактивных приложений для обучения под данную версию операционной системы.

Главными принципами концепции Material Design являются:

– многослойность – все элементы интерфейса должны быть логично расположены друг над другом и отбрасывать тени, в зависимости от их «высоты». Многослойность необходима для того, чтобы продемонстрировать пользователю правила и принципы взаимодействия с приложением, анатомию интерфейса;

– осмысленная анимация – должна быть реализована как информационное правило для конечного пользователя, которое показывает взаимодействие элементов интерфейса с пользователем и друг с другом, их иерархию, происхождение и т. д. [3].

– адаптивный дизайн – реализуется с помощью модульных сеток, направляющих, фиксированных отступов и блочного дизайна. Все это способствует корректному отображению интерфейса на устройствах с различными диагоналями экранов [4].

Исходя из материалов презентации компании Google можно выделить 3 принципа новой концепции дизайна приложений Material You:

– пользовательские динамические цвета (UGS) – пользователи смогут выбирать индивидуальные схемы в зависимости от выбранных обоев и других настроек (рисунок 1);

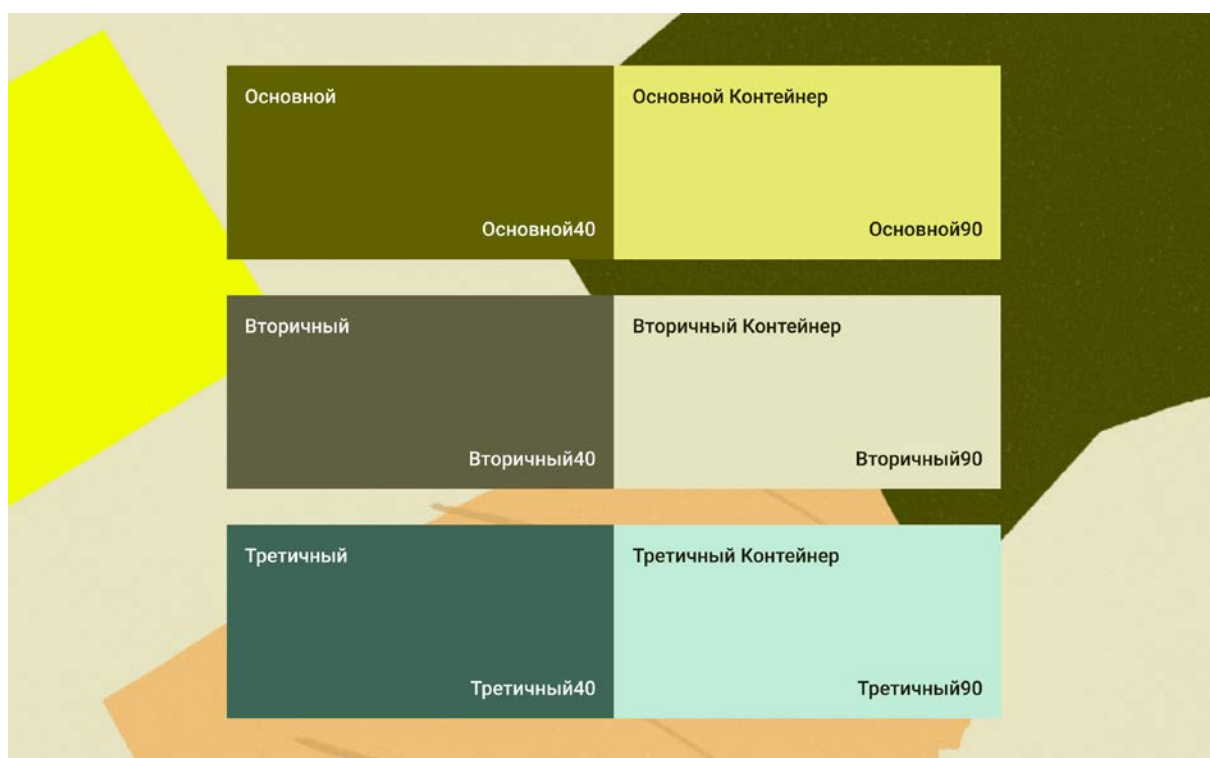


Рис. 3. Пользовательские динамические цвета



– области макета – включают в себя 3 основных – панель приложений, панель навигации и основная область, все элементы группируются строго по данным областям (рисунок 2);

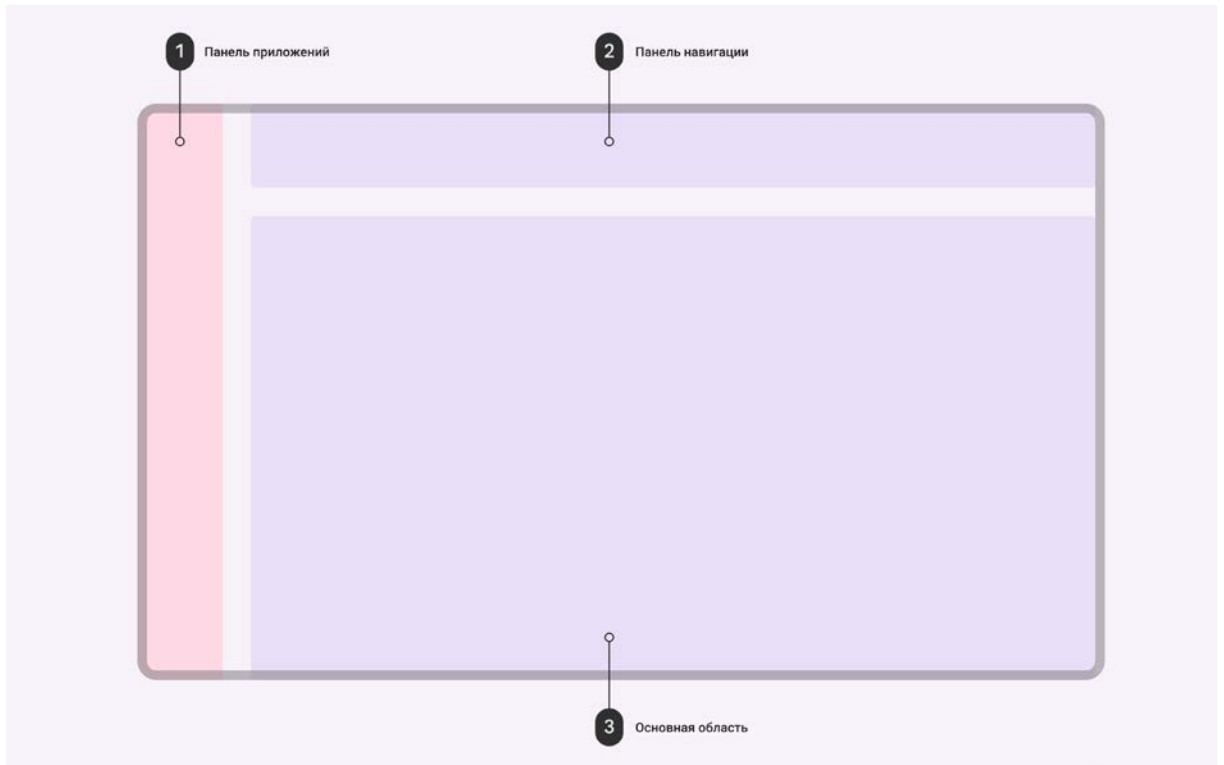


Рис. 2. Области макета

– адаптивная шкала шрифтов (ATS) – позволяет упростить работу по масштабированию контента в зависимости от используемого устройства (рисунок 3).

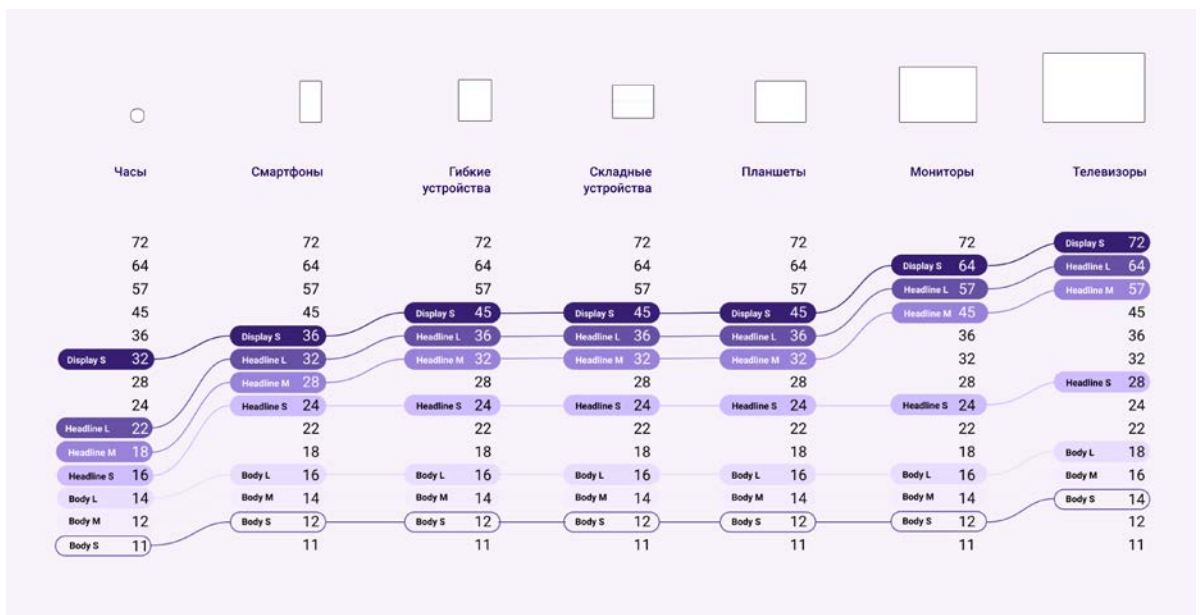


Рис. 3. Адаптивная шкала шрифтов

Помимо вышеперечисленных принципов, в приложениях для обучения очень важно уделить внимание размеру элементов, т.к. зачастую пользователю необходимо взаимодействовать с ним (например, выбрать ответ в тесте). Немаловажным является внедрение геймификации (например, иллюстрации, рейтинги в виде таблиц, а также достижения в виде значков) для увеличения продаж, удержания клиентов, повышения лояльности сотрудников и созданию максимальной вовлеченности. Геймификация помогает привить интерес к обучению как у детей, так и у взрослых. Это универсальный метод, который подходит для всех возрастов.

В совокупности используя вышеперечисленные принципы и рекомендации разработчику открываются возможности:

- адаптировать уже существующий проект под новую версию ОС;
- цветовые маркеры позволят цветовой схеме приложения адаптироваться под выбранные пользователем обои;
- шкала шрифтов в зависимости от размера экрана позволит приложению автоматически выбирать необходимый размер для заголовков, меток и основного текста;
- области макета позволят сгруппировать элементы и компоненты, выполняющие схожие функции;
- за счет использования адаптивных классов охватить большую аудиторию;
- используя элементы геймификации удерживать и мотивировать пользователей.

#### **Список используемых источников:**

1. Все о материальном дизайне // Оди – графический дизайн. URL: <https://awdee.ru/material-design-full-guide/> (дата обращения: 05.11.2021).
2. Unveiling Material You [Электронный ресурс] // Material Design. URL: <https://material.io/blog/announcing-material-you> (дата обращения: 09.11.2021).
3. Material Design – полноценная дизайн-система // VC.ru – интернет издание о технологиях. URL: <https://vc.ru/design/37728-teper-material-design-polnocennaya-dizayn-sistema> (дата обращения: 10.11.2021).
4. Google Keynote (Google I/O '21) // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=XFFrahd05OM>

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ КАРТЫ ГЛУБИНЫ

**А.П. Лосев, Д.А. Татаренков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича

*Обработка изображений и их создание всегда были важной составляющей оперирования данными. Такие операции, как цветокоррекция, ротоскопинг, извлечение отдельных элементов из изображения и другие, являются необходимыми задачами при работе с цифровым видеопотоком. Задача создания изображения с нуля является крайне рутинной для исполнителя, который работает с цифровым визуальным контентом. На данный день технический прогресс предоставляет широкие возможности для интеграции нейронных сетей для исполнения различных комплексных и рутинных задач. Данное проектирование нацелено на расширение идеи создания изображений с помощью генеративно-состязательной нейросети, а также на объяснение логики работы и результат работы создания ландшафта на основе карты глубины.*

***генеративно-состязательная нейронная сеть, машинное обучение, генерация изображений***

Получение данных о расстоянии до объектов — крайне важная задача для работы с изображениями. Вычисление расстояний необходимо для различных приборов, таких как камеры и беспилотные автомобили. Высокий уровень точности данных и общая стабильность системы в рабочем состоянии нужны для использования карт глубины в современных процессах обработки. Под картой глубины понимают монохромное изображение, градации серого в котором показывают не цвет, а удалённость объектов от камеры: чем объект ближе, тем он светлее на карте глубины. В качестве дополнительной коррекции, при создании карты глубины используют сглаживание при помощи фильтра Гаусса. Данный тип фильтра часто используется для создания эффекта размытия и устранения резких переходов на контурах в изображении. Базовый алгоритм работы данного фильтра можно описать с помощью данного уравнения [1]:

$$(1) \quad Y(z_1, z_2) = [(1 + z_1^{-1})(1 + z_2^{-1})]^N F(z_1, z_2),$$

где  $Y(z_1, z_2)$  и  $F(z_1, z_2)$  — преобразования двумерных сигналов: входного сигнала  $f(m, n)$  и выходного сигнала  $y(m, n)$  соответственно. Данное уравнение (1) можно разложить в уравнения строк и столбцов матрицы:

$$V(z_1, z_2) = (1 + z_1^{-1})^N F(z_1, z_2), \quad (2)$$

$$Y(z_1, z_2) = (1 + z_2^{-1})^N V(z_1, z_2), \quad (3)$$

где  $V(z_1, z_2)$  — преобразование промежуточного сигнала  $v(m, n)$ .

Обработка карты глубины предоставляет для анализа и использования ценные данные с достаточно большой точностью. Значения пикселей в карте глубины могут быть использованы для вычисления ориентации объекта в пространстве. Чаще всего карта глубины — изображение из градаций серого, однако в некоторых случаях используются и другие градиенты цветов. Это — современная практика работы с картой глубины в алгоритмах компьютерного зрения. Пример карты глубины приведён на рис. 1:

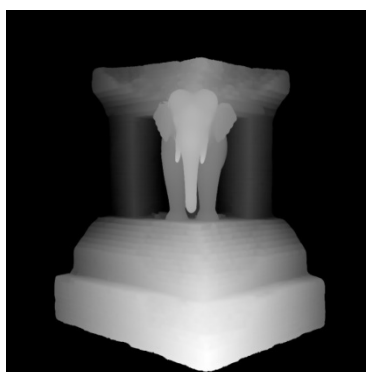


Рис. 1. Классическое представление карты глубины

Развитие видеоборудования позволило учёным использовать различные методы для создания карт глубины. Использование Time-of-flight-камеры (ToF-камеры) является наиболее частым решением для расчёта расстояния между камерой и поверхностью объекта. Принцип работы камеры основан на манипулировании кластером сенсоров и вычислением разности в отражении света между данными с сенсоров [2]. Точность данных с ToF-камеры при составлении карты глубины зависит от количества сенсоров, чем больше экземпляров включены в камерный кластер, тем более точна будет камера. Данные твёрдотельные сенсоры составлены в массив детекторов света, который считывает перемещение света от источника к контуру внутри кадра, а затем обратно к источнику.

Данный способ составления карты глубины далеко не единственный. Альтернатива ToF-камерам — LiDAR-сенсоры (от англ. Light Detection and Ranging). Данные сенсоры считывания карты глубины широко используются в беспилотном транспорте, их принцип действия основан на лазерном сканировании.

Для обработки различной информации в данное время широко используются нейронные сети. Нейронная сеть представляет собой концепцию в машинном обучении, которая описывается как система узлов-«нейронов», которые объединены в последовательные слои. Каждый нейрон может как пропускать данные сквозь себя, так и блокировать распространение данных в следующий слой. Пороговые значения для каждого нейрона задаются через процесс обучения (данный процесс заключается в нахождении оптимальных пороговых значения для каждого нейрона в сети), то есть, данный процесс крайне схож с естественными

коррекциями синаптических связей в мозгу человека [3]. Нейрон — объект, который принимает данные на вход и подаёт данные на выход, умноженные на коэффициент, называемый весом нейрона. Данный процесс описывается следующей зависимостью:

$$\alpha = f(v\rho), \#(4)$$

где  $\alpha$  является выходными данными после нейрона,  $v$  является весом нейрона, а  $\rho$  — входные данные, подаваемые на нейрон. Данное уравнение является передаточной функцией нейрона. Передаточные функции являются зависимостью получаемого выхода нейрона от подаваемых на входе данных, существуют некоторые базовые передаточные функции: ступенчатая функция, линейная функция, сигмоида, гиперболический тангенс и функция ReLU. Каждая функция имеет собственные преимущества и недостатки с учётом собственной линейности и других характеристик. Одна из наиболее часто применяемых функций активации в машинном обучении — сигмоида (рис. 2):

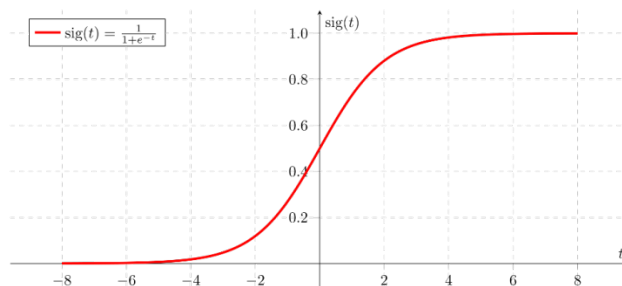


Рис. 2. Графическое представление сигмоиды

Сигмоида предоставляет возможность размещать слои нейронной сети последовательно, один за другим, данная особенность осуществима благодаря нелинейности самой функции. Другое достоинство функции — её небинарность, это позволяет произвести аналоговую активацию, в отличие от ступенчатой функции. Плавный градиент — ещё одна выгодная особенность сигмоиды как функции активации, эта функция позволяет изменять значения  $y$  в пределах от  $-2$  до  $+2$  крайне быстро. Однако, минус данной функции в медленном изменении экстремумов, за счёт этого веса активации изменяются медленно.

Функция ReLU возвращает ноль, если входное значение ниже нуля, и возвращает значение на входе, если входное значение равно или больше нуля (данный процесс показан на рис. 3). Это нелинейная функция, и она может действовать как функция аппроксимации (т. е. любая функция может быть аппроксимирована как комбинация различных ReLU-функций). Данная функция также позволяет комбинировать слои каскадно, друг за другом, а также выборочно активировать часть нейронов (данным важным свойством не обладают функции гиперболического тангенса или сигмоиды, в случае применения данных функций происходит аналоговая активация всех нейронов).

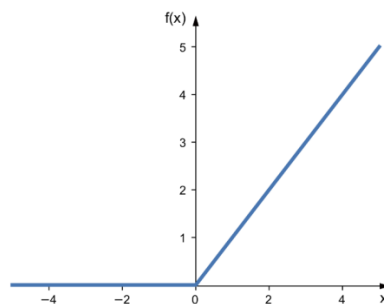


Рис. 3. График ReLU-функции

Один из типов нейронной сети, который часто применяется для работы с данными с изображения — свёрточная нейросеть, сокращённо называемая CNN (от англ. Convolutional Neural Network). Данный вид нейронной сети лучше всего рассматривать в процессе работы с изображениями, чтобы лучше понимать метод работы. CNN состоит из слоёв нейронов, входной слой напрямую соединён с пикселями изображения, количество нейронов в первом слое равно ширине изображения, умноженному на его высоту [4]. Обработка данного вида данных является крайне ресурсоёмкой, поэтому входное изображение подвергается обработке фильтром для получения уменьшенной входной матрицы. Полностью соединённый слой содержит высокое число параметров, которые необходимо вычислить, поэтому промежуточные слои должны обрабатывать меньшее количество данных параметров. Уменьшение изображения является целью применения свёртки. Промежуточные слои нейронов обрабатывают уменьшенные составляющие части визуальных данных, именуются данные части тензорами, данный процесс помогает сэкономить вычислительные ресурсы процессора, с помощью которого выполняется обучение.

Одна из практических целей применения нейросетей — генерация новых изображений. Настоящим прорывом в данной области стало исследование учёного Ian Goodfellow, который в 2016 году описал модель комплексной нейронной сети, которая состоит из двух сетей: генератора и дискриминатора. Генератор создаёт новую выборку данных, дискриминатор в свою очередь сегментирует данные выборки на истинные/ложные. Данная модель называется генеративно-сопоставительной нейросетью, сокращённо GAN (от англ. Generative Adversarial Network) [5]. Достоинство данного вида нейронной сети в гибкости обучения: нейронная сеть обучает сама себя, благодаря собственной конструкции.

В качестве практической разработки было поставлено техническое задание: полученная модель нейронной сети должна быть способна генерировать реалистичные изображения ландшафтов на основании квантованной карты глубины, данное задание было осуществлено с использованием библиотеки TensorFlow для языка Python и набора обучающих данных, состоящего из 1300 фотографий реальных ландшафтов и соответствующим цветным квантованным изображениям, а также монохромным версиям квантованных изображений. В качестве первого шага

нейросеть обучается на основании монохромного изображения и соответствующего цветного изображения придавать цвет входным монохромным данным, далее нейросеть обучается на основе датасета генерировать фотореалистичный ландшафт на основе квантованного цветного изображения. Сравнительный анализ представлен на рис. 4:

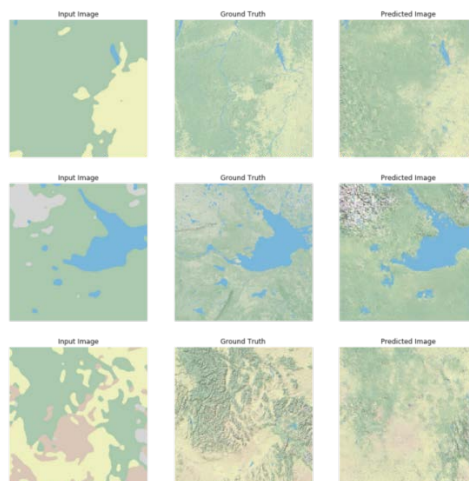


Рис. 4. Сравнительный анализ входного изображения, реального ландшафта и сгенерированного нейросетью результата

Результаты работы нейронной сети визуально схожи с оригинальными изображениями, однако имеют некоторые важные различия. Спрогнозированные изображения содержат некоторые неточности, данные несовпадения обусловлены вариативностью данных, полученных в процессе обучения. Однако их визуализация приближена к фотографиям реальных ландшафтом, исключая некоторые фрагменты с графическим шумом (особенно явно выраженным на контурах ландшафта), и данные ландшафты могут генерироваться на основании квантованных данных о карте глубины. Данная обученная модель также может быть использована в привязке к реальному датчику LiDAR или ToF-камере.

#### **Список используемых источников:**

1. Richard A. Haddad, Ali N. Akansu A Class of Fast Gaussian Binomial Filters for Speech and Image Processing // IEEE Transactions on Signal Processing. 1991. N 3. С. 724-726.
2. Fabio Remondino, David Stoppa TOF Range-Imaging Cameras. М. : Берлин, Springer-Verlag, 2013. 240 с.
3. Edin Terzic, Jenny Terzic, Romesh Nagarajah, Muhammad Alamgir A Neural Network Approach to Fluid Quantity Measurement in Dynamic Environments. М. : Лондон, Springer-Verlag, 2012. 138 с.
4. Hamed Habibi Aghdam, Elnaz Jahani Heravi Guide to Convolutional Neural Network — A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification. М. : Нью-Йорк, Springer International Publishing, 2017. 282 с.
5. Jason Brownlee Generative Adversarial Networks with Python. М. : Сан-Франциско, Machine Learning Mastery, 2020. 637 с.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЮЗАБИЛИТИ-ТЕСТИРОВАНИЯ

**В.В. Макарова, Е.В. Хайбрахманова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Данная статья посвящена методам юзабилити-тестирования. Большое внимание уделяется плану проведения четырех основных методов тестирования: коридорное тестирование, удалённое модерлируемое тестирование, удалённое немодерлируемое тестирование, экспертная оценка. На основании проведенного анализа выявлены существующие достоинства и недостатки методов юзабилити-тестирования.*

***юзабилити-тестирование, пользовательский интерфейс, метрика, респондент, модератор, «коридорное тестирование», «удаленное модерлируемое тестирование», «немодерлируемое удаленное тестирование», «информационный продукт»***

Для разработки качественного информационного-цифрового продукта необходимо проводить юзабилити-тестирование пользовательского интерфейса системы. Данные тестирования показывают, насколько интерфейс и структура системы построены удобны для целевой аудитории, достигает ли пользователь целевого действия [1].

Проходя юзабилити-тестирования – респондент(ы), а проводит тестирование модератор, человек контролирующий ход тестирования и определяющий вид тестирования.

Целями юзабилити-тестирования могут быть:

- проверка структуры системы;
- анализ маршрута пользователя;
- понятность навигации;
- сравнение разработанного продукта с аналогичными системами;
- доступность контента;
- востребованность и впечатление от системы.

Метрика - количественное измерение каких-то показателей, важная составляющая проектирования успешного интерфейса. В дизайне интерфейсов при помощи метрик измеряется конверсия продукта, которая отражает в процентном соотношении поведения пользователя при достижении целевого действия [2].

Метрики, которые можно получить при помощи юзабилити-тестирования:

- достижение пользователем цели;
- показатели выполнения поставленных модератором задач;
- время, потраченное на выполнения задания;
- ошибки, допущенные пользователем;
- проблемы, выявленные при решении типовой задачи.



На сегодняшний день существует несколько методов проведения юзабилити-тестирования. Самые популярные: «коридорное тестирование», «модерируемое удаленное тестирование», «немодерируемое удалённое тестирование», «экспертная оценка».

«Коридорное тестирование» – это тестирование при помощи специального оборудования и ограниченного количества респондентов (5-6 человек) [3]. Название «коридорное» пошло от начальной идеи тестировать людей, которых можно поймать, выйдя из кабинета в коридоре. Данное тестирование проводится лично с респондентом, для проведения качественной сессии, модератор составляет сценарий взаимодействия, в котором прописывает задания для прохождения тестирования. Техническая составляющая для проведения «коридорного тестирования» пользовательского интерфейса для персонального компьютера:

- персональный компьютер;
- веб-камера;
- ай-трекер;
- специальное программное обеспечение для ай-трекера.

План проведения «коридорного тестирования»:

- определить цель(и) и задачи тестирования;
- выявление параметров целевой аудитории;
- разработка сценария взаимодействия;
- поиск респондентов;
- настройка технического оборудования;
- проведение тестирования;
- анализ полученных данных.

«Удалённое модерируемое тестирование» проводится индивидуально с респондентом в дистанционном формате, респондент подключается при помощи девайса к удаленному столу модератора и выполняет задания.

Техническая составляющая для проведения «Удалённого модерируемого тестирования»:

- девайс (персональный компьютер, ноутбук, планшет, смартфон);
- программное обеспечение для удаленного подключения.

План проведения «удаленного модерируемого тестирования»:

- определить цель(и) и задачи тестирования;
- выявление параметров целевой аудитории;
- разработать сценарий взаимодействия;
- поиск респондентов;
- настройка технического оборудования, объяснить / настроить респонденту подключение к совместному рабочему столу;
- проведение тестирования;
- анализ полученных данных.

«Удаленное немодерируемое тестирование» отличается от «модерируемого тестирования», тем, что респонденты выполняют задания на

специальном ресурсе, самостоятельно чаще всего в виде теста. Задание / тест формируется заранее модератором и публикуется на ресурсе.

Особенности данного вида тестирования:

- количество вопросов в задании/тесте не больше 15;
- время выполнения задания / теста не больше 15-20 минут;
- не склонять пользователя к правильному ответу, иначе тестирование не даст нужного результата.

План проведения «удаленного немодерируемого тестирования»:

- определить цель(и) и задачи тестирования;
- выявление параметров целевой аудитории;
- разработать сценарий взаимодействия;
- поиск респондентов;
- определить способ распространения задания / теста;
- сформировать задание / тест на специальном ресурсе;
- проведение тестирования;
- анализ полученных данных.

И последнее тестирование, рассмотренное в рамках данной статьи – «экспертная оценка». Для данной оценки приглашается эксперт или группа экспертов, которая проводит аудит разработанного продукта. Аудит представляет оценку по заданным сценариям или метрикам, далее экспертами фиксируются найденные проблемы и даются рекомендации.

Таблица с выявленными преимуществами и недостатками рассмотренных методов юзабилити-тестирования представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1 – Преимущества и недостатки методов тестирования

Название метода	Преимущества	Недостатки
«Коридорное тестирование»	1. Любые качественные метрики; 2. Возможна запись проведения всего тестирования; 3. Контроль качества выбора респондентов.	1. Сложность с отбором респондентов; 2. Дорогая стоимость проведения тестирования;
«Удаленное модерируемое тестирование»	1. Подбор участников не зависит от геолокации; 2. Возможна запись экрана во время проведения тестирования; 3. Достаточно качественные метрики.	1. Возникновение технических неполадок; 2. Нет физического наблюдения за респондентом.
«Немодерируемое удаленное тестирование»	1. Подбор участников не зависит от геолокации; 2. Проще приглашать респондентов;	1. Не качественная выборка респондентов; 2. Ограничения для формирования задания;

	3. Не дорогая стоимость проведения тестирования	3. Нет наблюдения за респондентом.
«Экспертная оценка»	1. Результат сразу.	1. Субъективное мнение.

Анализируя существующие методы юзабилити-тестирования, приходим к выводу о необходимости разработки методологии, описывающей применение методов юзабилити-тестирования на реальных примерах и возможности доработки существующих методов для получения наибольшего результата.

В результате проведенной работы рассмотрены популярные методы юзабилити-тестирования. Проведен сравнительный анализ данных методов, на основе которого выделены преимущества и недостатки.

**Список используемых источников:**

1. Круг С. Как сделать сайт удобным. Юзабилити по методу Стива Круга: пер. с англ. М: Питер, 2010. 208 с. ISBN 978-5-49807-515-0.
2. Метрики UI-дизайна [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/design/70797-sobrat-metriki-ux-dizayna-i-verno-ih-interpretirovat-pyat-rekomendaciy> (дата обращения 13.11.2021)
3. Коридорные тесты в картинках и примерах [Электронный ресурс]. URL: <https://paper.dropbox.com/doc/UNCRN.me-OsPOrhfK11bzN00xQT99X> (дата обращения 14.11.2021)

## WebGL БИБЛИОТЕКА, КАК СРЕДСТВО РАСТЕРИЗАЦИИ

**М.С. Маскин, Т.В. Мусаева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*WebGL – программная кроссплатформенная библиотека для языка JavaScript предназначенная для визуализации интерактивной трёхмерной графики и двухмерной графики в пределах совместимости веб-браузера без использования плагинов. Данная библиотека используется во многих прикладных областях, таких как научная и медицинская визуализация, 3D арт-проекты для виртуальных галерей, видеоигры, и многое другое. Кроме того, из-за широкого распространения веб-браузеров, разработанные 3D-приложения могут быть запущены на мобильных устройствах, таких как смартфоны и планшеты. В данной статье рассматриваются основные возможности и особенности данной графической библиотеки, а также методы её использования.*

### *Web Graphics Library, визуализации 3D и 2D графики в веб-браузере*

Библиотека WebGL позволяет воспроизводить 3D объекты со всеми настройками света, текстуры и материалов без использования сторонних плагинов, а также дает возможность использовать устройства виртуальной реальности (Goole Cardboard, HTC Vive, Oculus и другие) для просмотра VR контента прямо в браузере. При этом, если у пользователя нет оборудования виртуальной реальности, он без проблем может эксплуатировать программный продукт с использованием режима просмотра 360.

WebGL приносит в веб трёхмерную графику, вводя API, который построен на основе OpenGL ES 2.0, что позволяет использовать его в элементах canvas HTML5.

Вся работа веб-приложений с использованием WebGL основана на коде JavaScript, а некоторые элементы кода – шейдеры могут выполняться непосредственно на графических процессорах на видеокартах, благодаря чему разработчики могут получить доступ к дополнительным ресурсам компьютера, тем самым увеличивая быстродействие разработанного программного обеспечения. Таким образом, для создания приложений разработчики могут использовать стандартные для веб-среды технологии HTML/CSS/JavaScript и при этом также применять аппаратное ускорение графики.

Значительная часть от реализованного программного обеспечения с использованием данной технологий представляет собой набор из пар функций – вершинного и фрагментного шейдера. Задача вершинного шейдера – вычислять положения вершин. Основываясь на положениях вершин, которые возвращает функция, WebGL затем может растеризовать различные примитивы, включая точки, линии или треугольники. В процессе

растеризации этих примитивов WebGL прибегает к использованию второй функции – фрагментному шейдеру. Задача фрагментного шейдера – вычислять цвет для каждого пикселя примитива, который в данный момент отрисовывается.

В качестве созданного и доступного к просмотру программного обеспечения, способного продемонстрировать возможности применения WebGL технологии на практике, можно выделить такие как «Дворец Спонца» и «Галерея 3D».

Реализованный проект «Дворец Спонца» представляет собой часть реально существующего архитектурного объекта, находящегося в Хорватии. Воссозданная в трехмерном формате модель доступна к просмотру и интерактивному взаимодействию прямо из браузера без потребности в дополнительных вспомогательных устройствах или программном обеспечении.

Благодаря совмещению технологии WebGL и фреймворка Babylon.js в проекте были реализованы реалистичные визуальные эффекты, такие как запекание света и текстур.

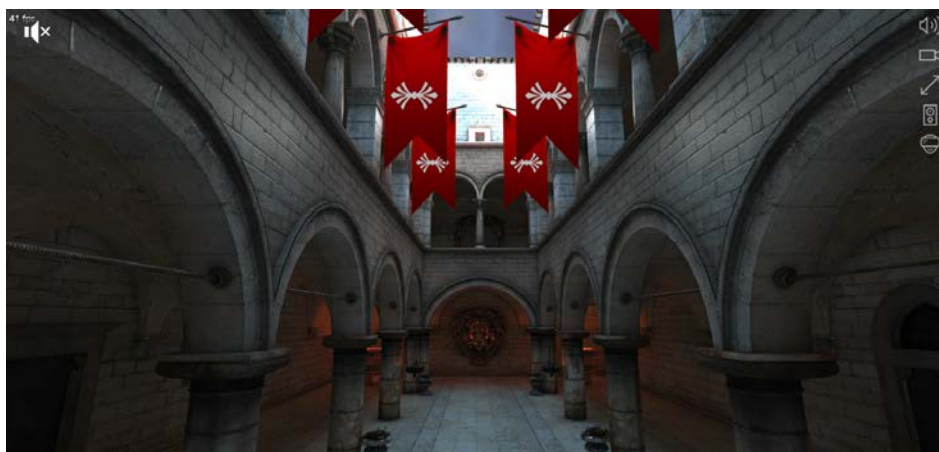


Рис. 1 Проект «Дворец Спонца»

«Галерея 3D» представляет собой интерактивную трехмерную модель картинной галереи. Данное web-приложение позволяет пользователю виртуально посетить картинную галерею и осуществить интерактивный просмотр вывешенных там произведений искусства в режиме онлайн.



Рис. 2. Проект «Галерея 3D»

Подобные проекты являются востребованными и актуальными в том случае, когда человек не имеет возможности к полноценному передвижению и посещению культурных мероприятий в силу различных обстоятельств.

Технология WebGL позволяет разработчиками программного обеспечения в web среде осуществлять создание полноценных VR проектов, доступных для взаимодействия и эксплуатации широкой конечной пользовательской аудитории без потребности в обязательном использовании дополнительных устройств или сторонних приложений помимо браузера.

Не смотря на наличие широкого спектра возможностей доступных для применения с использованием библиотеки WebGL, тем не менее, данная технология имеет ряд существенных недостатков, таких как знания отдельного языка программирования GLSL, требование к пониманию отдельных математических разделов, отсутствие полноценных инструментов отладки, наличие сложно улавливаемых ошибок на аппаратном уровне, сложность реализации проекта с сохранением высокого количества кадров в секунду, а также потребность в добавлении различных библиотек повышающих время загрузки веб-страницы и требующих отдельного понимания их инструментария разработчиком.

#### **Список используемых источников:**

1. Foundation HTML5 Animation with JavaScript - Billy Lamberta, Keith Peters, 2011 г.
2. Core HTML5 Canvas Graphics, Animation, and Game Development - David Geary, 2012 г.

## ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА ДЛЯ СЕРВЕРНОГО И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Т.В. Мусаева, С.И. Усманов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрен вопрос разработки модели силовых розеток для решения задач электроснабжения в области информационных технологий ИТ (Information Technologies). Соответственно для более качественной работы в данной статье рассмотрены проблемы и пути ее решения для оптимизации процесса с одним блоком питанием и удаленный мониторинг серверных оборудований*

*модель, силовая розетка, диод, оптимизация, мониторинг*

В Центр Обработки Данных при решении различных задач, например таких как размещение и обслуживание серверного и сетевого оборудования с одним блоком питания достаточно часто возникают проблемы. Например, когда устанавливают серверное оборудование с одним блоком питания в принципе понятно. Но бывает иногда и так. Устанавливают сервер с двумя блоками питания, всё хорошо, но далее для выхода в интернет он подключается к маршрутизатору у которого один блок питания. Такая ситуация становится критичной при возникновении аварии на одном из вводов или при проведении профилактических работ на оборудовании центр обработки данных. Маршрутизатор может выключиться, а сервер продолжит работать, но он всё равно не сможет выполнять свою работу без доступа к интернету.

Дата-центр выполняет функции обработки, хранения и распространения информации, как правило, в интересах корпоративных клиентов — он ориентирован на решение бизнес-задач путём предоставления информационных услуг. Консолидация вычислительных ресурсов и средств хранения данных в центр обработки данных позволяет сократить совокупную стоимость владения ИТ-инфраструктурой за счёт возможности эффективного использования технических средств, например, перераспределения нагрузок, а также за счёт сокращения расходов на администрирование. Дата-центры обычно расположены в пределах или в непосредственной близости от узла связи или точки присутствия какого-либо одного или нескольких операторов связи. Основным критерием оценки качества работы любого дата-центра является время доступности сервера (аптайм).

Для решения проблемы были поставлены следующие задачи:

Для решения задачи разработки компактного надежного недорогого устройства автоматического включателя резерва была выбрана схема с использованием электромеханических реле. Работа схемы основана на

принципе основной ввод/резервный ввод, когда при пропадании электропитания на основном вводе, устройство переключается на резервный, при возобновлении электроснабжения основного ввода, устройство переключает питание соответственно на основной рабочий ввод.

Для повышения надежности и сокращения времени переключения особое внимание было уделено схеме управления переключения вводов и выбора оптимального момента самого переключения.

Для Разработки устройства были выполнены:

- 1.1. Подготовка задания, исходных данных;
- 1.2. Анализ аналогов, анализ потребностей целевой аудитории, анализ рынка сбыта;
- 1.3. Разработка принципиальной схемы;
- 1.4. Изготовление опытных образцов электрической схемы;
- 1.5. Тестирование и калибровка;
- 1.6. Разработка конструкторской документации;
- 1.7. Сборка опытных образцов устройства;
- 1.8. Тестирование в реальных условиях при максимальных нагрузках;

Разработанное устройство получилось достаточно компактным, что позволило его расположить в стандартном блоке силовых розеток (распределитель питания; англ. Power Distribution Unit или PDU) для 19-дюймового серверного или телекоммуникационного шкафа. Данное устройство (первый результат проекта) получил наименование BONCH-ATS.

Устройство BONCH-ATS решает следующие проблемы:

В телекоммуникационном шкафу с двумя вводами питания: BONCH-ATS включается в разные вводы. Таким образом, обеспечивает: работу оборудования, имеющего один блок питания при отключении одного ввода или срабатывании защиты на PDU непосредственно в стойке (например, при коротком замыкании блока питания, оборудования с двумя блоками питания); непрерывную работу оборудования при проведении работ на электрооборудование (замена PDU, автоматов в щите гарантированного питания), проведении профилактической работ на любом из вводов питания. В телекоммуникационном шкафу с одним вводом электропитания: BONCH-ATS/PDU включается основным вводом в источник бесперебойного питания (далее также ИБП), резервным вводом – в сеть 220В. Оборудование, критичное к отключению, включается в автоматический включатель резерва.

Таким образом, организуется так называемый Байпас автоматический, быстродействующий, позволяющий обеспечить: работу оборудования и программного обеспечения, включенного в АВР, продолжить работу корректно, без отключений/зависаний/приостановке сервисов. При выходе из строя ИБП; без отключения сервисов провести замену, обслуживание, профилактику ИБП; без отключения сервисов провести замену, обслуживание, профилактику линии электропитания.



Устройство с такими функциями и в предложенном исполнении не имеет аналогов в мире.



Рис. 1.

При современном развитии программного обеспечения существует множество различных программных средств обработки информации, написанных на разных языках программирования на основе выше перечисленных методов. Разнообразие ПО связано со спецификой каждой отрасли, в которой проводится обработка. Например, при обработке графических изображений широко используются методы распознавания образов, криптографические методы, основанные на преобразовании Фурье и тому подобное.

Среди средств обработки информации, доступных широкому классу потребителей, — средства организации баз данных, соответствия выполнения запросов и поиска информации, фильтрации информации, графического представления и т. п.

На данном этапе все большее развитие приобретают методы человеко-ориентированной компьютерной обработки данных.

В настоящее время вследствие глобального распространения компьютерных систем в области автоматизации промышленных процессов все чаще применяются системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления

Мы решили мониторить проходящий ток на стойку удаленно. Так как это устройства для операторов связи и обладателей центр обработки данных решили внедрить в систему мониторинга чтобы дистанционно мониторить поток тока внедрили дистанционный мониторинг автоматического ввода резерва в систему Zabbix свободная система мониторинга и отслеживания статусов разнообразных сервисов компьютерной сети, серверов и сетевого оборудования. Таким образом, можно удаленно отслеживать поток тока и какая из фаз работает в данный момент и сколько вольт приходит в шкаф. Таким образом получили основной и резервный поток тока в реальном времени.



Рис. 2.

На рисунке можно увидеть подключение и применение 19-дюймового серверного или телекоммуникационного шкафа BONCH-ATS

Обработка информации — вся совокупность операций (сбор, ввод, запись, преобразование, считывание, хранение, уничтожение, регистрация), осуществляемых с помощью технических и программных средств, включая обмен по каналам передачи данных.

В данном случае вводы питания 1 и 2 подключены к разным устройствам распределения (Power Distribution Unit, PDU). Рассматриваемый блок силовых розеток BONCH-ATS/PDU — одновременно к обоим PDU. Это позволяет зарезервировать питание для устройств, которые обладают только одним блоком питания, а также проводить профилактические работы на любом из вводов питания. Модуль представляет собой плату, встраиваемую в блок силовых розеток с устройством автоматического ввода резерва BONCH-PDU/ATS и предназначен для:

- мониторинга работоспособности основного и резервного вводов;
- сбора данных о портебляемом токе и мощности подключенного оборудования.

Для сбора данных используется протокол SNMP и Ethernet-подключение.

Внешний вид прототипа модуля представлен на изображениях ниже. Модуль имеет разъем Mini-USB для подключения питания, датчик, измеряющий силу тока, и разъем RJ-45 для подключения к сети Ethernet.

Модуль поддерживает обмен данными по протоколам SNMP v.1 и SNMP v.2:

- для сбора данных используются команды SNMP-Get;
- для конфигурирования модуля используются команды SNMP-Set.

Для корректной работы прибора необходимо:

- Подключить в клеммную колодку (С.) разрыв провода от потребителя - линии или нулевого провода, плотно затянуть провода в клеммной колодке и не допускать самостоятельного замыкания проводов (без участия клеммной колодки). В момент подключения потребителя он должен быть отключен от сети 220В.

- Подключить к устройству преобразователь AC/DC 5v (А.).
- В разъем (В.) необходимо подключить коммутационный кабель с разъемом RJ-45.

После подключения прибора можно получить доступ к его функциям, используя протокол SNMP.

По умолчанию модуль имеет:

- MAC-address - DE:AD:BE:EF:FE:FA
- IP-address - 169.254.129.6 (static)

Данные параметры можно изменить командами SNMP-Set.

Для сбора данных с модуля используются команды SNMP-Get.

При установке IP и MAC-адресов модуль сохраняет их в энергонезависимой памяти. Для сброса устройства к заводским настройкам необходимо кратковременно замкнуть контакты D4 и D3, либо D4 и D5. После замыкания контактов кратковременно загорится светодиод, который укажет на успешный сброс параметров. Через ~5 секунд модуль загрузится с настройками по умолчанию.

**Заключение**

В результате реализации проекта было разработано принципиально новое устройство в уникальном конструктивном исполнении. Данное устройство отвечает современным требованиям, предъявляемым к системам автоматического включателя резервного питания по быстрдействию, безопасности и надежности.

Устройство BONCH-ATS в полной мере решает поставленную проектом задачу, а именно обеспечивает эффективное, быстрое и безопасное переключение вводов электропитания от основного к резервному и наоборот. Устройство является компактным, недорогим источником включения аварийного источника питания.

Данное устройство рекомендовано к использованию на сетях операторов связи, в центрах обработки данных и дата-центрах для повышения надежности работы подключаемого к устройству оборудования.

**Список используемых источников:**

1. Модели, Характеристика BONCH-ATS URL: <https://www.bonch-it.ru/>
2. Принцип работы АВР URL: <https://chint-electric.ru/automatic-transfer-switch>
3. Задача дистанционного мониторинга и управления группой распределенных аппаратных объектов URL: [https://bolid.ru/support/articles/articles\\_13.html](https://bolid.ru/support/articles/articles_13.html)
4. Горячев. А. Практикум по информационным технологиям. — М. : Лаборатория базовых знаний, 1999. — 272 с.
5. Джордж А. Численное решение больших разреженных систем уравнений. — М.:

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR ТЕХНОЛОГИЙ

**А.Ю. Осипова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье исследованы особенности интерфейсов виртуальной реальности. Проанализированы области применения VR технологий. Выявлены отличия веб-интерфейсов от VR интерфейсов. На основе проведенного анализа, сформулированы принципы проектирования VR интерфейсов. В результате, сформулированы цели и задачи предстоящего исследования, связанного с проектированием VR интерфейса.*

***VR технологии, виртуальная реальность, пользовательский интерфейс, пользователь, VR интерфейс***

В настоящее время вопрос разработки пользовательских VR интерфейсов, является актуальным, в связи со стремительно развивающимися технологиями дополненной и виртуальной реальности, а также растущим числом различных VR приложений и проектов. Проблема формирования интерфейса, обеспечивающего качественное и комфортное взаимодействие пользователя и системы, становится одной из ключевых для разработчиков VR систем.

В отличие от веб-интерфейсов VR интерфейсы предлагают новые способы взаимодействия: положение головы, направление взгляда и контроллеры движения на руках [1]. Следовательно, в процессе проектирования необходимо учитывать новые варианты управления интерфейсом.

В связи с этим возникает ряд проблем с обеспечением корректного взаимодействия пользователя и устройства. Применение классических принципов дизайна двумерного интерфейса не актуально в VR, это обусловлено использованием контроллеров, вместо стандартных устройств ввода, а также очков виртуальной реальности, ограничивающих угол обзора.

К развивающимся сферам применения VR технологии относятся: видеоигры, киноиндустрия, медицина, военная промышленность, проектирование и продажа недвижимости, образование, спорт.

Одной из перспективных сфер для развития и внедрения VR технологий является недвижимость. Актуальность этой сферы связана, с растущей конкуренцией, большими размерами и объемами отечественного рынка недвижимости, а также высокой скоростью внедрения аналогичных проектов за рубежом.

На сегодняшний день в сфере проектирования и продажи недвижимости VR технологии обеспечивают:

- Просмотр помещения непосредственно перед покупкой;

- Возможность самостоятельного изучения рынка недвижимости потенциальными покупателями;
- Возможность демонстрации готовых объектов недвижимости еще на начальных этапах строительства.

Следует отметить, что в процессе проектирования помещений VR технологии используются в основном специалистами, а потенциальным покупателям демонстрируется лишь конечный результат. Разработка VR интерфейса приложения, позволяющего проектировать помещения без помощи специалиста, открыла бы новые возможности для пользователей, предпочитающих самостоятельно разрабатывать дизайн помещений, не прибегая к услугам дизайнера интерьера.

Для создания эргономичного VR интерфейса системы проектирования помещений необходимо исследовать отличия веб-интерфейсов от интерфейсов виртуальной реальности и на их основе сформулировать принципы проектирования VR интерфейсов.

Большинство отличий веб-интерфейсов от VR интерфейсов связано со спецификой оборудования, необходимого для погружения в виртуальную реальность.

Далеко не все интерактивные элементы интерфейса, используемые на веб-сайтах, подходят для VR среды. Это объясняется использованием нестандартных устройств для настройки и управления интерфейсом. Например, использование в VR интерфейсе шкал, значение на которых устанавливается с помощью перемещения ползунка, повышает временные затраты пользователя на взаимодействие.

Так как VR интерфейс существенно ограничен зоной видимости, необходимо тщательно продумать расположение и размер элементов интерфейса, а также перемещение между окнами и возможность отмены действий.

При разработке VR интерфейса следует сводить к минимуму нагрузку на память пользователя. Кратковременная память человека имеет ограниченный объем, а виртуальный опыт зачастую бывает достаточно сложным, особенно для новых пользователей. Следовательно, ошибочным будет помещение в интерфейс кнопок и иконок без подписей с использованием всплывающих подсказок [2].

Таким образом, сформулированы основные принципы проектирования VR интерфейсов.

Для обеспечения надежного взаимодействия с элементами интерфейса необходимо предусмотреть вокруг них прозрачную оболочку, позволяющую незримо расширить интерактивную зону, сохранив при этом визуальную эстетику интерфейса.

Для упрощения просмотра большого количества элементов следует использовать вертикальную ориентацию списка, так как горизонтальные списки требуют от пользователя дополнительной концентрации для отличия уже просмотренных элементов от не просмотренных.

Чтобы избежать некорректного отображения элементов следует определить форму, размер и расположение зоны видимости интерфейса, в которой будут находиться все интерактивные объекты.

Функции, требующие от пользователя концентрации внимания и принятия решений, должны помещаться в зону видимости, чтобы избежать необходимости изменять положение головы или тела.

Для облегчения и ускорения взаимодействия с интерфейсом необходимо предусмотреть визуальный отклик интерактивных объектов на действия пользователя. Отклик позволит идентифицировать объект, с которым планируется взаимодействие.

При создании анимации интерактивных элементов интерфейса необходимо учитывать, что большое количество движущихся объектов могут спровоцировать стресс у пользователя. Следовательно, анимация должна быть предусмотрена только у элемента, с которым пользователь взаимодействует в данный момент.

В отличие от веб-интерфейсов VR интерфейсы нацелены на максимальное погружение пользователя в среду. Звук — это один из ключевых способов получения человеком информации, поэтому звуковое сопровождение переключения элементов является неотъемлемой частью VR интерфейсов [3].

Следует отметить, что нераскрытые вопросы разработки пользовательских VR интерфейсов систем проектирования помещений, вызывают большой научный интерес. Исследование данных вопросов могло бы обеспечить решение проблем, с которыми сталкиваются дизайнеры и разработчики VR приложений и проектов данной сферы.

Таким образом, целью предстоящего исследования является выявление ключевых особенностей VR интерфейсов для систем проектирования помещений, а также разработка прототипа VR интерфейса системы проектирования помещений.

Для достижения цели, требуется решить следующие задачи:

- Изучить структуру интерфейсов аналогичных VR приложений;
- Выбрать инструментальные средства для разработки интерфейса;
- Определить целевую аудиторию и ее предпочтения;
- Определить факторы, влияющие на эргономичность VR интерфейса;
- Разработать прототип VR интерфейса системы проектирования помещений;
- Разработать методику тестирования интерфейса;
- Провести тестирование интерфейса.

Объектом исследования является дизайн пользовательского VR интерфейса. Предметом исследования является VR интерфейс системы проектирования помещений.

В предстоящем исследовании планируется провести анализ дизайна существующих интерфейсов систем, предназначенных для просмотра и создания помещений в виртуальной реальности, с целью выявления

особенностей их проектирования, влияющих на эргономичность. Анализ может быть исполнен путем прямого использования выбранных для исследования систем, а также изучение фото и видео материалов, отражающих использование данных систем пользователями.

Для получения корректных и эффективных результатов, требуется выявить:

- Возможные цели и задачи пользователей VR системы;
- Эмоции пользователей во время использования VR системы проектирования помещений и при выполнении с ее помощью конкретных задач;
- Проблемы, возникающие в процессе использования VR системы;
- Возможные ожидания пользователей от использования VR системы.

Предполагаемым результатом исследования является формулировка перечня факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс использования VR интерфейса системы проектирования помещений, а также разработка прототипа пользовательского VR интерфейса системы проектирования помещений.

В результате проведения настоящего исследования проанализированы принципы разработки VR интерфейсов, отличия их от веб-интерфейсов, а также области применения VR технологий. В ходе работы выявлена недостаточность исследований, связанных с проектированием помещений в виртуальной среде. Таким образом, цели и задачи предстоящего исследования можно считать сформулированными.

#### **Список используемых источников:**

1. VR-Design: User Interface [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/324002/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. 10 эвристик юзабилити для виртуальной реальности [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://www.uprock.ru/articles/10-evristik-yuzabiliti-dlya-virtualnoy-realnosti>. – Загл. с экрана.
3. Ошибки при проектировании интерфейса VR, VR для дизайнеров интерфейсов [Электронный ресурс] : сетевое издание. – Режим доступа: <https://3-info.ru/post/13553>, свободный. – Загл. с экрана.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ AGILE-ПОДХОДА В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ

**Е.И. Палеева, А.В. Федорова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире команды разработчиков все чаще применяют agile-подход для организации работы. Это обуславливает необходимость изучения и создания специального программного обеспечения для управления проектами. По своей сути, agile-подход базируется на принципе грамотного разделения задач. С ростом популярности внедрения данного подхода все более востребованным становится программное обеспечение для управления проектами. В данной статье проведена оценка существующих на рынке решений. На примере основных отличительных особенностей самых популярных таск-трекеров можно сделать вывод, что нет единственного уникального решения*

### ***agile-подход, разработка, таск-трекер, программное обеспечение***

В современных реалиях усложнения и масштабирования процесса разработки программных продуктов опытные команды не обходятся без применения agile-подхода в организации создания проектов. Agile (в переводе с англ. - «гибкий») — это итеративный подход к разработке программного обеспечения, в процессе которого командой разработчиков поэтапно создается программное обеспечение с самого начала проекта, вместо того, чтобы одновременно решать все задачи [1].

Основным принципом работы при таком подходе является процесс разделения проектов на небольшие части пользовательских функций. Данные функции расставляются по степени важности и далее непрерывно помещаются в короткие двухнедельные циклы, называемые спринтами.

По своей сути, agile-подход базируется на принципе разделения задач на подзадачи с последующим циклическим выполнением их до полного завершения проекта. Условно можно разделить процесс на несколько этапов: составляется список функций, определяется сложность выполнения задач, затем, исходя из полученных данных, расставляются приоритеты [2].

Наглядно процесс работы одного спринта представлен на рис. 1.





Рис. 1 Принцип работы одного спринта при использовании agile-подхода

С ростом популярности внедрения данного подхода все более востребованным становится программное обеспечение для управления проектами или, по-другому — «таск-трекеры».

Таск-трекер — это программа для управления проектами, которая позволяет централизованно руководить задачами и их своевременным управлением[3].

Для оценки существующих решений определим функционал, необходимый для работы специалисту:

- Гибкая отчетность и метрики: отслеживание времени и прогнозирование, простые для понимания отчеты о ходе работы для заинтересованных сторон [4].
- Коммуникация: возможность общения внутри команды разработчиков, функционал позволяющий распределять задачи, писать комментарии к задачам, прикреплять файлы и картинки.
- Возможности интеграции с другими сервисами, которые также играют важную роль в разработке ПО
- Стоимость использования для небольших команд разработчиков
- Легкость понимания интерфейса сервиса для начинающего пользователя
- Присутствие поддержки русского языка в интерфейсе

Проведем анализ некоторых существующих программных решений, опираясь на данный функционал.

### **YouTrack**

Сервис наилучшим образом адаптирован для команд, которые используют в своей работе IDE от JetBrains. Компания предоставляет средства разработки для всех существующих языков и технологий разработки.

В качестве основных преимуществ можно выделить следующие пункты:

1. Интеграция со всеми сервисами от JetBrains
2. Интеграция с GitHub и GitLab
3. Привычный интерфейс для пользователей экосистемы JetBrains
4. Бесплатное использование для команд от 1 до 10 человек

5. Возможность предоставления отчетности как по каждому участнику команды отдельно, так и по проекту в целом

Недостатки:

- Отсутствие русского языка в интерфейсе
- Отсутствие встроенной вики-системы
- Сложный интерфейс для начинающего пользователя

### **Jira**

Самый популярный таск-трекер среди пользователей сайта [habr.com](http://habr.com). Сервис разработан компанией Atlassian.

Основные преимущества сервиса:

- Интеграция с GitHub и GitLab
- Совместимость с онлайн-офисом от MicrosoftOffice
- Наличие русского языка в интерфейсе
- Наличие собственного вики-сервиса для структурированного хранения файлов
- Бесплатное использование для команд от 1 до 10 человек
- Возможность предоставления практически любых видов и форм отчетности по проекту и пользователям

Недостатки:

- Сложный интерфейс для пользователей

### **GitLabissues**

Является самым непопулярным таск-трекером из рассматриваемых в рамках данной работы. Главной особенностью сервиса является то, что он изначально является частью системы контроля версий «GitLab»

Если говорить о преимуществах, то можно выделить следующие пункты:

- Отсутствие необходимости заводить аккаунт на сторонних сервисах
- Полная интеграция с GitLab
- Бесплатное использование

Также, можно выделить ряд недостатков, а именно:

- Отсутствие поддержки русского языка в интерфейсе
- Отсутствие возможности деления на команды в рамках одного проекта
- Отсутствие встроенной вики-системы
- Отсутствие возможности представления задач в виде канбан-доски
- Отсутствие возможности выгрузки отчетов по пользователям и проекту

Во всех рассмотренных сервисах присутствует возможность коммуникации и общения в команде путем комментирования задач и подзадач, что сильно облегчает процесс понимания задач и помогает избежать непонимания среди участников разработки.

На примере основных отличительных особенностей самых популярных таск-трекеров можно сделать вывод, что нет единственного уникального решения, которое можно выделить на фоне остальных: у каждого есть свои

преимущества и недостатки. И выбор каждой команды должен быть основан на нескольких критериях, которые играют особенную роль для команды или разрабатываемого продукта.

**Список используемых источников:**

1. Езангина Ирина Александровна, Басалдук Анастасия Сергеевна, Голенищева Елизавета Александровна Роль Agile-подхода в повышении эффективности современного банковского менеджмента // Universum: экономика и юриспруденция. 2018. №5 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-agile-podhoda-v-povyshenii-effektivnosti-sovremennogo-bankovskogo-menedzhmenta> (дата обращения: 21.11.2021).

2. Лопатин Д. Н. Agile - новый уровень мотивации в менеджменте // ОмГТУ. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agile-novyuy-uroven-motivatsii-v-menedzhmente> (дата обращения: 21.11.2021).

3. Асваров А.З., Фролов П.В. Методология разработки корпоративных информационных систем Agile // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2017. №СВ2 (13). С. 72-78. URL: <http://nto-journal.ru/uploads/articles/3790a9290573e427d2269ce183efb805.pdf> (дата обращения 21.11.2021)

4. Головач, В.В. Дизайн пользовательского интерфейса - М.: [не указано], 2018. - 275 с.

5. Макнейл, П. Веб-дизайн. Идеи, секреты, советы / П. Мак-нейл. – СПб.: Питер, 2012. – 272 с.: ил.

6. Унгер, Р. UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия / Р. Унгер, К. Чендлер; пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 327 с.

## МЕТОДЫ ПРОДВИЖЕНИЯ САЙТОВ КОМПАНИЙ

**А.А. Патрухина, А.А. Шиян**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. Проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматривается понятие seo-продвижения сайтов, классификация относящихся к нему методов. Также затрагиваются преимущества и недостатки каждого способов применительно к продажам товаров и услуг и приводятся этапы продвижения.*

### **SEO-продвижение, белое SEO, серое SEO, чёрное SEO, контекстная реклама**

С развитием интернета закономерно стал развиваться и интернет-маркетинг. В настоящее время пользователи вместо того, чтобы сразу обратиться в организацию или пойти в магазин, сначала изучают её сайт. И в большинстве случаев потенциальные клиенты не знают конкретное название организации, а ищут только по ключевым словам. Как следствие, большая часть потенциальных клиентов заходят на те сайты, которые оказываются в самых первых ссылках после задания поискового запроса. И в топе самым посещаемых сайтов как раз находятся те, которые использовали разные методы продвижения. В этой статье будет рассмотрен метод продвижения который называется SEO-продвижение.

SEO-продвижение – это метод продвижения, который должен повысить уровень рейтинга сайта в поисковой системе, чтобы сайт поднимался выше и чаще выпадал по разного рода запросам пользователей. Этот метод не является точным алгоритмом, выполнение которого гарантированно приводит к повышению посещаемости сайта, скорее, это набор вспомогательных мер, когда остальными критериями по-прежнему остаются качество контента, проработанная структура сайта, коммерческие факторы, узнаваемость бренда, в т.ч. количество ссылок на сайт («ссылочная масса»), скорость загрузки сайта, поведенческие факторы.

Существует три формы SEO-продвижения сайта: белое, серое и чёрное.

К белому SEO-продвижению сайтов относятся:

- оптимизация сайта. К оптимизации сайта относятся устранение ошибок, увеличение скорости загрузки, проработка удобства интерфейса для пользователей, мета-данные, структура ресурса;
- естественный ссылочный профиль. К естественным ссылочным профилям относятся социальные сети, т.е., страницы в социальных сетях, группы с указанием сайта и т.д., а также обратные ссылки с других сайтов.
- уникальный и экспертный контент. Очевидно, что копирование информации с одного сайта на другой только мешает продвижению, поскольку одним из оцениваемых поведенческих факторов, упомянутых ранее, является просмотр всей страницы сайта. Таким образом, если

пользователь уже видел точно такую же информацию на другом ресурсе, просматривать ту же самую на новом он не будет.

Однако же белое SEO-продвижение не всегда эффективно в чистом виде: оно стоит достаточно дорого, а также сайты продвигаются очень долго. Поэтому очень часто используется вместе с серым и/или контекстной рекламой/SMM.

К серому SEO-продвижению относятся:

- Покупка ссылок;
- искусственная оптимизация – ключевые слова и запросы в текстах и meta-данных;
- PBN-сетка – запуск нескольких тематических ресурсов для проставления ссылок на основной домен. Суть в перелинковке страниц на сайте-доноре так, чтобы ссылочный вес передавался на главную, а с главной – на продвигаемый ресурс.

Серое продвижение приносит достаточно хороший результат, однако при этом должно использоваться исключительно недолгое время и при правильной стратегии.

В случае белого продвижения также упоминалась контекстная реклама. К плюсам использования вместе с белым методом контекстной рекламы вместо серого SEO относятся:

- быстрый старт рекламных кампаний;
- точное попадание и широкий охват целевой аудитории;
- гибкое ценообразование: за показы, клики, действия;
- возможность настройки таргетированной рекламы и оценки эффективности через аналитику.
- не нужно платить за переходы;
- гибкий выбор запросов;
- улучшается техническое состояние сайта;
- улучшается удобство сайта для пользователей.

Однако имеется и ряд недостатков, в частности:

- результат проявляется не сразу;
- достаточные расходы на доработку сайта;
- ограниченная актуальность поиска;
- краткосрочный эффект;
- ограниченное применение.

Третьим типом SEO-продвижения является чёрный тип. Он приносит мгновенный результат, однако является очень опасным типом: часто он приводит к быстрой блокировке сайтов. К чёрному SEO относятся прогон с помощью софта, спам дексинг, клоакинг и т.д. Обобщая, к методам чёрного SEO относятся методы нечестного продвижения, которые чаще всего используются мошенническими сайтами-однодневками.

Несмотря на то, что этот метод продвижения не является чётким алгоритмом, процесс всё равно подразделяется на несколько этапов.

1. Предварительный аудит сайт – это выявление общих проблем с технической и пользовательской стороны.

2. Анализ тематики и конкурентов. Особенно это актуально как для интернет-магазинов и онлайн-сервисов по оказанию услуг, новостных сайтов, форумов, визиток. На этом этапе происходит формирование плана работ и стратегии продвижения. Происходит анализ общей видимости сайта, конкурентов и лидеров рынка, в том числе анализ их сайтов и ссылочного профиля, аналитика на основе поисковой выдачи.

3. Формирование семантического ядра (первичного ядра поисковых запросов). Оно необходимо для:

- формирования структуры сайта;
- составления шаблонов генерации тегов;
- создания грамотной перелиновки;
- внешней оптимизации сайта;
- анализа видимости сайта.

4. Формирование широкой структуры сайта. Он заключается в создании посадочной страницы под каждую группу поисковых запросов.

5. Формирование задания на внутреннюю оптимизацию. В обязательном порядке выполняются следующие шаги:

1) настройка автоматического формирования заголовков на основе шаблонов для категорий;

2) формирование адресов страниц на сайте;

3) оптимизация фильтров;

4) оптимизация работы сайта;

5) удаление дублей;

6) XML-карта сайта;

7) В некоторых случаях настраивается мультиязычность;

8) Пагинация сайта – разделение большого массива данных, имеющихся на сайте, на отдельные страницы;

9) Настройка микроразметки отзывов и информации на страницах карточек товаров.

6. Организация внутренней перелиновки, чтобы поисковик и пользователи могли без проблем попасть на другие страницы.

7. Оптимизация контента. Она заключается в формировании метатегов в заголовках и описаниях на основе поисковых запросов, а также идёт формирование текстов с ключевыми запросами на продвигаемых страницах сайта.

8. Работа с краулинговым бюджетом, то есть, с количеством страниц, которые можно обойти за один раз на сайте. В основном заключается в оптимизации фильтров, используемых на страницах. Особенно актуально это для интернет-магазинов.

9. Повышение уровня удобства использования сайта: упрощение навигации, создание мобильной версии и т.д.

10. Внешняя оптимизация сайта. Заключается в наращивании ссылочной массы.

11. Увеличение конверсий из посетителей и клиентов. Чаще всего заключается в:

- исправлении формы заказов;
- налаживание связи с менеджерами через сайт;
- работа с отзывами;
- настройка триггерных и персонализированных рассылок.

12. Поэтапная оптимизация страниц. Из-за постоянного обновления алгоритмов поисковых систем сайт необходимо постоянно обновлять и оптимизировать, основываясь на ранжировке страниц и анализе трафика по категориям.

SEO-продвижение – это достаточно эффективный метод продвижения сайтов в поисковых системах, который приносит ощутимый результат, однако при этом он требует постоянной поддержки и обновления: улучшения технической составляющей сайта, добавление актуального контента и т.д. Однако вкупе с иными способами продвижения даёт стабильные и достаточно быстрые плоды.

#### **Список используемых источников:**

1. Что такое SEO продвижение сайта [Электронный ресурс]. URL: <https://www.i-media.ru/seo/searchengineoptimization/> (дата обращения 14.10.2021).

2. Поисковое продвижение – что это? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intervolga.ru/adv/seo/> (дата обращения 25.10.2021).

3. 11 этапов SEO продвижения сайта [Электронный ресурс]. URL: <https://netpeak.net/ru/blog/11-etapov-seo-prodvizheniya-saita/> (дата обращения 03.11.2021).

## АНАЛИЗ РАЗРАБОТАННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ МИКРОЭКОНОМИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

**И.С. Пузанов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной статье проводится анализ разработанного автором прикладного программного обеспечения, функционирующего на базе мобильной операционной системы Apple iOS в области учета личных финансов. Доказывается актуальность его разработки, выполняется сравнение с аналогами. Описывается функционал программы. Обосновывается представление интерфейса, разработке которого уделено большое внимание. Приводится статистика по параметрам практического использования этого приложения. Предлагается альтернативный вариант использования разработанного программного продукта.*

### **учёт финансов, программное обеспечение, разработка, интерфейс**

Информационные технологии внедрены и применяются во многих сферах жизнедеятельности человека, в том числе в финансовой сфере. Помимо глобальных задач, решаемых специализированным программным обеспечением в данной области, существуют также локальные, требующие решения финансовых вопросов конечных пользователей.

По состоянию на 25 октября 2021 года в годовом выражении уровень инфляции в России составил 7,97%. За период с 19 по 25 октября индекс потребительских цен, по оценке Росстата, составил 0,28% [1]. На рисунке 1 представлен график изменчивости цен на все товары и услуги за 2019, 2020 и 2021 год.



Рис. 1. Динамика изменения цен на все товары и услуги

Согласно результатам опросов национального агентства финансовых исследований (НАФИ), проводимого среди 1600 человек старше 18 лет в 136 населенных пунктах в 50 регионах России, 51% опрошиваемых россиян ведет учёт финансов. В исследовании говорится: «В подходе к ведению бюджета



россияне разделились поровну: 51% в той или иной степени ведут учет доходов и расходов, 49% признаются, что не ведут. При этом треть россиян (32%) ведут бюджет "в уме": они исходят из примерных сумм ежедневных трат, информации, предоставляемой им приложениями цифрового банкинга и т. п. 12% россиян ведет бюджет вручную, записывая расходы и доходы в тетрадь» [2].

Исходя из предоставленных аналитических данных следует вывод, что вопрос контроля личных финансовых средств сохраняет актуальность на сегодняшний день. Среди основных возможных способов учёта следует выделить: запись расходов и доходов «от руки» в тетради, ведение электронной таблице с организацией нужных показателей, а также использование программного обеспечения.

В настоящее время рынок программного обеспечения предоставляет множество реализаций механизмов ведения учёта финансов. В данной статье рассмотрены существующие мобильные программные продукты распространяемые на площадках App Store и Google Play.

В результате проведенного анализа были выявлены наиболее распространенные решения в данной категории:

1. CoinKeeper 3: учёт расходов
2. MoneyPro - Личные финансы
3. Доходы ОК - доходы и расходы
4. Moneyflow.

Перечисленные программные средства предоставляют необходимый функционал для ведения учёта расходов и доходов, в то же время, обладая следующими недостатками:

- Ограниченный доступ. За пользование предоставляемым функционалом пользователь должен произвести оплату за использование. Демоверсии решают проблему частично, позволяя пользователю использовать программное обеспечение с ограничением базового функционала. Для людей, кто хочет начать вести учёт расходов и доходов, это является негативным фактором.

- Перегруженный интерфейс. Главной задачей данного рода программного обеспечения является запись расходов и доходов, большая часть функционала второстепенна, и не нуждается в представлении явно.

С учетом консолидации функционала и преимуществ существующих программных продуктов, было разработано новое мобильное программное обеспечение для операционной системы Apple iOS, спроектирован пользовательский интерфейс ориентированный на выполнение поставленных задач приложения в данной категории. Программно-аппаратные требования для функционирования разработанного программного обеспечения представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Программно-аппаратные требования

	Минимальные требования	Рекомендуемые требования
Операционная система	Apple iOS	
Версия сборки ОС	13.0	14.1 и новее
Архитектура процессора	armv7(arm64)	
Семейство устройств	iPhone/iPod Touch	
Свободное пространство	20 МБ	50 МБ

Для ведения детального учёта финансовых средств, программное обеспечение предоставляет три базовые функциональные возможности:

1. Запись доходов и расходов
2. Создание категорий (статей расходов и доходов)
3. Отчетность по заданным параметрам.

В дополнении к базовому функционалу разработаны некоторые дополнительные функции:

- Создание дополнительных меток (подкатегорий) для каждой категории, с возможностью просмотра отчетности по каждой из них отдельно.
- Встроенный калькулятор для расчёта финансовых операций внутри программного обеспечения.
- Создание лимитов расходов по каждой категории для контроля личного бюджета.
- Создание целей с возможностью отслеживания своих накоплений.

Разработанное программное обеспечение является готовым и функционирующим программным продуктом, представленным в магазине приложений App Store (от Apple), имеет скачивания и показатели активности в странах Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона, Африки, Ближнего Востока и Индии, а также странах Латинской Америки и стран Карибского бассейна. Инфографика за выбранный период представлена на рисунке 2.

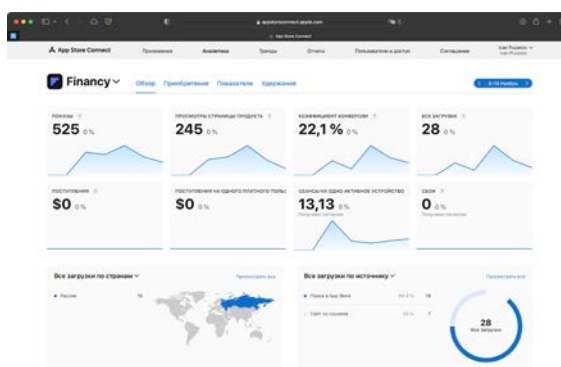


Рис. 2. Инфографика показателей активности приложения

При проектировании и разработке интерфейса программного обеспечения были приняты во внимание следующие критерии:

1. Отсутствие перегруженности интерфейса. Примеры интерфейсов разработанного программного обеспечения приведены на рисунках 3 и 4.

2. Интерактивность и наглядность на каждом этапе использования приложения. От входа, до записи расхода и дохода.

С примерами разработанного программного обеспечения можно ознакомиться на рисунке 3.

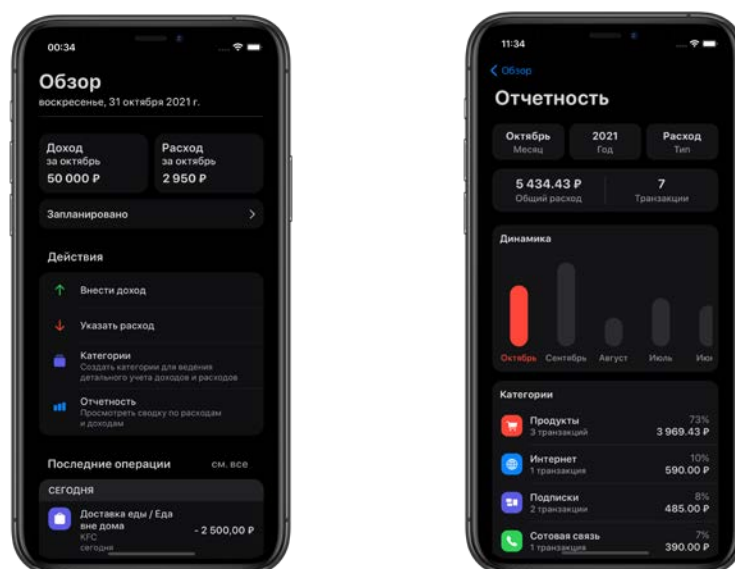


Рис. 3. Примеры интерфейса разработанного программного обеспечения

Разработанное программное обеспечение опубликовано в магазине приложений App Store и находится на этапе развития с внедрением дополнительного функционала, ориентированного на вовлечение пользователя в контроль финансовых средств и привлечении внимания к финансовой грамотности.

Согласно политике конфиденциальности разработанного программного обеспечения, сбор данных об использовании и введенных данных пользователем не производится. Все данные, используемые в приложении хранятся строго локально на устройстве пользователя.

Возможным альтернативным применением данного программного продукта является его использование в качестве инструмента для изучения поведения пользователей в мобильных приложениях, получения практических данных для дальнейшего исследования когнитивного восприятия интерфейса пользователем.

#### **Список используемых источников:**

1. Статистика отрасли: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ind\\_potreb\\_cen.html](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ind_potreb_cen.html) (дата обращения 23.11.2021).

2. Национальное агентство финансовых исследований (НАФИ) [Электронный ресурс]. URL: <https://nafi.ru/analytics/polovina-rossiyan-vedut-semeynyy-byudzheth/> (дата обращения 23.11.2021).

## АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ NFT-ТОКЕНОВ ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ПОДЛИННОСТИ ЦИФРОВОГО ИСКУССТВА

**С.К. Свиридов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире на смену классическому искусству приходит цифровое. С появлением большего количества цифровых произведений возникает вопрос их подлинности, так как в сети часто игнорируются авторские права. В интернет-пространстве теряется ценность цифровых объектов, достаточно просто скопировать различные изображения, звуки или видео. Существуют цифровые подписи, которые создаются на основе блокчейн-технологий, которые позволяют классифицировать и обозначить принадлежность любого цифрового объекта.*

### *NFT-токен, блокчейн, Ethereum, базы данных, цифровое искусство*

За последнее десятилетие информационные технологии предоставили много новых возможностей для создания новых форм и объектов в искусстве. Для пользователей разработали достаточное количество разноплановых программ, приложений и сервисов по созданию цифровых графических 2D или 3D изображений, аудио-видео объектов, при помощи которых возможно сотворить оригинальное произведение искусства. Если раньше художник создает полотно, то оно единственное в своем роде, не каждый сможет даже скопировать стиль мастера, а любая экспертиза докажет, что полотно не оригинал.

Современное искусство стремительно развивается в интернете, огромное количество сообществ художников и дизайнеров загружает свои работы в сеть. Их главной задачей является привлечь внимание к своей персоне, именно поэтому их работы располагаются на различных ресурсах: начиная от простых публикаций в социальных сетях, заканчивая специализированными сервисами, которые представляют из себя интернет-музеи или галереи, куда художник выкладывает свои работы. В таком случае авторы своих произведений выкладывают работы в интернет, где их имя запросто может потеряться в глобальной сети. Если цифровой файл можно загрузить, значит его можно скачать, а значит завладеть. Не смотря на современные технологии, доказать, что скачанный файл принадлежит автору, достаточно трудно.

Для доказательства авторского права на цифровой объект в 2017 году на блокчейне Ethereum появился NFT-токен, который представляет из себя уникальный вид актива [1]. NFT – это аббревиатура от non-fungible token, что в переводе с английского означает невзаимозаменяемый токен. Благодаря ему можно обозначать и присуждать объекты, начиная от цифровых логотипов или картин, заканчивая видеофайлом или доменным именем.

Каждый NFT имеет свой смарт-контракт с определенными набором правил, который нельзя нарушать в рамках сделок и взаимодействия с цифровым объектом. Данный компьютерный алгоритм предназначен для формирования контроля и предоставления информации о владении чем-либо.

Главное, на что стоит обратить внимание, это понятие невзаимозаменяемый, данный токен нельзя подделать или воспроизвести. Для понимания приводится аналогия с взаимозаменяемыми бумажными деньгами. Отдавая в долг купюру определенным номиналом, обратно требуют не ту же самую купюру с тем же порядковым номером, а любую другую, которая будет соответствовать номиналу, так как это основное свойство денежных купюр. На данный момент самым популярным является NFT на блокчейне Ethereum, который имеет ряд особенностей, благодаря которым он и пользуются спросом. Адрес создателя NFT сохраняется как часть NFT, это значит, что информация о владельце является публичной [2]. Также важным аспектом токена на Ethereum является процент роялти, который указывается автором при создании, благодаря которому он сможет получить процент от последующих продаж.

Распространённые примеры использования NFT на данный момент:

- 1) Игровая и кино индустрии, создание запоминающихся и ярких образов в цифровом формате,
- 2) Различные децентрализованные активы, начиная от реальных финансовых, заканчивая виртуальными в различных играх,
- 3) Идентификация различных современных цифровых произведений искусств: токен хранит в себе различные личные цифровые данные об авторе, которые невозможно подделать, благодаря которым идентифицируется объект.

Одним из примеров является популярный NFT-проект CryptoKitties. Этот проект – игра на децентрализованном протоколе Ethereum, которая позволяет покупать, продавать и разводить виртуальных кошек, которые и являются NFT-объектом. В данной игре каждый пользователь после регистрации и подключения кошелька получает собственные NFT-объекты в виде котиков. Так как у каждого имеются свои индивидуальные цифровые объекты, то среди них и формируется рынок, на котором происходят обмен и перепродажи цифровых котиков. Каждый NFT-кот имеет свои уникальные характеристики и свойства, благодаря которым он и приобретает ценность. Рабочее пространство проекта представлено на рисунке 1.

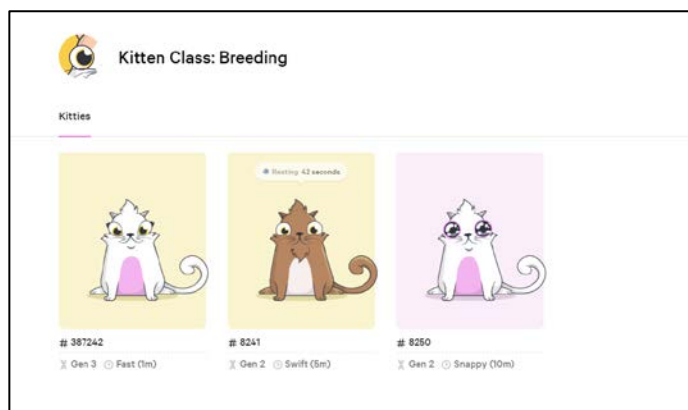


Рис. 1. NFT-объекты сайта CryptoKitties

Существует несколько основных проблем NFT. Первая проблема – потребление большого количества электроэнергии для производства токенов, что негативно влияет на экологию. Сервера блокчейн работают круглосуточно, потребляя электричество, повышают выделение углекислого газа, что способствует глобальному потеплению. Вторая проблема – малая осведомленность пользователей, как именно происходит взаимодействие с блокчейном, NFT-токенами и различными смарт-контрактами, что делает их легкими целями для продвинутых пользователей, которые могут их обмануть.

У некоторых пользователей возникает вопрос, который часто задают в сети: какие существуют параллели у различных NFT-проектов? Является ли все NFT-проекты единой системой, или каждый отдельный проект наоборот конкурирует с другими похожими?

Существует диаграмма, которая основанная на 400 тысячах адресов с ресурса OpenSea. Она отражает количество различных NFT-объектов у каждого из проектов, которые наиболее популярны в сети. На внешнем кольце диаграммы каждая сеть состоит из адресов, которые уникальным образом владеют одним типом NFT. Количество соединений, изображенных на рисунке, представляет собой фактического владение. Диаграмма представлена на рисунке 2.

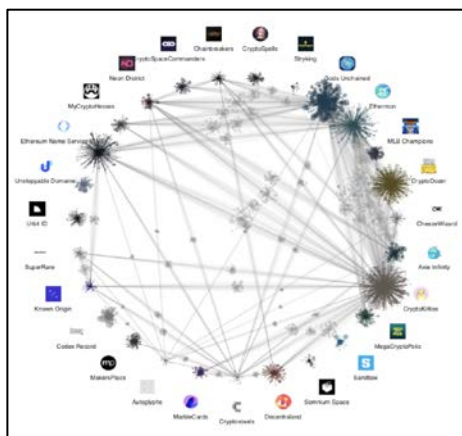


Рис. 2. Диаграмма связи проектов NFT

Если обратить внимание на небольшие проекты, то напрашивается вывод, что пока происходит формирование экосистемы NFT-токенов. На данный момент отсутствует возможность перенести токены с одного проекта на другой, но некоторые сервисы могут представлять из себя интернет-музеи или аукционы, где каждый желающий может собрать свою собственную коллекцию уникальных и неповторимых NFT-токенов, которые могут представлять из себя любой цифровой объект.

Использование данных токенов может навсегда изменить подход к взаимодействию с цифровым искусством. Благодаря им решаются проблемы авторских прав, кражи или подмены произведений искусства в сети. Операции с NFT-токенами проходят гораздо быстрее, чем операции с физическими предметами, что тоже положительно сказывается на процессе реализации [3]. Пользователям станет проще и доступнее поддерживать любимых авторов, а за их поддержку они будут получать различные эксклюзивные цифровые объекты.

Именно поэтому необходимо расширять знания о современных технологиях, которые очень быстро вливаются в повседневную жизнь и становятся ее неотъемлемой частью. Данный вид цифровых активов должен стать более доступным, чтобы каждый пользователь, а тем более любой деятель современного искусства понимал, что из себя представляет данная технология, как ее можно использовать, чтобы ценность искусства не терялась со временем.

#### **Список используемых источников:**

1. INCRYPTED.NET: NFT-Библия (перевод статьи Opensea): сайт. – Украина, 2021 URL: <https://incrypted.net/nft-bibliya-opensea-perevod/> (дата обращения: 13.11.2021).
2. HABR.COM: сайт. – Москва, 2006 – . – URL: <https://habr.com/ru/post/564676> (дата обращения 18.11.2021).
3. DTF.RU: сайт. – 1999 г.

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ИНТЕРАКТИВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И СТУДЕНТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ И ОБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**К.Д. Скоробогатов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Предметом исследования является процесс хранения и обмена электронных материалов во время интерактивного дистанционного взаимодействия преподавателя и студента. Приводится анализ используемых СПбГУТ в рамках образовательного процесса инструментов коммуникации между преподавателем и студентом. Область применения – личный кабинет преподавателя и студента. Результатом исследования является структурная схема информационных потоков инструмента обмена информацией между преподавателем и студентом.*

***личный кабинет, дистанционное взаимодействие, интерактивное взаимодействие, обмен электронными материалами***

Целью данного исследования является реструктуризация информационных потоков обмена электронных материалов между преподавателем и студентом в рамках образовательного процесса. Под электронными материалами подразумеваются личные сообщения студента, группы и преподавателя, а также отчеты выполненных заданиях и иные электронные кафедральные документы.

Организация профессионального образования претерпела изменения из-за внедрения дистанционного обучения. Основным принципом данного вида обучения является установление интерактивного взаимодействия между преподавателем и студентом без непосредственной встречи [1]. Под интерактивным взаимодействием понимается не одностороннее (синхронное) взаимодействие между преподавателем и студентом в рамках учебного процесса.

Одним из инструментов осуществления дистанционного взаимодействия Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича является личный кабинет преподавателя и студента. Однако, на момент написания данной статьи, предлагаемым функционалом этого инструмента участники образовательного процесса пользуются неохотно. Вместо этого, они используют внешние средства для взаимодействия, например, электронную почту, социальные сети и иные системы обмена мгновенными сообщениями, выходя за рамки образовательного процесса, не фиксируя взаимодействие в информационной системе ВУЗа. Выяснить причины непопулярности можно с помощью анализа достоинств и недостатков системы взаимодействия между



преподавателем и студентом в личном кабинете. Достоинствами можно назвать:

- возможность двухсторонней отправки личных сообщений между преподавателем и студентом;
- возможность ответа на входящие письма;
- возможность прикрепления электронного документа к тексту нового или ответного сообщения;
- возможность фильтрации полученных и отправленных сообщений по преподавателю, которому или которым оно было отправлено (для ЛК студента);

Были выделены следующие недостатки:

- отображение сообщений не в виде привычного для восприятия диалога, а как массива отдельных сообщений, с вложенными ответами при их наличии;
- отсутствие персонального хранилища, содержащие электронные документы для отправки студентам при необходимости;
- отсутствие чата группы с преподавателем;
- отсутствие чата студента со своим научным руководителем;

Большинство личных сообщений, отправляемых преподавателям, содержат отчеты к выполненным заданиям. При организации обмена сообщениями, описанной выше, сильно усложняется процесс повторной проверки работ, особенно через длительной промежуток времени, невозможно установить и закрепить срок сдачи работ.

Приём работ осуществляется и с помощью системы дистанционного обучения Moodle. Можно выделить следующие её достоинства на основе источников [2,3]:

- возможность коллективного обмена сообщениями при добавлении компонента «Чат»;
- возможность отправки личного сообщения преподавателю;
- загрузка выполненных работ в специальные формы;
- возможность интеграции коммерческих модулей для проверки сдаваемых работ на плагиат;

Среди недостатков можно отметить:

- отсутствие отдельного раздела, посвященного сообщениям и, соответственно, возможности группировки чатов;
- высокая сложность настройки системы коммуникации;
- обособленное положение от основного инструмента фиксации хода образовательного процесса — личного кабинета.

Исходя из представленных аналитических данных была разработана структурная схема, отражающая существующее взаимодействие студента и преподавателя через информационную систему ВУЗа, а также другие инструментальные средства, представлена на рисунке 1.

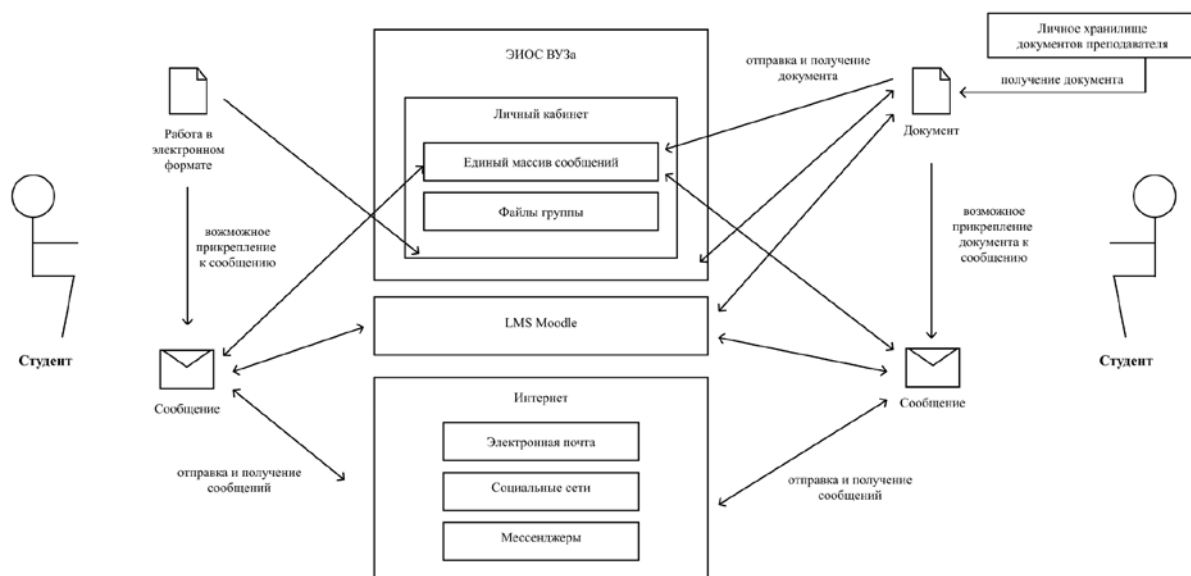


Рис. 1. Структурная схема дистанционного взаимодействия преподавателя и студента на момент написания статьи

На основе проведенного анализа и структурной схемы взаимодействия видно, что часть образовательного трафика выходит за пределы ЭИОС ВУЗа и не фиксируется в ней, не давая возможно впоследствии сформировать общую картину дистанционного взаимодействия студента и преподавателя.

Решение существующей проблемы сложности дистанционного интерактивного взаимодействия преподавателя и студента возможно путем реструктуризации существующей системы обмена сообщениями личного кабинета СПбГУТ. Предлагаемая структурная схема этого взаимодействия представлена на рисунке 2.

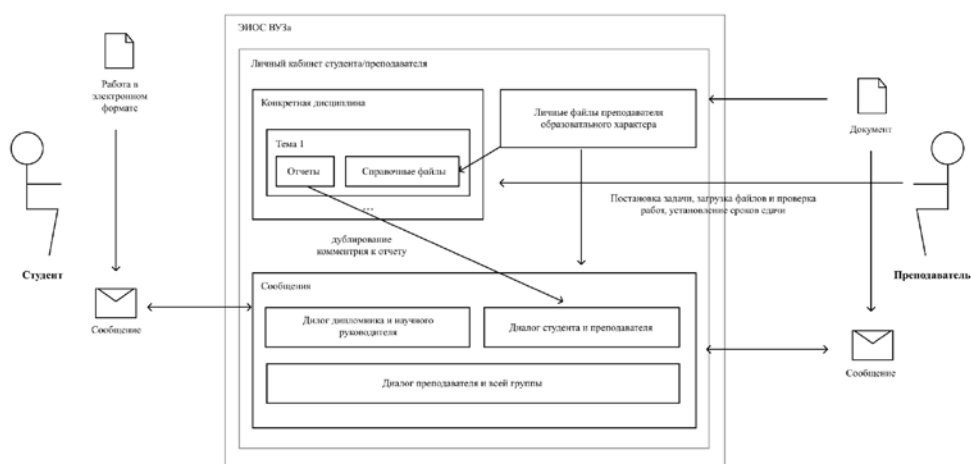


Рис. 2. Предложенная структурная схема дистанционного взаимодействия преподавателя и студента на момент написания статьи

В разработанной структурной схеме можно выделить следующие особенности дистанционного взаимодействия преподавателя и студента:

- разделение единого массива сообщений на отдельные диалоги: преподавателя и студента, преподавателя и группы студентов, студента и научного руководителя;
- сдача студенческих работ через специальную форму в отдельно созданном разделе учебного курса с возможностью ведения дискуссии, предоставления комментариев по проделанной работе через личные сообщения;
- наличие персонального хранилища для каждого преподавателя, содержащие электронные документы для отправки студентам при необходимости;

Вынесенный из области личных сообщений процесс сдачи и принятия студенческих работ позволит в дальнейшем фиксировать сданные работы в системе, устанавливать сроки приема работ, включить систему проверки на плагиат (подобная идея уже выражена в виде патента в Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения [4]), создавать портрет учебной деятельности студента по конкретным дисциплинам, особенно важный для решения вопроса академической задолженности.

Таким образом, в результате проведенного анализа инструментов дистанционного интерактивного взаимодействия преподавателя и студента, используемых в рамках образовательного процесса в СПбГУТ, были выявлены их достоинства и недостатки, повлиявшие на уровень востребованности основного инструмента ЭИОС - личного кабинета. Также выявлена проблема фиксации образовательного трафика за его пределами. Предложена структурная схема процесса возможного интерактивного дистанционного взаимодействия преподавателя и студента, ограниченное исключительно рамками личного кабинета. Реализация системы согласно данной схеме призвана решить приведенные ранее проблемы. В дальнейшем инструмент взаимодействия может быть расширен путем включения функционала проверки работ на плагиат, составления портрета учебной деятельности студента по конкретным дисциплинам.

#### **Список используемых источников:**

1. Давлетова А. А., Алексеев О. А. Дистанционное обучение // Достижения науки и образования. 2021. №1. С. 35-38
2. Харченко А. В., Литвинова Е. С. Оценка организации дистанционного образования студентами // АНИ: педагогика и психология. 2021. №2 (35). С. 307-310
3. Moodle Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.moodle.org/311/en/Main\\_page](https://docs.moodle.org/311/en/Main_page) (дата обращения: 16.11.2021).
4. Поляк М. Д. Программа для автоматизации работы с отчетами студентов в личном кабинете ГУАП. Пат. 2021615132 Российская Федерация; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». – № 2021614466/04; заявл. 1 05.04.2021; опубл. 05.04.2021.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАНИИ

**Д.В. Сметюх, А.А Шиян**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Дополненная реальность уже сейчас находит свое развитие во многих сферах жизни человека. В данной статье рассмотрены преимущества технологии дополненной реальности в образовании. Приведены некоторые результаты исследований о влиянии AR-технологий на обучение. Рассмотрены существующие решения дополненной реальности для работы с учебником. Выделены направления для совершенствования подобных решений.*

*образование, дополненная реальность, виртуальная реальность, education, augmented reality, virtual reality*

Технологии дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) являются перспективным направлением развития информационных технологий в рамках национального проекта «Цифровая экономика РФ». Дополненная реальность (AR) – это новая технология взаимодействия с информацией, позволяющая накладывать виртуальные элементы на наше видение реального мира с помощью каких-либо устройств. В свою очередь, виртуальная реальность (VR) – искусственно созданный цифровой мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух и другие.

В то время, когда новые технологии активно внедряются в повседневную жизнь человека, эффективное использование технологий в образовании становится особенно актуальным. Поэтому применение технологий AR/VR, возможно, является одним из самых перспективных сфер развития. Технологии дополненной реальности способны оказать положительное влияние на процесс обучение.

С AR обучение может стать более интерактивным и интересным, с его помощью можно визуализировать разные процессы и модели, которые не всегда можно получить с помощью стандартных средств. Также технология может быть полезна в рамках дистанционного образования, когда нет возможности на прямую взаимодействовать с необходимыми инструментами, например, с лабораторными установками. В данной статье проводится анализ преимуществ использования технологий дополненной и виртуальной реальности в сфере образования и рассматриваются существующие примеры использования технологий.

AR может оказать значительное положительное влияние на учебный процесс по следующим основным пунктам:

- Вовлечение учащихся и повышение их интереса. Пользуясь приложениями с AR, ученики могут взаимодействовать с виртуальными объектами: перемещать их, вращать, изменять масштаб, рассматривать с разных сторон — другими словами, взаимодействовать с различными интерактивными элементами. Это дает большой импульс к развитию пространственного мышления, повышает качество получаемой информации, делает изучаемый предмет более привлекательным. Интерактивность также позволяет более качественно усваивать разные абстрактные концепции.

- Улучшение запоминания информации. Человеческая память гораздо лучше запоминает визуальные эффекты. AR позволяет вместо просмотра обычных рисунков в учебнике проецировать запоминающиеся интерактивные модели в реальный мир.

Поскольку абстрактные концепции часто используются при объяснении различных природных явлений на курсах естествознания, необходима поддержка этих курсов новыми технологиями. Чтобы обогатить учебную среду учащихся, важно усилить их визуальное и интеллектуальное взаимодействие с помощью технологий, особенно при объяснении абстрактных и сложных понятий [2]. Использование учебников с дополненной реальностью позволяют не только визуализировать учебный материал, но и совмещать виртуальную реальность с физическим окружением, а это значит, что материал можно сделать более запоминающимися и понятными для учащихся.

В статье Wang and Chi 2012 года авторы исследовали влияние дополненной реальности на удовлетворенность и успеваемость учащихся. Их данные показали, что ученики высоко оценили использование инструментария AR при изучении фундаментальных наук о земле, рисунок 1. Обучающиеся узнали, что работа с инструментарием AR не является слишком сложной, поэтому они не чувствовали замешательства или беспокойства. Наблюдался большой интерес к использованию AR для обучения в будущем. С помощью AR можно улучшить понимание пространственных концепций и облегчить усвоение содержания курса. Что касается успеваемости, то ученики получили более высокие баллы в итоговых тестах, чем в предварительных, что указывало на улучшение их успеваемости [1].



Рис. 1. Учащиеся управляют AR системой

Несмотря на то, что технология дополненной реальности действительно является актуальной и обладает рядом преимуществ перед традиционным обучением, возникает ряд проблем ее внедрения в образование. Главными проблемами внедрения AR-технологии в образовании является недостаточное количество готовых разработанных русскоязычных мультимедийных пособий и учебников.

В данной статье приводится исследование возможности применения AR для учебника по физике. Выбор обусловлен тем, что понимание многих концепций и физических явлений является по-прежнему сложным для многих школьников и студентов, а благодаря современным технологиям, в частности технологии дополненной реальности, появляется возможность облегчить процесс обучения и понимания предметной области.

Российская компания «Увлекательная реальность» разработала мобильное приложение для “оживления” страниц печатного учебника с помощью технологии дополненной реальности. В этой версии продукта маркерами дополненной реальности являются страницы школьного учебника, на которых, при просмотре через мобильное устройство, разворачиваются анимированные трехмерные сцены (представлены на рисунке 2) и “живые” демонстрации процессов и явлений по изучаемой теме [3]. В приложении нет возможности влиять на происходящие физические процессы и отсутствует аудио-сопровождения.



Рис. 2. Пример анимированной трехмерной сцены физических процессов

В исследованиях авторов Cai, Liu, Wang, Liu, Liang 2020 года были воссозданы с помощью AR четыре разных физических эксперимента, представленные на рисунке 3. Студенты были разделены на две группы, одна из которых изучала данные темы с помощью AR, другая с помощью визуализации на мониторе компьютера. По результатам проведенных занятий были сделаны выводы, что учебная среда на основе AR может мотивировать учащихся к более глубокому обучению и лучшему пониманию [4].

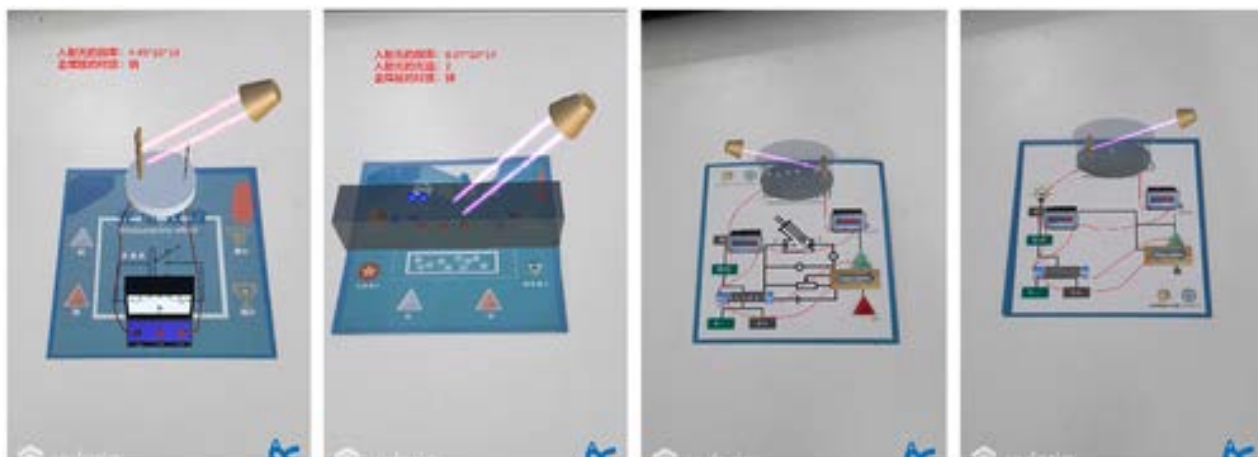


Рис. 3. Физические эксперименты с технологией AR

Проанализировав существующие решения, были определены следующие недостатки:

1) В большинстве существующих учебников с AR не хватает интерактивности между студентом и приложением.

2) Нет аудио-сопровождения, которое бы поясняло происходящие явления и процессы.

3) Необходима большая свобода действий при выполнении самостоятельных опытов.

На сегодняшний день тема использования дополненной реальности в образовании требует дальнейшего изучения, и нуждается в практическом внедрении. Однако уже в ближайшем будущем образование высокого уровня станет немыслимым без данной технологии. AR и VR позволяют развивать пространственное мышление, открывают новые возможности для дифференциации обучения, во много раз усиливают наглядность пособий и помогают познавать мир через личный опыт.

#### **Список используемых источников:**

1. Chang-hwa Wang and Pei-han Chi. Applying Augmented Reality in Teaching Fundamental Earth Science in Junior High Schools. Материалы: Конференция по информационным технологиям, FGIT 2012, Каннег, Корея, 2012 г.

2. Dilara Sahina, Rabia Meryem Yilmaz. The effect of Augmented Reality Technology on middle school students achievements and attitudes towards science education. Материалы: Computers & Education Volume 144, January 2020, 103710

3. Описание учебника физики с AR от компании «Увлекательная реальность»  
[https://funreality.ru/product/ar\\_textbook](https://funreality.ru/product/ar_textbook)

4. Su Cai, Changhao Liu, Tao Wang, Enrui Liu, Jyh-Chong Liang. Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. Материал: British Journal of Educational Technology, Volume 52



## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖКИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ АУДИО И МУЗЫКИ НА ОСНОВЕ CSOUND

**М.С. Чабаев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной статье описываются два подхода к разработке веб-приложений для поддержки аудио приложений на базе Csound [1]. Рассмотрено текущее состояние разработки веб-аудио и некоторые предыдущие результаты. Затем представлена Javascript-версия Csound, созданная с помощью компилятора Emscripten, и описана реализация Csound для собственного клиента, которая является полнофункциональной версией Csound, работающей под управлением в веб-браузерах.*

*веб-приложения, Csound, Javascript*

### **Введение**

Долгое время существует возможность развернуть клиентское приложение на основе Csound в дополнение к уже существующим серверным возможностям системы. Такой сценарий идеально подошел бы для различного использования. Например, в сфере образования можно было бы реализовать удобное обучение компьютерным музыкальным технологиям от средних школ до высших учреждений. Для исследователей данное приложение может предоставить удобные средства для создания прототипов и демонстраций. Композиторы и медиа-художники также могут извлечь выгоду при создании произведений искусства для сетевой среды.

Таким образом, при правильных условиях Csound может обеспечить прочную и универсальную среду разработки аудио для различных задач. В этой статье сообщается о прогрессе поддержки этих условий.

### **Веб-приложение на основе Csound**

Csound – язык программирования для работы со звуком, который уходит корнями в самую раннюю историю компьютерной музыки. До появления технологий, представленных в этой статье, веб-приложения на основе Csound использовали в основном на стороне сервера. Начиная с версии 6.02, Csound также включает встроенный сервер, который можно активировать с помощью опции при запуске. Сервер может получать код напрямую через UDP-соединения и компилировать их на лету. Csound в клиентских приложениях использует веб-браузер в качестве платформы. В прошлом было предпринято две попытки сделать это. Первым был теперь уже не функционирующий ActiveX Csound, который позволял встраивать Csound в веб-страницы как объект ActiveX. Эта технология больше не поддерживается и была доступна только для использования в Windows с Internet Explorer. Вторая попытка была предпринята в мобильном Csound, в котором было разработано приложение на его основе, с использованием Java и развернутое с использованием Java Web Start, обеспечивающее использование Csound на

стороне клиента через браузер. Однако технология требовала специальных разрешений для запуска на стороне клиента и требовала установки Java. Из-за этих проблем и неуверенного будущего Java в Интернете, решение больше не изучалось.

Две системы, описанные в этой статье, являются браузерными решениями, которые работают на стороне клиента. Обе обладают следующими преимуществами:

- Csound имеет большой набор функций для обработки сигналов, которые сразу же становятся доступными для веб-проектов.
- Они скомпилированы с использованием того же исходного кода, что и для настольной версии Csound. Они требуют лишь перекомпиляции.
- Код Csound, который может быть запущен с помощью этих браузерных решений, может быть использован на других платформах.

### **Emscripten**

Emscripten – это проект, созданный Алоном Закаем [4] из Mozilla Foundation, который компилирует язык ассемблера, используемый компилятором LLVM в Javascript. При использовании в сочетании с интерфейсом LLVM Clang, Emscripten позволяет приложениям, написанным на C/C++ или языкам, использующие среду выполнения C/C++, запускаться прямо в веб-браузерах. Чтобы сгенерировать Javascript из C/C++ в исходный код, ассемблер LLVM с использованием LLVM Clang переводит полученный код в Emscripten. Ассемблер LLVM в Javascript, в частности, использует оптимизированное подмножество Javascript под названием asm.js. Подмножество asm.js в Javascript выступает как целевой язык низкого уровня для компиляторов, который предоставляет ряд оптимизаций, которые невозможны со стандартным Javascript. Emscripten имеет встроенные методы для проверки арифметического переполнения, проблем с подписью и ошибок округления. Если эмуляция не требуется, код можно перевести без семантической эмуляции для достижения наилучшего исполнения. Хотя Emscripten может успешно скомпилировать большую часть кода C/C++, существует ряд ограничений этого подхода из-за языка Javascript и времени выполнения. Поскольку Javascript не поддерживает потоки, Emscripten не может компилировать кодовые базы, использующие их. Также невозможно напрямую реализовать 64-битные целые числа в Javascript, поскольку все числа представлены с использованием 64-битных чисел двойной точности. Это приводит к риску появления ошибок округления в скомпилированном Javascript при выполнении арифметических операций с 64-битными целыми числами.

CsoundEmscripten [2] – это реализация языка Csound в Javascript с использованием компилятора Emscripten.

Взаимодействие с кодом состоит из трех основных модулей:

- Библиотека Csound, скомпилированная в Javascript с использованием Emscripten.
- Структура и связанные с ней функции, написанные на C под названием CsoundObj.

- Рукописный класс Javascript, также называемый CsoundObj, содержащий открытый интерфейс к CsoundEmscripten. Класс Javascript является оболочкой для скомпилированной структуры CsoundObj и связанных функций, и подключает библиотеку Csound к API веб-аудио.

### **Csound API для Emscripten [3].**

Чтобы упростить интерфейс между Csound C API и классом Javascript, существуют функции, использующие эту структуру. Некоторые из функций, которые используют эту структуру:

- CsoundObj\_new () - эта функция выделяет и возвращает экземпляр структуры CsoundObj. Он также инициализирует экземпляр Csound и обнуляет значение Csound по умолчанию.

- CsoundObj\_compileCSDD(self, filePath, samplerate, controlrate, buffersize) - эта функция используется для компиляции файлов CSD, в которой требуются аргументы: ссылка на структуру CsoundObj, заданный путь, указанная частота дискретизации, контроль темпа, размер буфера.

- CsoundObj\_process (self, inNumberFrames, inputBuffer, outputBuffer) - эта функция копирует аудиосэмплы во входной буфер Csound и копирует сэмплы из вывода Csound буфер. В качестве аргументов он принимает: ссылку на структуру CsoundObj, целое число с указанием количества копируемых сэмплов, входной буфер и буфер для копирования образцов.

Каждая из других функций, использующих структуру CsoundObj, просто обертывает существующие функции, присутствующие в Csound C API. Функции:

- csoundGetKsmpls (csound) – эта функция принимает в качестве аргумента указатель на экземпляр Csound и возвращает число заданных аудиокадров на музыкальный фрагмент.

- csoundGetNchnls (csound) – эта функция принимает в качестве аргумента ссылку на экземпляр Csound и возвращает количество указанных выходных аудиоканалов.

- csoundGetNchnlsInput (csound) – Это функция принимает в качестве аргумента ссылку на экземпляр Csound и возвращает количество указанных входных аудиоканалов.

- csoundStop (csound) – эта функция принимает в качестве аргумента ссылку на экземпляр of Csound и останавливает текущее исполнение.

- csoundReset (csound) – эта функция принимает в качестве аргумента ccskre на экземпляр Csound и сбрасывает его внутреннюю память.

- csoundSetControlChannel (csound, name, val) - эта функция принимает в качестве аргументов: ссылка на экземпляр Csound, строку и число, которое устанавливает значение указанного канала управления Csound по имени строки.

### **Csound для JavaScript**

Основным API для WebAudio Csound является CsoundObj. Это позволяет создавать приложения с использованием Csound практически без знания API веб-аудио. Интерфейс API Csound, построенный поверх этого, предоставляет удобную оболочку для наиболее распространенных операций (компиляция,

запуск, отправка управляющих данных и MIDI, копирование файлов в изолированную файловую систему и т. д.).

Для тесной интеграции с API веб-аудио можно напрямую использовать узлы механизма Csound: CsoundNode (доступный везде, где присутствует интерфейс AudioWorklet) и/или CsoundScriptProcessorNode. К этим объектам можно получить доступ внутри объекта CsoundObj или создать их напрямую (например, через CsoundNodeFactory или CsoundScriptProcessorNodeFactory).

### **Csound API для JavaScript**

- csound.Play () - запускает исполнение аудио.
- csound.PlayCsd (s) - запускает исполнение аудио из файла CSD.
- csound.RenderCsd (s) - запускает рендеринг файла CSD. Сообщение о завершении рендеринга выдается по завершении.
- csound.Pause () - приостанавливает исполнение аудио.
- csound.CompileOrc (s) - компилирует Csound-код в строке s.
- csound.Event (s) - отправляет событие в структуру Csound.
- csound.SetChannel (имя, значение) - устанавливает значение канала управления.

В дополнение к элементам управления, специфичным для Csound, модуль также включает в себя ряд средств файловой системы, позволяющих манипулировать ресурсами.

Для сервера:

- csound.CopyToLocal(src, dest) – копирует файл в каталоге в папку назначения.
- csound.CopyUrlToLocal(url, dest) - копирует адрес в локальный файл.
- csound.RequestFileFromLocal(src) - запрашивает данные из локального файла.

### **Заключение**

В этой статье рассматривались два разных подхода к созданию и поддержке веб-приложения на основе Csound. Первый состоял из версии Javascript созданный с помощью компилятора Emscripten, а второй - на чистом Javascript. Первый имеет то преимущество, что пользуется широкой поддержкой множества браузеров, но еще не полностью развернут.

С другой стороны, второй имеет больше возможностей и прост в реализации.

### **Список используемых источников:**

1. Boulanger, R. (ed.): The Csound Book. The MIT Press (2000)
2. Csound for Emscripten, <https://github.com/csound/csound/tree/develop/emscripten>
3. Web based Csound <https://flossmanual.csound.com/csound-frontends/web-based-csound>
4. Alon Zakai et al., Emscripten: An LLVM-to-JavaScript Compiler, [http://kripken.github.io/emscripten-site/docs/introducing\\_emscripten/about\\_emscripten.html](http://kripken.github.io/emscripten-site/docs/introducing_emscripten/about_emscripten.html), retrieved August 13, 2015.

## FEATURES OF CREATING VIRTUAL GEOMORPHOLOGICAL MAPS ON THE EXAMPLE OF THE LENINGRAD REGION

**P. Chizhik**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*The importance of building virtual maps for studying the geomorphological structure of the region is considered. The emphasis is on the Leningrad region. The main stages of building such maps are listed. An overview of already created systems is made.*

*virtual maps, geomorphology, Leningrad region*

Humanity and the relief of the earth's surface constantly and comprehensively influence each other. The shape and nature of the relief affect the development of economic activity, the placement of buildings and residential premises, and the placement and migration of human settlements also depend on it. In order to solve the issues of nature management, the rational distribution of resources and economic aspects, it would be quite clear to build a virtual geomorphological map, clearly showing all the irregularities of the earth's surface. The Leningrad Region was selected as the target region.

Investigating the relief of the Leningrad region, It is possible to draw a general conclusion that, on the whole, the territory is not contrasting and dissected in geomorphological terms. The relief is flat with insignificant absolute heights. However, a feature of the region is the presence of two largest tectonic structures: the Baltic crystalline shield and the Russian plate.

The introduction of the above structures would greatly facilitate the understanding of the geological and geomorphological processes taking place in this region.

The main purpose of this work is to consider the possibilities of constructing virtual maps in order to identify the relationship between relief and geological structure with various spheres of human activity. This topic is relevant and may be of interest both when studying the phenomena and processes occurring on the territory of the Leningrad Region, and when planning the development of the spheres of human activity considered in the work [1].

The main feature of building virtual maps in order to display geomorphological processes is interactivity. The user will literally be able to assess the state of the process in detail, moving away or closer to one or another form of relief. The creation of such models is possible thanks to computer graphics.

The image of virtual reality maps is closely related to geographic information systems. Geographic information systems have a unique ability to integrate different types of data. It uses spatial location and digital map overlays to integrate and analyze terrain data, revealing relationships between different types of data. Maps and data are the backbone of GIS, which then organizes information into

separate layers for the purpose of visualizing, analyzing and combining them to reveal the meaning of the data.

The connection of geographic information systems and virtual reality allows users to most accurately represent information about the area under study.

There are 4 main properties of geographic information systems in conjunction with virtual maps:

1. Continuity and multiscale
2. Popup windows
3. Live feeds
4. Combining different data

In more detail about each of the properties:

1. Continuity and multiscale: maps allow you to move and zoom the map. They literally have no boundaries: you can move the map and zoom in anywhere. Even if you do not have work data for a specific area, the basemap always remains.

2. Popup windows: pop-ups allow you to extract more information from the map upon request. This means that a single map view window can also open up a whole world of related information, including charts, photographs, media files, and other map layers. The ability to link such a huge amount of resources on a map has changed the way we think about maps.

3. Live feeds: online maps are no longer static. Now they can reflect the real situation, since the online layers contain the latest, relevant information. For example, when you change any form of relief, the maps that refer to these layers are also updated.

4. Combining different data: It is possible to combine more than just your own data on maps. Along with your own data, you can display information from other users if it is useful and suitable for research purposes.

In virtual simulations, multilevel approximations are often used. Several approximations with different levels of detail are performed for the same model of a relief, landscape or vegetation cover. This allows you not to be limited to increasing or decreasing the scale, but to move, if necessary, to a different level of detail. This is how a kind of multilevel generalization arises.

Returning to the relief of the Leningrad region, it is important to note, that displaying the Baltic crystalline shield on virtual maps will allow to study the rocks that make up this structure overhead. The rocks that make up the Baltic Shield vary in different ancient geological ages. A visual display of each of the rocks will help the user, without additional correlations of several types of maps, to establish the paleogeographic conditions that prevailed in the location of the structure.

Speaking about the Russian plate, it is necessary to establish that this is a large part of the Leningrad region, where the crystalline basement is covered by a cover of marine sedimentary rocks of age from the Paleozoic to the Quaternary. Tectonic movements are almost invisible here.

The creation of virtual maps will greatly facilitate understanding of the complex processes occurring within the structure. The ability to add additional

functions to virtual maps can help to "look" inside the structure and see the processes that have formed the plate in the form it has now.

Virtual geomorphological maps are created in several stages.

Stages of creating geomorphological maps in virtual reality:

1. Aerial photography and satellite imagery. These images are used to create a digital elevation model, an elevation image constructed from elevation values, usually located at the nodes of a regular grid.

2. The photo. An important point at this stage is to find absolutely any relief elements on the structure under study. Each of them is extremely important to photograph. Any detail, even at first seemingly insignificant, can be of great benefit in the future when exploring the territory on a virtual map.

Photos are superimposed on aerial and satellite images.

3. Cameral processing of images. Each fragment of the structure must be processed in the same way. If there are any differences in the images, the user can form a wrong idea about the area and, accordingly, draw wrong conclusions.

4. Combining pictures. This stage is extremely necessary to create a kind of virtual space.

5. Creation of a tour on the map. The final stage of map creation. This is the creation of the dismemberment of the elements of the structure, the imposition of effects in order to improve the illusion of being in virtual reality, possible sound effects. It is possible to shape external effects of the environment [2].

Undoubtedly, the creation of such types of map is most expedient on the basis of existing interactive geoinformation systems with visualization.

Such maps are also of interest to the general user, because on them, as on ordinary cartographic portals, it is also easy to find any point of interest on the map, and often form the route of the intended travel. The services Google Maps, Google Earth and NASA WorldWind, which contain information on the entire earth's surface, are the most famous and recognized among online projects of this type.

In modern computer cartography, virtual reality appears as a kind of artificial construction, a model of a real or abstract object or situation that exists in a software-controlled environment. You can interact with them - manage them, solve some problems and make decisions - with the help of certain programs. Any geo-image is presented in a graphical figurative form, has a projection, scale and is generalized [3].

Thus, a virtual geo-image includes an image of the object itself, its surrounding virtual environment, as well as means of their interaction with each other and with an observer (user), who is able to interactively control both the object and the environment. Accordingly, the virtual modeling system contains three subsystems: the formation of a virtual model; managing the environment and changing its parameters; entering from the database additional information, new, including abstract objects.

Such maps reveal a large number of possibilities when exploring a particular territory. Speaking about the Leningrad region, it should be noted that all its

structures are beloved, it is rather difficult to study all stages of relief formation using ordinary pictures. Virtual geomorphological maps make it possible to see various geological processes and phenomena and draw conclusions about paleogeographic settings.

**References:**

1. Chizhik, P. A. Geomorphological analysis of a region: A case study of Leningradskaya Olast' // SPBSU. – 2019. – P. 16-19.
2. Berlyant A. Cartography// Aspect press. – 2002. — P. 274-276.
3. Skhirtladze A., Moiseev V. Informatics, modern information technologies/ Penzgtu. 2015 г., P. 449-456.



## ПРОБЛЕМЫ ВЕДЕНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ СО СПИРАЛЕВИДНЫМ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ В CONFLUENCE

**А.А. Яковлев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены основные проблемы, которые возникают при ведении базы знаний о информационных системах со спиралевидным жизненным циклом в системе confluence и предложены способы решения таких проблем.*

*база знаний, confluence, внутренняя документация, структура документации*

### **Введение**

При разработке современных информационных систем, которые разрабатываются с использованием гибких методов разработки (agile), рекомендуется вести базу знаний по выпускаемому продукту.

База знаний – это сборник статей о разрабатываемой системе, в которых может отображаться любая информация, которая может понадобиться для работы коллектива, участвующего в создании системы.

Особенно актуальны базы знаний именно в agile командах, которые трудятся над системами со спиралевидным жизненным циклом, так как в таких проектах доработки одного и того же модуля системы могут иметь промежуток в месяцы или даже в годы. Сотрудники за это время могут уволиться или забыть необходимую информацию, а база знаний будет являться интеллектуальным активом компании, сохраняя всю необходимую информацию.

У таких баз знаний прослеживаются несколько основных проблем, которые обнаруживаются по ходу эксплуатации:

- Сложности с поиском информации;
- Полнота информации;
- Редактирование информации в нескольких местах;
- Временные затраты на ведение.

Обычно такие проблемы появляются из-за плохой структуры базы знаний и незнания функционала системы, в которой ведётся база знаний.

Так как самой популярной системой для ведения такой документации является confluence, в статье все примеры представлены именно для этой системы, но могут быть использованы и в других системах.

### **Иерархия и дескрипторная классификация**

В начале, когда только создаётся база знаний, необходимо проработать иерархию статей, которая будет храниться в базе знаний. Правильно спроектированная иерархия избавит базу знаний от дублирующих статей и позволит пользователям легко ориентироваться по разделам.

За основу иерархии можно взять отдельную функциональность внутри системы, разделив её на отдельные крупные блоки, избавившись по возможности от ссылок между отдельными блоками. Так на пример можно выделить функциональность аутентификации, подключения к внешним системам, функции лицензирования системы, функции работы с кэшем и многое другое, в зависимости от вашей информационной системы.

В описание функций стоит вынести описание, архитектуру, кейсы использования, способы администрирования, способы взаимодействия, требования и ограничения, которые необходимо было соблюсти при разработке. Этот набор описывает все возможные элементы системы, которые потребуют доработки при изменении функции.

В качестве вспомогательных разделов, которые надстраиваются рядом с разделом про функции системы, могут выделяться инструкции для обслуживания и развёртывания системы, глоссарий терминов, обучающие материалы, информация о технологическом стеке, описание внутренних ресурсов для тестирования системы, шаблоны и гайдлайны, которые используются в команде, описание релизов и так далее. Дополнительные блоки позволяют ускорить процесс адаптации новых сотрудников (особенно на это влияет глоссарий терминов, обучающие материалы и технологический стек), упрощают работу всей команде (особенно шаблоны, гайдлайны и инструкции по развёртыванию и обслуживанию) и ускоряют выпуск публичной документации по результатам релиза благодаря пункту «описание релизов» и документации по самим функциям.

Название раздела	Описание раздела
<a href="#">Глоссарий</a>	В данном разделе можно изучить все ключевые термины, которые вы можете найти в других статьях или услышать во время рабочих разговоров.
<a href="#">Документация по API сервера</a>	В данном разделе собраны все методы API с подробным описанием, как взаимодействовать с этими методами.
<a href="#">Документация по фичам</a>	Это главный раздел документации. Тут подробно разбираются все функции платформы. Тут находятся требования к фичам, описание архитектуры, кейсы, инструкции для администрирования и дублируются методы, которые используются для взаимодействия с этой функцией.
<a href="#">Документация по фреймворкам</a>	В данном разделе собраны все методы фреймворков с подробным описанием, как взаимодействовать с этими методами.
<a href="#">Кейсы использования нашей системы</a>	В этом разделе описываются кейсы, которые наши партнёры реализовывают на нашей платформе.
<a href="#">Маркетинговые материалы и конкуренты</a>	В разделе собраны сведения о наших конкурентах и данные, которые могут использоваться в маркетинговых материалах
<a href="#">Инструкции, обслуживание и развёртывание</a>	Этот раздел содержит все инструкции по развёртыванию, настройке и обслуживанию серверов.
<a href="#">Обучающие материалы</a>	Раздел посвящён разным обучающим материалам по платформе.
<a href="#">Описание релизов</a>	Тут собраны описания для всех релизов с описанием внедрённых функций.
<a href="#">Сотрудники и работа в команде</a>	Список всех людей, которые работают над платформой с кратким описанием компетенций
<a href="#">Тестовые ресурсы</a>	Самая популярная статья документации, в которой собрана информация о всех тестовых серверах платформы и источниках данных. Для источников данных описаны способы подключения и хранимые процедуры. Процедуры имеют подробное описание.
<a href="#">Технологический стек</a>	Тут собран список всех технических элементов, которые используются внутри платформы с ссылками на полезные статьи. Актуальные версии библиотек
<a href="#">Гайдлайны</a>	Тут собраны все шаблоны для статей и инструкции по ведению документации

Рис. 1. Пример иерархической структуры.

На равне с иерархией разумно использовать и тегирование статей, тем самым добавляя к иерархическому классификатору ещё и дескрипторный, который позволит ориентироваться по смежным статьям. Дескрипторы, они же теги, выбираются уникально под каждую систему, но рекомендуется использовать название функций, к которым относится статья, тип статьи

(например инструкция, описание функции, release note, обучающий материал).

Список всех тегов для навигации по документации

A-Q	R-Z	A	В	Г	Д	З	
android drawio foresight ios json kerberos ldap nfs3/nfs4 oracle postgresql push_уведомления	road_map s3 sap sentry smb/cifs smtp soap sql_server web	авторегистрация администраторы аутентификация_на_источниках_данных аутентификация_пользователей_api	витрина_приложений	гайдлайны гlossарий группы_пользователей_api	дельта докачка документация_по_фичам документация_по_фреймворкам	заголовки	
И	К	Л	М	О	П	Р	С
инструкции источники_данных	криптопро_dss кэширование	лицензирование логирование локальная_база_данных локальное_файловое_хранилище	методы_api	обучение обучение_по_android обучение_по_ios обучение_по_серверу описание_релизов опросы	пользователи_api проекты	расписания реальные_кейсы ресурсы	сервера сертификаты собственный_коннектор сотрудники среды структура
Т	У	Ф	Э	0-9			
тестовые_ресурсы_проекта технологический_стек транзакции	устройства учётные_данные	файловые_коннекторы фильтрация_кэша	экспорт/импорт_проектов	1с			

Рис. 2. Пример списка тегов для дескрипторной классификации.

Иерархический и дескрипторный классификатор позволят решить проблему навигации по базе знаний, а также сократить количество дублирующих статей, что положительно влияет на полноту информации и поисковые системы.

### Сводные документы

Для того, чтобы информацию при изменениях не приходилось изменять в нескольких местах одновременно одной иерархии может быть недостаточно. В таких случаях рекомендуется использовать механизм сводных документов, когда кусок одного документа является так же куском другого документа, что позволяет менять информацию в одном месте, чтобы она изменилась сразу во всех смежных документах.

Так для примера можно создавать страницы с методами API. Имея единый документ с описанием всех методов API, он нарезается на отдельные сводные документы и каждый из этих документов может быть подключён к нужной статье без дублирования информации. Так же это может работать и в обратную сторону, когда уже существуют статье в которых есть какая-то информация и нужно создать страницу, на которой были бы сразу все элементы из разных статей.

В confluence для сводных документов предусмотрен плагин "Excerpt" и "Excerpt Include". "Excerpt" – отвечает за нарезку страниц на элементы, а "Excerpt Include" – отвечает за подключение уже нарезанных элементов в другие статьи.

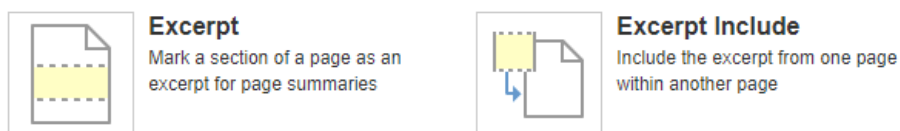


Рис. 3. Плагины "Excerpt" и "Excerpt Include" в confluence.

Сводные документы позволяют сократить количество вносимых изменений, повышая тем самым качество базы знаний за счёт того, что сотрудник, редактирующий базу знаний, не может забыть изменить информацию в какой-то статье.

### Автогенерируемая документации

Для сокращения время на заполнения документации можно использовать системы автоматической генерации документации и внедрить их в процесс CI/CD. Так для примера можно автоматизировать процесс создания документации по API средствами swagger или автоматизировать документацию по разрабатываемым фреймворкам (например Doка для android фреймворков на языке kotlin).

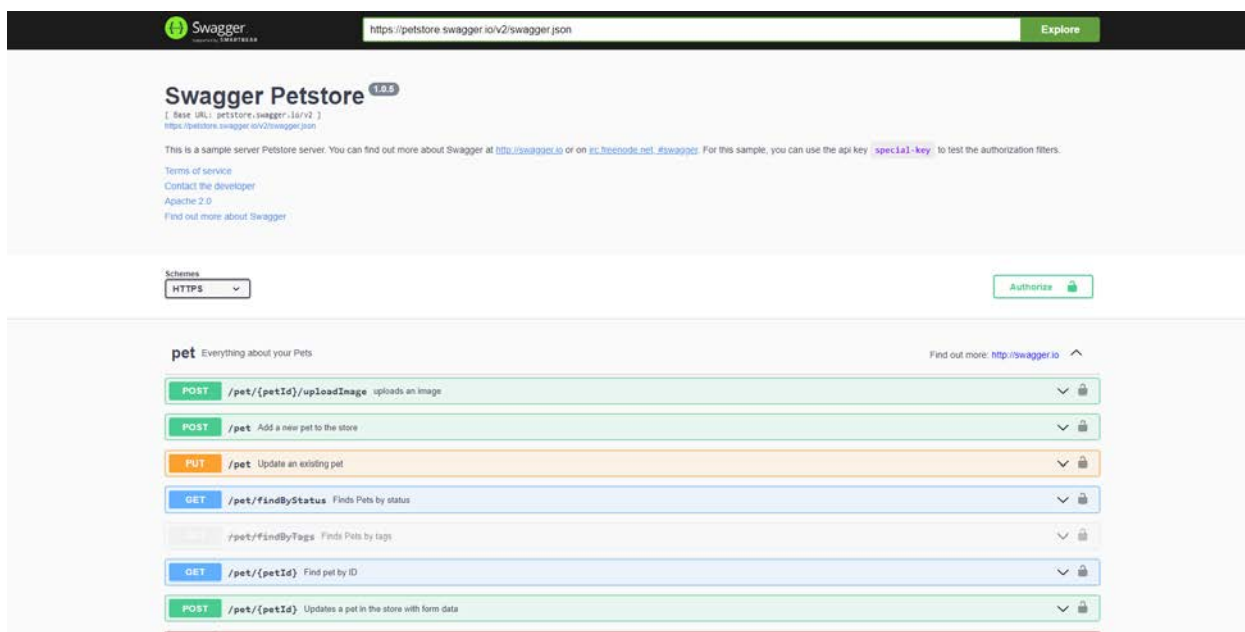


Рис. 4. Пример интерфейса swagger.

Автоматизация документации позволяет сэкономить время разработчиков и улучшить качество базы знаний.

### Выводы

Грамотная навигация, использование сводных документов и автоматизация создания отдельных статей в документации позволяет решить основные проблемы, которые возникают при ведении баз знаний информационных систем.

Так же можно добавить, что для эффективного использование базы знаний можно использовать цветовую маркировку внутри статей, используя плагины "Status", "Info", "Note", "Tip" и "Warning", навигацию внутри разделов, используя плагин "Children Display", и внутри страниц, используя плагин "Table of Contents".

### Список используемых источников:

1. Manifesto for agile software development. Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R.,

Kern, J., Marick, B., Martin, R., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. [Электронный ресурс] — Режим доступа: [www.agilemanifesto.org/](http://www.agilemanifesto.org/) Дата обращения: 21.11.2021

2. ПРОГРАММЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://academyopen.ru/journal/277> Дата обращения: 21.11.2021

3. Обзор рынка труда в ИТ-сфере в начале 2021 года в России и Санкт-Петербурге [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://spb.hh.ru/article/28685> Дата обращения: 21.11.2021

4. Agile - «вакцина» для бизнеса в условиях пандемии [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://web-control.ru/novosti/news\\_post/agile-vakcina-dlya-biznesa-v-usloviyah-pandemii](http://web-control.ru/novosti/news_post/agile-vakcina-dlya-biznesa-v-usloviyah-pandemii) Дата обращения: 21.11.2021

5. Как не превратить корпоративную базу знаний в хаос: наш опыт борьбы с Confluence [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/430500/> Дата обращения: 21.11.2021

6. Agile в России — 82.9% компаний сообщают, что используют хоть что-то из Agile. Первые результаты опроса [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/yougile/blog/340936/> Дата обращения: 21.11.2021

7. Swagger UI [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://swagger.io/tools/swagger-ui/> Дата обращения: 21.11.2021

8. Проектирование в Confluence [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/tinkoff/blog/495038/> Дата обращения: 21.11.2021

9. Как мы используем Confluence для разработки требований к продукту [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/infowatch/blog/542840/> Дата обращения: 21.11.2021

10. Глаголев В. А., Азаров А. Е. ОБЗОР ПОДХОДОВ К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СТИЛЕ AGILE OVERVIEW OF AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT APPROACHES – III МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ "ХЭЙЛУНЦЗЯН-ПРИАМУРЬЕ" сборник материалов Международной научной конференции. Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема. 2019.

11. Кирьянов Б.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКОЙ МЕТОДОЛОГИИ AGILE В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). 2020.

## **4. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

### **Секция 4.1. Цифровая трансформация, инновации, бизнес**

## ВИРТУАЛЬНЫЕ КОНЦЕРТЫ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ВИД ДОСУГА

**М.Ю. Абабкова, Э.С. Кузнецова**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Данная статья рассматривает онлайн-концерты как инновационный вид досуга, проводя сравнение со всеми существующими на данный момент форматами проведения музыкальных концертов. В процессе исследования были анализированы онлайн-концерты таких артистов, как Metallica, J Balvin, Travis Scott, Phoebe Bridgers, Teddy Riley. Был проведён анализ коммуникативных стратегий во время концертов приведённых артистов, отличия со сценариями в рамках других форматов, выявления выигрышных стратегий и инструментов. Высокое внимание обращено к уникальным инструментам и характеристикам присущим только рассматриваемому формату.*

**коммуникация, COVID-19, музыка, досуг, онлайн-концерты, VR-технологии**

Развлекательная сфера в оффлайн формате пострадала от пандемии больше всего. Меры по нераспространению COVID-19 ограничивали перемещение людей во время первого локдауна, что стало причиной поиска людьми занятий, хобби и развлечений, реализуемых вне зависимости от места нахождения человека. Таким образом, практически вся деятельность, ранее представляемая в оффлайн-формате, была переведена в онлайн, в последствии у общества появилась возможность получать услуги, не выходя из дома. Согласно статистике, только к августу 2020 г. спрос на онлайн-курсы на платформе Skillbox возрос на 20%, а на ресурсе Учи.ру упоминается прирост в 8 раз [1]. К осени 2021 г. упрощено посещение оффлайн мероприятий, но единственная сфера, которая по сей день не может быть реализована в полной мере в оффлайн-формате — это ивент-индустрия.

О спросе на подобные онлайн мероприятия говорит статистка, предоставленная платформой StageIt, созданная в 2011 г. специально для виртуальных выступлений артистов. Создателями был отмечен заметный скачок заинтересованности в платформе с началом локдауна [2]. Штат сотрудников вырос в 10 раз. Также, согласно Statista, 73% опрошенных музыкальных фанатов смотрели онлайн-концерты, 60% планируют продолжить просмотр онлайн-концертов после возвращения полноформатных оффлайн-концертов, и 80% имеют желание посмотреть онлайн-концерт чтобы поддержать любимого артиста [3].

Концерт, как культурно-развлекательное мероприятие, затрагивает не только информационный аспект, но также и досуговый (хобби). Если передача информации любого рода в онлайн-формате не сталкивается с трудностями, то передача эмоций и достижение обратной связи от аудитории усложнено. Для этого даже существует термин Кама Мута, которое

объясняется как «непонятное теплое чувство неизвестного происхождения» [4]. Согласно существующему исследованию на тему перцепции виртуальных концертов, зрителям свойственно получать больше удовлетворения от физических офлайн-концертов. Причиной этому служат такие факторы, как ощущение присутствия, взаимодействие артиста с аудиторией, окружающая среда (концерт на открытом воздухе или на закрытой концертной площадке). Во время онлайн концертов существует возможность легко отвлечься, для них характерна меньшая внимательность зрителей из-за отсутствия затрат на билет (в большинстве случаев), поэтому в совокупности все эти факторы обуславливают проблему построения верной коммуникации между артистом и аудиторией в виртуальном пространстве.

Необходимость выделения виртуальных концертов как отдельного инновационного вида досуга обуславливается набором отличительных черт, характерных только лишь для виртуальных мероприятий. В первую очередь следует разграничить понятия онлайн-концерта, лайв-трансляции и записи концерта, что представлено в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Характеристика современных концертных мероприятий

	Онлайн-концерт	Лайв-трансляция	Видеозапись концерта	Офлайн-концерт
Характеристика	Специально созданное мероприятие, доступ к которому чаще всего осуществляется посредством специальных ссылок через покупку билетов	Трансляция концерта, проходящего в офлайн-формате	Съемка офлайн-концерта, размещённая в интернете	Публичное исполнение музыкальных композиций на концертной площадке
На какую аудиторию нацелен артист	Только онлайн-аудитория	Преимущественно офлайн-аудитория	Офлайн-аудитория	Офлайн-аудитория
Взаимодействие с аудиторией	Да	Частично	Нет	Да
Канал взаимодействия	Прямой, с помощью спец. технологий	Посредством чата	Нет	Прямой физический
Запись	Не доступна по окончании концерта	Доступна по окончании концерта	Доступна по окончании концерта	Чаще всего не осуществляется

Прямое взаимодействие с аудиторией – черта, присущая лишь онлайн и офлайн-концертам. Онлайн-концерты выигрывают перед классическими наличием больших возможностей коммуникации, недоступных в контексте онлайн-концерта, и в то же время артисты заинтересованы в подобной обратной связи не в меньшей мере.

За последние два года форма организации онлайн концертов претерпела значительные изменения. Первым примером в истории онлайн концертов является мероприятие Фиби Бриджерс, которая анонсировала свой онлайн-концерт в 2020 г., сидя перед камерой в своей комнате. Она прокомментировала, что «очень странно сидеть одной в своей-комнате,



понимать, что на тебя смотрит десять тысяч человек и не получать никакой обратной связи» [5]. Отсутствие дополнительных технологий во время концерта артистки, тем не менее, относит мероприятие к лайв-трансляции, нежели к онлайн-концерту. Продюсер R&B Тедди Райли стал одним из первых, кто начал продвигать онлайн концерты на профессиональном уровне, со своей командой Blackstreet установив несколько камер и транслировав концерт на несколько платформ - Omnis, Vuuzle и Pluto TV, однако даже при таком высоком уровне подготовки артист отметил двустороннее «отключение» и отсутствие вовлечения в происходящее – «Когда ты выходишь, говоришь толпе «Закричите Хоооу» и пытаешься добиться участия толпы в происходящем на сцене – не всегда получается, а тут остаётся только надеяться на то, что кто-то сидит у себя дома, включит микрофон на своем ноутбуке, планшете и выкрикнет несчастное «Хоооу»..» [6]. Подобный опыт стал причиной построения новой модели онлайн концертов, в которой зрители в онлайн-пространстве будут задействованы и вовлечены в происходящее. Согласно характеристикам, приведенным в табл. 1, специальные каналы коммуникации позволяют вовлечь большее количество зрителей и наладить обратную связь.

Концерт – это особая форма коммуникации. Коммуникация происходит в разных каналах, как артист-зритель, так и зритель-зритель. Первое – это факт взаимодействия артисты со слушателем, получение от него обратной связи, второе – обмен мнениями, комментариями и эмоциями во время и после концерта и выступления артиста между людьми, кто туда пришел. В онлайн формате второе осуществляется довольно часто в чатах, прикрепленных к трансляции, это свойственно лайв-трансляциям и практиковалось и на первых этапах внедрения онлайн-концертов, но на данный момент онлайн-концерты перешли к другим инструментам коммуникации со зрителями.

На первых этапах становления онлайн концертов доступ зрителя к чату как инструменту коммуникации, как правило, регулировался уровнем подписки или наличием (отсутствием) купленного билета. Таким образом, первой мотивацией к покупке дополнительных опций для посещения онлайн-концерта может стать привилегированный статус зрителя, который обуславливает большую вовлечённость зрителя в концерт и в происходящее.

В отличие от оффлайн-мероприятий, где чаще всего не требуется третьих лиц для регулировки коммуникации, в рамках онлайн-формата необходимо введение дополнительной функции делегации и модерации сообщений и иных форм коммуникации.

Таким образом, приобретение билетов - одно из средств отладки коммуникации путём повторения нарратива оффлайн-концерта и ощущения привилегированности.

Следующим выступает «лотерея» билетов – розыгрыш привилегированных мест на онлайн-концерте. Одним из крупнейших артистов, применившим данную стратегию выступила группа Metallica в

рамках акции своей благотворительной организации Helping Hands Concert & Auction в ноябре 2020 г. [7]. В течение мероприятия сцена была оборудована специальными экранами, на которых были выведены фанаты, выигравшие в розыгрыше, и имели возможность комментировать происходящее с использованием микрофона по разрешению модератора, а также выступали имитацией живой аудитории фанатов. Подобный опыт доступен лишь в рамках онлайн-концерта.

В рамках создания нового контента артисты также зачастую обращаются к взаимной интеграции технологий. Яркими примерами служат виртуальные концерты «внутри» игр. Такими отличились Travis Scott, Ariana Grande, J Balvin [8]. Все эти три артиста проводили свои концерты внутри игровой площадки Fortnite, отличительной чертой стала визуализация артиста. Изображение артистов транслировалось на местность игровых площадок, создавая интерактивную сферу, так как игроки могли перемещаться и наблюдать за исполнителем в режиме реального времени со 180 градусов.

Некоторые артисты привлекали специальные виртуальные технологии для создания аватаров для исполнителя из платформы игры, на которой проводилось мероприятие - что указывает на привлечение технологий виртуальной реальности в музыкальную концертную индустрию – так было сделано на концерте Travis Scott в игре Fortnite. (см. рис. 1). [8]



Рис. 1. Аватар Travis Scott во время виртуального концерта в игре Fortnite

Резюмируя вышесказанное, онлайн-концерты обладают отличительными характеристиками присущими только указанному формату, выделяя их в отдельный вид досуговой деятельности. Ими являются:

1. Легкодоступность и возможность посещения концерта вне зависимости от местоположения зрителя.
2. Низкая цена приобретения билета на посещения концерта.
3. Более высокий уровень вероятности взаимодействия с артистом по сравнению с офлайн-концертами.
4. Возможность построения коммуникации с более заинтересованной группой зрителей посредством доступа в платные чаты.
5. Возможность наблюдать уникальные выступления, записи которых не будут сохранены.

6. Наблюдение и взаимодействие в коллаборативных проектах (например, в играх), которые могут быть проведены только лишь в формате-онлайн концерта.

Таким образом, онлайн-концерты обладают характеристиками получения уникального опыта, не присущего какому-либо виду хобби на данный момент и отличающего их от классических концертов, что подтверждает прогнозы о развитии данной индустрии в новом формате даже после полноценного возвращения к проведению полноформатных мероприятий.

**Список используемых источников:**

1. «Знания надо прокачивать»: как вырос спрос на интернет-курсы // Газета.ru URL: <https://www.gazeta.ru/business/2020/08/27/13216417.shtml> (дата обращения: 19.11.2021).
2. Concerts Aren't Back. Livestreams Are Ubiquitous. Can They Do the Job? // The New York Times URL: <https://www.nytimes.com/2020/07/21/arts/music/concerts-livestreams.html> (дата обращения: 19.11.2021).
3. Attitudes toward livestreaming concerts and music events among fans worldwide as of August 2020 // Statista URL: <https://www.statista.com/statistics/1221280/concert-livestream-attitudes-and-participation-worldwide/> (дата обращения: 19.11.2021).
4. Swarbrick D, Seibt B, Grinspun N and Vuoskoski JK (2021) Corona Concerts: The Effect of Virtual Concert Characteristics on Social Connection and Kama Muta. *Front. Psychol.* 12:648448. doi: 10.3389/fpsyg.2021.648448
5. Concerts Aren't Back. Livestreams Are Ubiquitous. Can They Do the Job? // The New York Times URL: <https://www.nytimes.com/2020/07/21/arts/music/concerts-livestreams.html> (дата обращения: 19.11.2021).
6. Там же.
7. BEHIND THE FOURTH WALL: THE MAKING OF HELPING HANDS 2020 // Metallica URL: <https://www.metallica.com/so-what-article/2020-12-15-the-making-of-helping-hands.html> (дата обращения: 19.11.2021).
8. ARIANA GRANDE TO PERFORM AT A 'FORTNITE' CONCERT // HYPEBAE URL: <https://hypebae.com/2021/8/ariana-grande-fortnite-rift-tour-virtual-concert-series-date-time-info> (дата обращения: 19.11.2021).

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В БИБЛИОТЕКАХ

**А.Н. Билев**

Санкт-Петербургский государственный институт культуры

*Применяемые в современной библиотеке программные продукты не охватывают полный спектр операций, связанных с обслуживанием читателей. Одна из таких задач – сбор и обработка статистических данных с целью оценки количественных показателей работы. Для решения этой задачи разработано программное обеспечение «BiblioStat», позволяющее осуществлять централизованный сбор, хранение, анализ статистических данных и формировать необходимые отчеты. Таким образом минимизируется количество ошибок и значительно сокращается время на обработку данных.*

***BiblioStat, библиотечная статистика, программное обеспечение, автоматизация***

Библиотечное сообщество переживает активную стадию цифровой трансформации. Одно из направлений, сопутствующих этому процессу – автоматизация рутинных операций, ежедневно выполняемых сотрудниками библиотек. Для решения подобных задач уже давно применяются различные программные продукты, такие как автоматизированные библиотечные информационные системы (АБИС). В частности, в Санкт-Петербурге районные, межрайонные и городские централизованные библиотечные системы, члены корпоративной сети общедоступных библиотек (КСОБ), применяют АБИС ИРБИС, основными задачами которой являются: формирование централизованной базы данных читателей, каталогизация и учет экземпляров книг, организация книговыдачи с использованием электронных читательских билетов. Однако, используемые автоматизированные системы не охватывают весь спектр операций, необходимых в процессе обслуживания читателей. Одна из таких задач – сбор и обработка статистических данных, необходимых для формирования различных отчетов и анализа количественных показателей деятельности библиотек с целью повышения качества оказываемых населению услуг.

Все данные, касающиеся электронной книговыдачи и связанных с ней посещений, а также часть статистических событий, которые добавлены в АБИС для нужд КСОБ в процессе кастомизации, уже итак находятся в системе. Тем не менее, целью конечного потребителя статистических данных – руководителей подразделений и вышестоящих организаций – является не ознакомление с отдельными цифрами, но аккумуляция данных и составление отчетов. На момент написания статьи многие сотрудники библиотек продолжают вручную переносить цифры из АБИС в Excel, строить итоговые отчеты полагаясь на формулы в электронных таблицах, которые копируются из файла в файл, заполнять бумажные дневники для сбора статистики в своей

ежедневной работе. Нетрудно представить, сколько времени может занять формирование финального отчета от лица крупной библиотечной организации, учитывая неизбежное возникновение ошибок при многократном переносе данных, обусловленное человеческим фактором и количеством вовлеченных в процесс сотрудников. Например, в Централизованной библиотечной системе Выборгского района г. Санкт-Петербурга 13 руководителей подразделений отчитываются за работу 38 отделов, а в сборе статистических данных задействовано порядка 65 сотрудников.

Для решения этой задачи было разработано специализированное программное обеспечение под названием «BiblioStat» (далее – ПО «BiblioStat») (Рисунок 1). Главная идея данного продукта – реализация концепции единой точки входа, когда сотрудник любого уровня для работы со статистическими данными использует один и тот же инструмент, чтобы выполнять добавление данных, собираемых вручную, просмотр данных, собираемых автоматически средствами АБИС, контроль полученных результатов в реальном времени и формирование необходимых отчетов на основе стандартизированных отчетных форм. Важной частью разработки является интеграция с используемой АБИС, так как независимо от типа статистического события и способа формирования базы данных, все цифры по конкретному показателю суммируются и попадают в одни и те же отчеты.

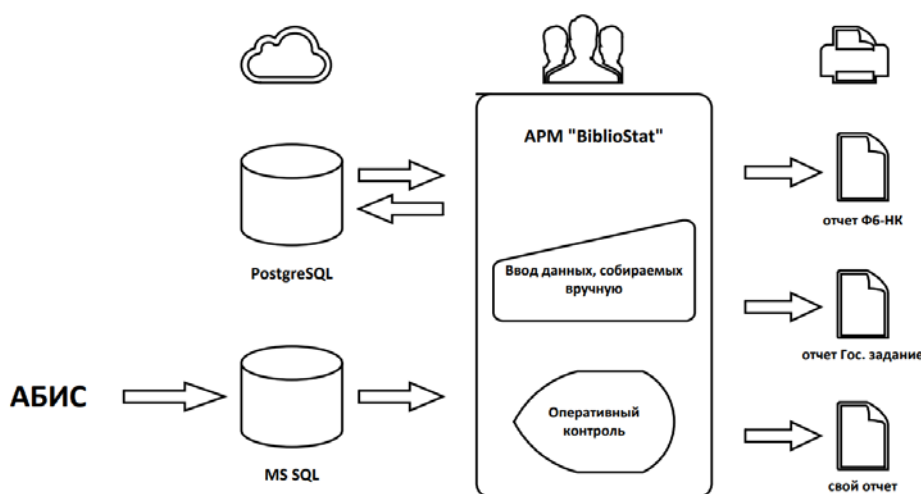


Рис. 1. Взаимодействие элементов системы ПО «BiblioStat».

Итогом проделанной работы, которая началась в 2019 г. на базе СПб ГБУ «Централизованная библиотечная система Выборгского района», стал переход с 2020 г. данной ЦБС на использование ПО «BiblioStat» при работе со статистическими данными, а с апреля 2021 г. удалось полностью отказаться от использования бумажных дневников и электронных таблиц, которые в предшествующий период в отдельных случаях параллельно заполнялись для контроля корректности работы новой системы.

Организация ПО «BiblioStat» предельно проста и представляет из себя оконное приложение, взаимодействующее с собственной базой данных, а также с базой данных АБИС, что представлено на рис. 1.

Интерфейс приложения представляет из себя компактное окно с набором вкладок, соответствующих различным группам статистических событий, объединенных по характеру работы, такой как работа в стационарном режиме, выездное обслуживание, массовые мероприятия, удаленная работа и т.п. На данный момент ПО «BiblioStat» позволяет учитывать и формировать отчеты по следующим показателям:

- зарегистрированные читатели;
- посещения;
- книговыдача по различным показателям ББК (библиотечно-библиографическая классификация);
- массовые мероприятия с учетом места проведения;
- библиографическая работа (справки и консультации);
- удаленные обращения (по телефону, через социальные сети, сайт, электронную почту);
- работа с должниками.

При этом, по каждому показателю в предусмотренных случаях фиксируется:

- место оказания услуги (стационарное или выездное обслуживание);
- возрастная группа;
- принадлежность к лицам с ограниченными возможностями здоровья.

Для контроля своих действий можно развернуть окно на весь экран, чтобы отобразилась сводная таблица статистических показателей за конкретный месяц с промежуточными итогами на начало и конец месяца, а также с суммой за месяц, выполненная для удобства пользователей в стиле привычного бумажного дневника. Отдельная вкладка отведена для внесения корректировок в случае выявления ошибок во внесенных данных, которая доступна только пользователям с повышенными правами. На вкладке для формирования отчетов можно выбрать тип отчета, временной период и отделы по которым формируется отчет.

Вход в систему для сотрудников конкретного отдела осуществляется с теми же учетными данными, что и в АБИС, это сделано удобства пользователей, но при желании возможна настройка индивидуальных учетных данных, как в случае с пользователями с повышенными правами.

После внесения изменений в программные модули, при запуске ПО обновляется автоматически. Отчетные формы и конфигурации отчетов в формате json хранятся на сервере централизованно, что позволяет администратору производить оперативную настройку отчетов без внесения изменений в программный код и файлы клиентского приложения.

К преимуществам применения данного программного продукта по сравнению с ручной обработкой данных с использованием бумажных носителей и электронных таблиц можно отнести следующее:

- данные вносятся один раз, ручная обработка сведена к минимуму, что минимизирует количество ошибок, связанных с человеческим фактором;
- данные хранятся централизованно в базе данных, доступ к любым данным осуществляется из любого клиентского приложения (при наличии соответствующих прав доступа);
- формирование отчетов по любым подразделениям и за любой период осуществляется в считанные секунды;
- данные для оперативного контроля обновляются в реальном времени.

Система может быть развернута для любого необходимого количества пользователей в отделах и настроена на работу с любым источником автоматически формируемых статистических данных, аккумулируемых в СУБД на базе SQL. Возможность увеличения количества клиентских приложений ограничена только производительностью сервера базы данных, чего более чем достаточно для любой централизованной библиотечной системы.

Анализируя полученный опыт использования ПО «BiblioStat» на базе «ЦБС Выборгского района», можно сказать, что поставленная задача выполнена полностью. Тем не менее, проект постоянно развивается и дорабатывается с целью оптимизации, скорости и удобства использования. Так же регулярно вносятся изменения, охватывающие новые аспекты статистической работы, диктуемые новыми обстоятельствами и изменениями в законодательстве.

Цифровая трансформация библиотечной системы подталкивает к формированию нового подхода к организации рабочих процессов, разрабатываются новые информационные ресурсы с использованием веб-технологий, поэтому следующим этапом развития представленного продукта будет перенос всего функционала в веб приложение и интеграция с другими модулями, разрабатываемыми для нужд централизованной библиотечной системы.

#### **Список используемых источников:**

1. Трансформация библиотек в цифровую эпоху: традиции и инновации: сборник материалов ежегодной межвузовской студ. научно-практ. конф., г. Москва, 21 мая 2019 г. / ред. колл. : И. М. Немчина, А. А. Тара сова, Л. О. Маслова. М. : ФГБОУ ВО МГЛУ, 2020. 125 с.
2. Глинников М. Автоматизация библиотек: состояние, задачи и перспективы [Электронный ресурс] // Управляем предприятием : Концепции и методы управления : электрон. научн. журн. 22 марта 2013. URL: <https://upr.ru/article/avtomatizaciya-bibliotek-sostoyanie-zadachi-i-perspektivy/> (дата обращения 01.11.2021).
3. ГОСТ Р 7.0.20-2014. Библиотечная статистика: показатели и единицы исчисления. М.: Стандартинформ, 2014. 37 с.

## НАУЧНЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ: ЦИФРОВОЕ РАЗВИТИЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ БИБЛИОГРАФИИ

**В.В. Брежнева, А.С. Пунда**

Санкт-Петербургский государственный институт культуры

*В статье представлены результаты исследования возможностей научных социальных сетей как площадок для развития рекомендательной библиографии в веб-среде. Выделены критерии понятия «рекомендация». В соответствии с критериями проанализированы социальные сети: Loop, Scienceseeker, Social Science Research Network, Соционет. В результате анализа установлено, что эти социальные сети обладают значительным рекомендательным потенциалом.*

***рекомендательная библиография, социальные сети ученых, академические сети, научные социальные сети, рекомендательные сервисы, веб-среда, цифровая трансформация***

Данное исследование проводилось в рамках студенческого научного общества «Инфомен» кафедры информационного менеджмента библиотечно-информационного факультета Санкт-Петербургского государственного института культуры. Это общество является частью научной школы отраслевой библиографии – информационного управления. Для научной школы характерно расширение границ интересов. Так исследование направлено на эволюцию рекомендательной библиографии в цифровой среде, а именно на изучение возможностей социальных сетей ученых как площадки для развития рекомендательной библиографии.

Сегодня со стремительным развитием веб-среды возрос поток информации, который обрушивается на пользователей. Специалисты в разных областях не стали исключением и поток профессиональных публикаций также характеризуется увеличивающимся объемом. В таких условиях специалистам необходима помощь в ориентировании в информационном потоке. Традиционно эта задача выполняется рекомендательной библиографией. Классическая рекомендательная библиография обретает новые возможности благодаря переходу в веб-среду. Этот процесс вызывает интерес в научных кругах [1-4].

Одним из самых востребованных каналов коммуникации в обществе стали социальные сети. Через них люди не только общаются друг с другом, но и узнают о событиях в мире. В научном сообществе появились свои социальные сети [5].

На сегодняшний день не существует их общепринятого названия и определения. В публикациях встречаются понятия «научные социальные сети», «академические интернет-сети», «социальные сети для ученых» [6,7].

Главным образом такие сети используются для обмена научными публикациями, их распространения и обсуждения. Сначала именно в



социальные сети ученых попадают материалы исследований, а потом они «расходятся» по научным изданиям. Ученые могут в режиме «онлайн» получать отзывы на свои работы, а социальная сеть на основе отзывов формирует определенный рейтинг. Представляется, что подобные рейтинги могут рассматриваться как примеры экспертных рекомендаций.

Целью исследования явилась проверка гипотезы: для совершенствования научных социальных сетей может быть использован опыт, накопленный теорией и практикой рекомендательной библиографии.

В качестве базы исследования было взято 18 функционирующих научных социальных сетей, которые включены в перечень библиотечно-информационного комплекса Финансового университета при Правительстве Российской Федерации [8].

В качестве метода был выбран метод сравнительного многоаспектного анализа.

Привлечение накопленного в библиографии опыта позволило предположить, что выполнять рекомендательные функции может научная социальная сеть с продуманной и развитой системой фильтрации документов, предоставляющая возможность разноаспектного ориентирования в базе данных, своевременного обновления контента. Исходя из этого были разработаны критерии для проведения сравнительного анализа, которые характеризуют особенности систематизации документных массивов сети, а также персональные возможности пользователя:

- возможность создания аккаунта пользователя,
- деление всего массива документов на тематические рубрики,
- разделение широких рубрик на подрубрики,
- фильтрация документов по разным аспектам (хронология, тип документа),
- цитируемость документа,
- просматриваемость документа (основанием для введения термина стало его использование анализируемыми социальными сетями ученых: «фильтровать по просматриваемости»),
- возможность создания собственной библиотеки (сохранение в аккаунте интересующих рубрик и подрубрик),
- наличие услуги почтового информирования об обновлениях в сети,
- возможность комментировать публикации,
- обновляемость базы сети.

Для проверки на соответствие данным критериям осуществлялась регистрация в каждой сети. С позиции пользователя были протестированы функции по работе с документами, функциональность делений документов на рубрики, подрубрики, корректность работы фильтрации документов. Проверено почтовое информирование тех сетей, где оно предоставляется.

Проведенный анализ позволил сделать вывод, что только 4 сети из 18-ти соответствуют почти всем критериям, а именно: *Loop*, *Scienceseeker*, *Social Science Research Network (SSRN)*, Соционет [9-12].

На следующем этапе исследования возможности отобранных научных социальных сетей сравнивались с выделенными ранее (доклад «Социальные сети ученых сквозь призму рекомендательной библиографии» на научно-практической конференции молодых исследователей «культурная среда и культурные практики» 15.04.21) критериями понятия «рекомендация», а именно релевантность, пертинентность, своевременность, актуальность содержания, структурированность.

Релевантность в сетях обеспечивается наличием Личного кабинета пользователя, в котором пользователь настраивает параметры сети в соответствии со своими интересами и запросами, а дальше сеть самостоятельно уведомляет пользователя о новинках в выбранных рубриках. Названия Личного кабинета могут различаться: у *SSRN* – библиотека пользователя, у *Loop* – аккаунт, у *Scienceseeker* – страница, у Соционета – личная зона.

Если говорить о пертинентности, то в веб-среде этот критерий трудно реализовать. Да и при живом взаимодействии с пользователем это является непростой задачей. Но научные социальные сети предпринимают попытки его освоения. Так, например, на странице пользователя в *Scienceseeker* на основании добавленных тем предлагаются те, которые могут быть полезны именно конкретному пользователю.

Сети поддерживают своевременность своих рекомендаций. Регистрация пользователя говорит о том, что он нуждается в определенной информации на момент регистрации и дальнейшего нахождения в сети. Пользователь может получить рекомендацию, даже не заходя на страницы сетей. У *SSRN*, *Scienceseeker* и Соционета предусмотрена информационная рассылка на сторонние почты пользователей. В *Loop* существует встроенный в аккаунт пользователя почтовый ящик. Внутрисетевое уведомление в Соционете осуществляет индивидуальный информационный робот (и-робот). Такой робот отслеживает обновления базы сети в выбранных пользователями подборках и информирует об этих обновлениях. Робот также составляет отчеты о деятельности в этих подборках, включая не только обновления, но и изменения в уже существующих документах.

Все четыре сети соответствуют критерию актуальности содержания. Идет постоянное обновление баз данных.

Также все четыре сети соответствуют критерию структурированности. В библиотечно-информационной деятельности накоплен большой опыт разработки классификационных схем для систематизации знания и информационных массивов, в качестве примера можно привести УДК или Рубрикатор ГРНТИ. Но каждая сеть разработала собственные подходы к структурированию информационных массивов. Так, например:

*Social Science Research Network* делит весь массив документов на научные дисциплины, которые подразделяются на рубрики, названные «Сетями». Они включают еще деление: «Электронный журнал».

*Loop* делит данные на «Журналы», в них выделяются «Секции».

*Scienceseeker* делит весь массив по отраслям знаний и их дисциплинам, называя одно деление «Набором».

Соционет делит данные на «Дисциплины», внутри которых существует деление по виду данных.

Проведенный анализ научных социальных сетей на соответствие выделенным критериям, позволяет сделать вывод, что научные социальные сети обладают значительным рекомендательным потенциалом и могут стать инструментом опережающего удовлетворения профессиональных информационных потребностей специалистов.

**Список используемых источников:**

1. Брежнева В. В. Рекомендательная библиография – новые векторы развития в цифровой среде / В. В. Брежнева. – 2020. – № 6. – С. 3-14.
2. Капочкина И. П. Библиотеки и цифровая реальность / И. П. Капочкина // Программные продукты, системы и алгоритмы. – 2013. – № 2. – С. 1.
3. Лопатина Н. В. Рекомендательная библиография в информационном обществе / Н. В. Лопатина // Библиография и книговедение. – 2017. – № 2 (409). – С. 53-56.
4. Протопопова Е. Э. Рекомендательная библиография в веб-среде / Е. Э. Протопопова // Современная библиотека. – 2015. – № 1. – С. 30-34.
5. Захарчук Т. В. Научная коммуникация в библиотечно-информационной сфере / Т. В. Захарчук, А. А. Грузова // Научные и технические библиотеки. – 2021. – № 3. – С. 71-94.
6. Душина С. А. Академические интернет-сети: платформа научного обмена или инстаграм для ученых? (На примере ResearchGate) / С. А. Душина, Т. Ю. Хватова, Г. А. Николаенко // Социологические исследования. – 2018. – № 5. – С. 121-131.
7. Масланов Е. В. Нужны ли социальные сети для ученых? / Е. В. Масланов // *Epistemology & Philosophy of Science*. – 2019. – Vol. 56. – № 4. – P. 37-42.
8. Библиотечно-информационный комплекс Финансового университета при Правительстве Российской Федерации: сайт. – 2020. – URL: <http://www.library.fa.ru/> (дата обращения: 2.10.2020).
9. Loop : сайт. – 2020. – URL : <https://loop.frontiersin.org/> (дата обращения: 4.10.2020).
10. Scienceseeker : сайт. – 2020. – URL : <http://www.scienceseeker.org/> (дата обращения: 4.10.2020).
11. Social Science Research Network : сайт. – 2020. – URL : <https://www.ssrn.com/index.cfm/en/> (дата обращения: 4.10.2020).
12. Соционет: сайт. – 2020. – URL : <https://socionet.ru/> (дата обращения: 4.10.2020).

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ

**И.М. Гордеев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В работе рассмотрено понятие жизненного цикла разработки информационных систем. Особое внимание уделено этапам анализа и проектирования, как основополагающим этапам создания информационной системы. Проведен анализ инструментов, применяемых на этапах анализа и проектирования. Проведен обзор популярных инструментов анализа и проектирования, определены их преимущества и недостатки. Предложены рекомендации по улучшению типового процесса управления требованиями за счет внедрения современных инструментов. Выполнена оценка эффективности использования предложенных рекомендаций в процессе управления требованиями.*

***разработка информационных систем, анализ и проектирование информационных систем, инструменты анализа и проектирования, управление требованиями***

Мировой и российский рынок продолжают свой рост и развитие. В связи с этим, для управления деятельностью предприятий, а также их отношениями с клиентами, все чаще разрабатываются и применяются всевозможные информационные системы (ИС).

Разработка и внедрение информационной системы – это длительный и сложный процесс, который включает различные этапы жизненного цикла (ЖЦ).

Общие этапы жизненного цикла разработки ИС состоят из этапов планирования, анализа, проектирования, разработки, тестирования, внедрения и поддержки [1].

При этом одними из основополагающих этапов разработки информационной системы являются этапы анализа и проектирования, т.к. на этих этапах определяются требования к создаваемой информационной системе. Неправильно сформулированные или пропущенные требования будет дороже исправлять на более поздних этапах ЖЦ разработки ИС.

Для выполнения этапов анализа и проектирования применяются различные инструменты. На рис. 1 обобщены типовые инструменты анализа и проектирования.

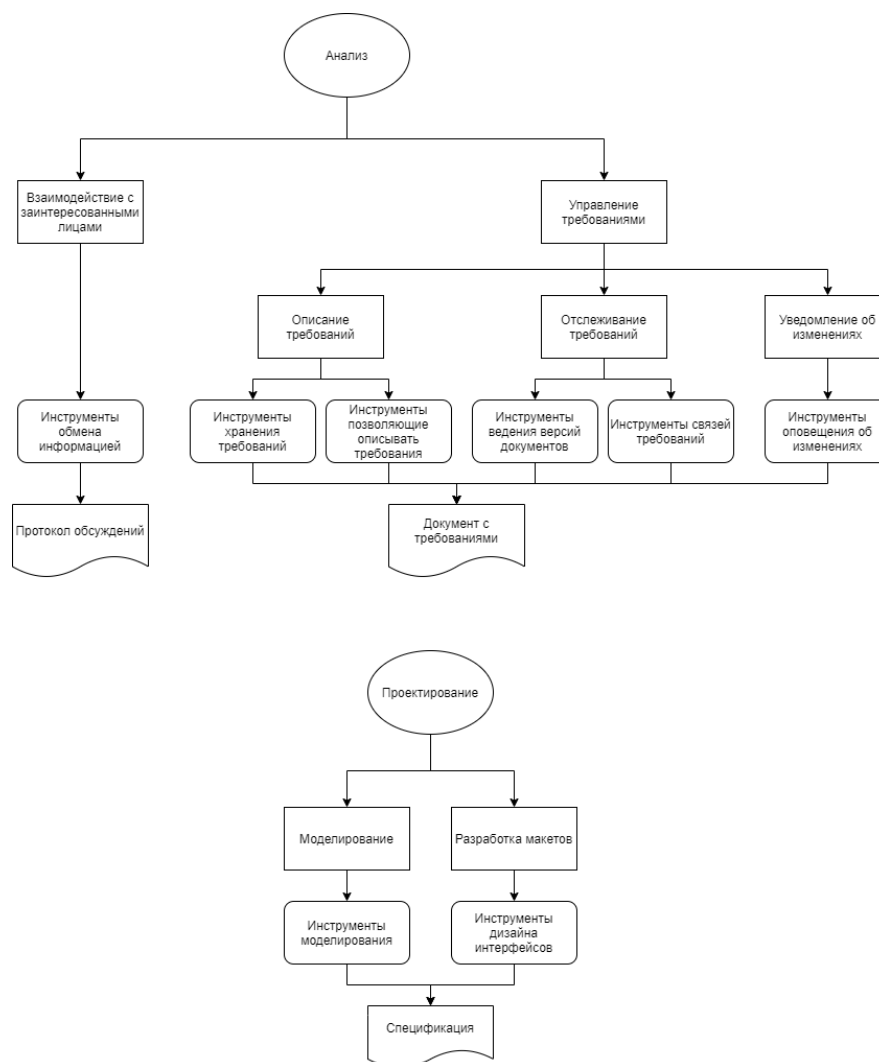


Рис. 1. Типовые инструменты анализа и проектирования

Выбор инструмента, который будет использоваться на этапах анализа и проектирования, оказывает влияние на скорость выполнения этих этапов и дальнейшее поддержание и использование артефактов, созданных на этих этапах, что в конечном счете сказывается на всех последующих этапах разработки ИС и стоимости разрабатываемой информационной системы в целом.

Чтобы рассмотреть влияние различных инструментов анализа и проектирования на выполнение данных этапов, рассмотрим типовой процесс управления требованиями. Под управлением требованиями в данном случае будем понимать обширную сферу, подразумевающую выявление и документирование требований, дальнейшее их отслеживание, управление изменениями и уведомление заинтересованных лиц [2]. Так как результатом этапов анализа и проектирования является документ, содержащий требования к разрабатываемой информационной системе, то процесс управления требованиями можно отнести к обоим этапам.

На рисунке 2 представлен типовой процесс управления требованиями, включающий задачи поиска требований, их редактирования и уведомления заинтересованных сторон об изменениях.

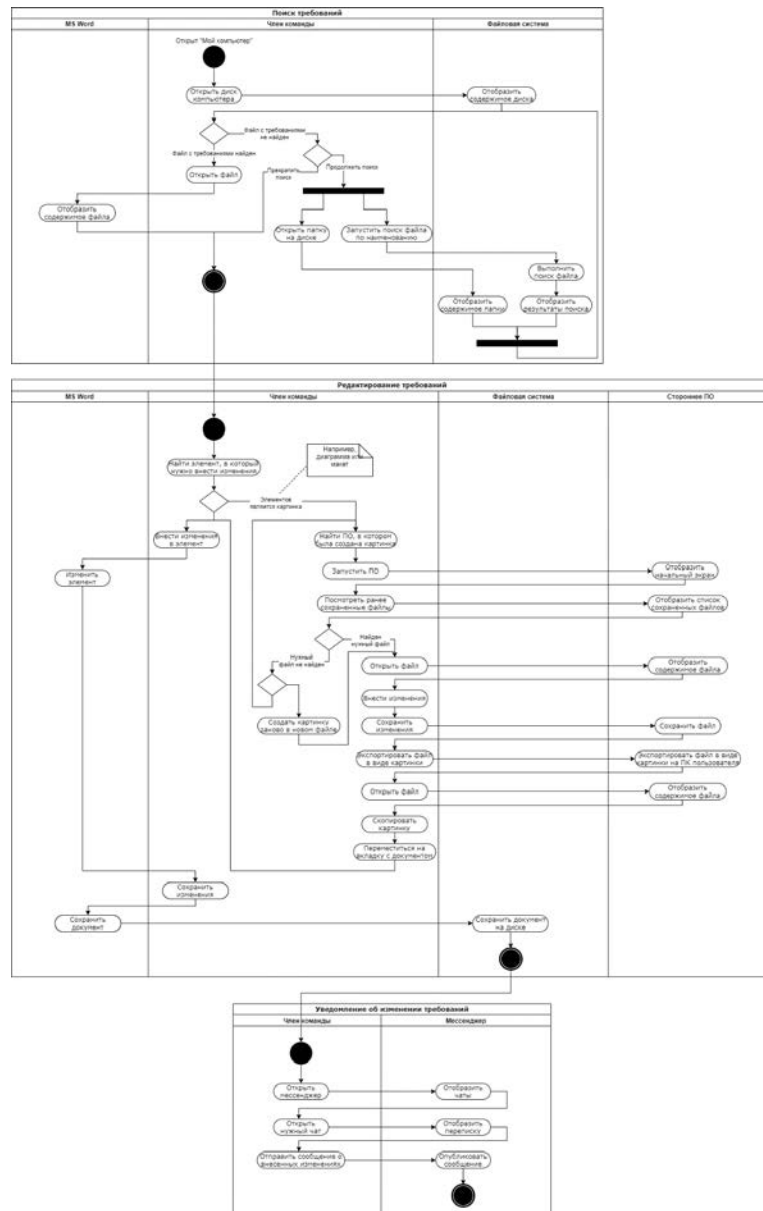


Рис. 2. AS-IS типовой процесс управления требованиями

Проанализировав процесс, можно увидеть, что он довольно сложный, имеет много шагов и ветвлений. Большое количество шагов в процессе негативно влияет на скорость его выполнения и увеличивает вероятность возникновения ошибок.

Попробуем упростить этот процесс, за счет автоматизации процесса по управлению требованиями. Для этого проведем анализ представленных на рынке инструментов, выявим их возможности, после чего подберем самый подходящий инструмент. Стоит отметить, что инструменты управления требованиями зачастую обладают возможностью выполнения задач по проектированию, поэтому рассматривать будем именно такие инструменты.

Результаты анализа инструментов управления требованиями приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Анализ инструментов управления требованиями

	Jama Conne ct	IBM Ration al  DOO RS	Atlassian Confluen ce	Devpro m ALM	Accom pa	Enterpri se Archite ct	Visu re	Pear ls	Orcan os
Web-интерфейс	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Права доступа	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Трассировка требований	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Переиспользо вание требований	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Параллельная работа над требованиями	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Комментирован ие требований	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оповещения об изменениях	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Версионирован ие требований	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Экспорт/импор т документов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Графическое моделирование	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Работа с нетекстовыми объектами (изображения и др.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Интеграция со сторонними системами	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Стоимость (в месяц за 1	59\$	820\$	0 - 10\$	5\$	29 -	\$229	-	0 -	2 - 6\$

пользователя)					79\$			8\$
---------------	--	--	--	--	------	--	--	-----

Исходя из результатов анализа, можно сделать вывод, что одним из самых оптимальных инструментов для реализации задач управления требованиями является Confluence, т.к. он обладает практически всеми необходимыми возможностями для выполнения задач анализа и проектирования, а также невысокой стоимостью.

Теперь рассмотрим типовой процесс управления требованиями после внедрения инструмента Confluence в работу.

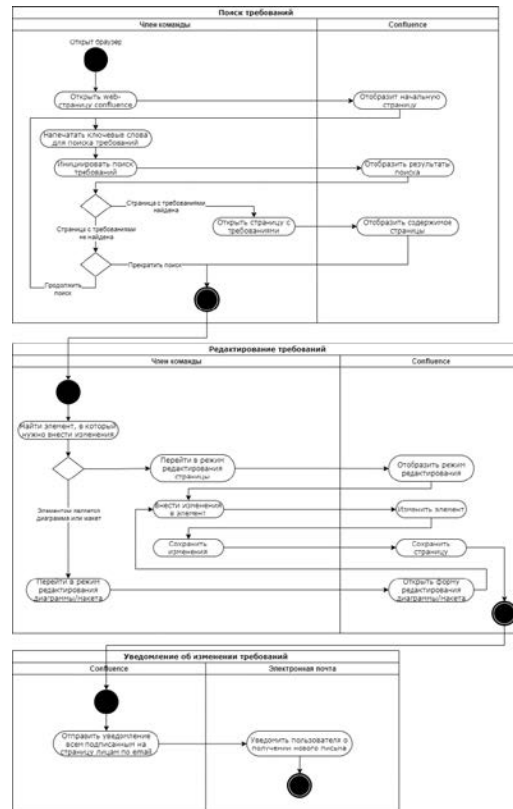


Рис. 3. TO-VE типовой процесс управления требованиями

Если сравнить два процесса на рисунках 2 и 3 (до и после внедрения нового инструмента), то можно увидеть, что после внедрения инструмента Confluence число шагов в процессе значительно сократилось, а некоторые шаги (уведомление об изменении требований) удалось автоматизировать.

Внедрение нового инструмента, используемого на этапах анализа и проектирования, позволило значительно упростить процесс управления требованиями. Упрощение процесса позволит выполнять его за меньшее количество времени, что сократит время на выполнение этапов анализа и проектирования, а значит и время разработки информационных систем в целом.

В заключении можно отметить, что внедрение новых инструментов анализа и проектирования информационных систем в компанию может положительно сказаться на всем процессе разработки ИС, например,



сократить время выполнения операции, быстрее выводить доработки для заказчиков, выполнять больше заказов. Если компания разработчик-ИС хочет достичь этих целей, то ей стоит обратить внимание на свои процессы и участвующие в них инструменты.

**Список используемых источников:**

1. Шкуропадский И.В. // Управление жизненным циклом информационных систем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fitu.npi-tu.ru/assets/fitu/amath/files/УП%20Бизн%202016/методички/2017-06-07-uprzhcz-pechat..pdf> (дата обращения 29.10.2021)

2. Вигерс, Карл Разработка требований к программному обеспечению / Карл Вигерс, Джой Битти. - М.: БХВ-Петербург, Русская Редакция, 2014. - 736 с.

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ

**М.Н. Кадейкин, В.В. Макаров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Проведен анализ проблематики управления инфраструктурой информационной системы. Рассмотрены методологии управления ресурсами информационной системы, обозначена проблематика, связанная с обеспечением взаимодействия сотрудников в рамках управления инцидентами, связанными с использованием программных и аппаратных средств. Рассмотрены вопросы обеспечения эффективности внедрения систем автоматизации технологии управления информационными ресурсами.*

***информационные технологии, ИТ-инфраструктура, инфокоммуникационные системы, программное обеспечение***

В рамках данной работы проведен анализ методологий управления инфокоммуникационными системами.

ITIL является библиотекой публикаций, в которых определен набор рекомендаций по обеспечению эффективности управления инфокоммуникационными системами, дано определение ИТ-услугам, даны рекомендации в области организации управления инцидентами, связанными с эксплуатацией программного и аппаратного обеспечения. Основной целью методологии ITIL является методическая поддержка процессов управления объектами ИТ-инфраструктуры организаций, а также технологий обмена данными между подсистемами в рамках эксплуатации внутренних и внешних информационных ресурсов.

Первоначальной версией библиотек ITIL было издание от 1991г., в котором были опубликованы материалы форума IT Information Management Forum (ITIMF), тематика которого была связана с изучением процессов взаимодействия сотрудников ИТ-подразделений и менеджмента компаний в рамках создания проектов по внедрению информационных систем. Участниками профильного форума являются менеджмент компаний, ИТ-менеджеры, руководители групп по разработке программного обеспечения, групп, курирующие внедрение, поддержку и эксплуатацию информационных систем различных направлений [1].

Библиотеки ITIL включают объемную базу знаний по вопросам внедрения и использования информационных систем. База знаний содержит большое количество кейсов в области организации управления объектами ИТ-инфраструктуры, предоставления ИТ-услуг, по внедрению и использованию информационных систем различного профиля. Управленческие процессы в ITIL построены через обеспечение

эффективности взаимодействия программистов и пользователей информационных систем [2].

Заказчиками ИТ-услуг являются компании, эксплуатирующие инфокоммуникационные системы. Регламенты взаимодействия клиентов и разработчиков прописываются в договорах на разработку и обслуживание программных и аппаратных средств.

Поставщиками услуг являются организации, оказывающие услуги по разработке программ, либо их представители.

Факторы эффективности, которые обеспечиваются ИТ-услугами, включают:

- сокращение временных затрат на выполнение технологических операций;
- сокращение негативного влияния ограничений, связанных с использованием технологий без средств автоматизации.

Предоставление ИТ-услуг предполагает необходимость обеспечения эффективности управления ресурсами инфокоммуникационной системы, её обслуживания и сопровождения. В области информационных технологий качественные характеристики услуг определяются в процессе их использования, и они не могут быть однозначно определены заранее.

Качественные характеристики ИТ-услуг включают совокупность характеристик объектов, определяющих свойства, связанные с удовлетворением установленных и перспективных запросов [3].

Организации могут проводить закупки программных и аппаратных систем по достаточно высокой стоимости, но при отсутствии эффективной организации поддержки, невозможно получение ожидаемого положительного результата, так как ошибки в настройке и эксплуатации информационных систем могут приводить к простоям в работе, ошибкам в расчетах, утечкам данных и другим негативным эффектам.

Задача поставщиков ИТ-услуг связана с максимальным соответствием внедряемых систем поставленным задачам, отсутствием ошибок в работе систем, возможность бесперебойного их использования.

Таким образом, основная цель сервис-менеджмента в контексте ITIL предполагает предоставление заказчикам услуг с необходимыми параметрами надежности и стабильности.

В отсутствие автоматизации технологии работы специалистов по управлению ИТ-инфраструктурой наблюдаются проблемы следующего характера [5]:

1. Передача заявок на получение данных о работе оборудования компьютерного и коммуникационного оборудования производится с использованием телефонной связи, средствам электронной почты, в устной форме или другими методами, при этом факты передачи данных о нарушениях в работе оборудования телекоммуникационного оборудования не документируются, что негативно влияет на оперативность получения информации о количестве поданных заявок на работу с оборудованием

офисной телефонии, находящихся в работе, не предоставляет возможностей по формированию статистики по поступившим заявкам. Также отсутствуют возможности по структурированию данных о заявках;

2. Отсутствуют возможности накопления данных по фактам устранения неисправностей.

3. Отсутствует возможность оперативного получения информации о структуре инфокоммуникационной системы, подключениях и кроссовых журналах, невозможность оперативного получения номера телефона нужного сотрудника;

4. Отсутствует возможность формирования отчетности по выполненным работам по обслуживанию инфокоммуникационной системы;

5. Значительные временные затраты на работы по формированию актов выполненных работ.

6. Отмечены случаи потери данных о заявках на проведение работ с оборудованием инфокоммуникационной системы, что приводит к потерям соединений офисов и специалистов с корпоративной системой связи.

Использование информационной системы работы для автоматизации управления ИТ-инфраструктурой сделает возможным учет всех объектов компьютерного и телекоммуникационного оборудования, входящих в корпоративную сеть, составление мероприятий по сервисному обслуживанию оборудования, ведение журналов учета выполненных работ, истории работ, когда-либо проводившихся с оборудованием с указанием вида работы, времени проведения и специалистов, проводивших ремонтные работы. Анализ характера неисправности предполагает учет когда-либо выявленных неполадок экземпляра оборудования. На основании полученных данных проводится анализ, результатами которого являются [2]:

- список техники телекоммуникационного оборудования, не подлежащей ремонту, требующей замены;
- учет проведения работ по гарантийному и сервисному обслуживанию, включая настройку программного обеспечения;
- анализ эффективности использования номерного плана.

Таким образом, задачи автоматизации данного направления деятельности включают:

- ведение картотеки оборудования корпоративной телефонии, установленного на различных площадках компании;
- ведение автоматизированного учета номерного плана;
- ведение учёта выполненных работ сотрудниками отдела;
- учет обращений пользователей, связанных с отказами в доступе по причине инцидентов, связанных с системами защиты информации;
- информирование пользователей о результатах обработки обращения;
- формирование отчетности по состоянию телекоммуникационного оборудования.

При создании системы автоматизации управления ИТ-инфраструктурой используются информационные объекты, включающие [6]:

- Карточки клиентов (включающий наименование, адресные данные, данные о подключенных услугах, контактные данные);
- Классификатор видов оборудования (с указанием производителя, типа оборудования, места установки);
- Локальный классификатор сотрудников – исполнителей работ (с указанием ФИО, должности, контактной информации).

На рис.1 показана функциональная модель управления объектами ИТ-инфраструктуры.

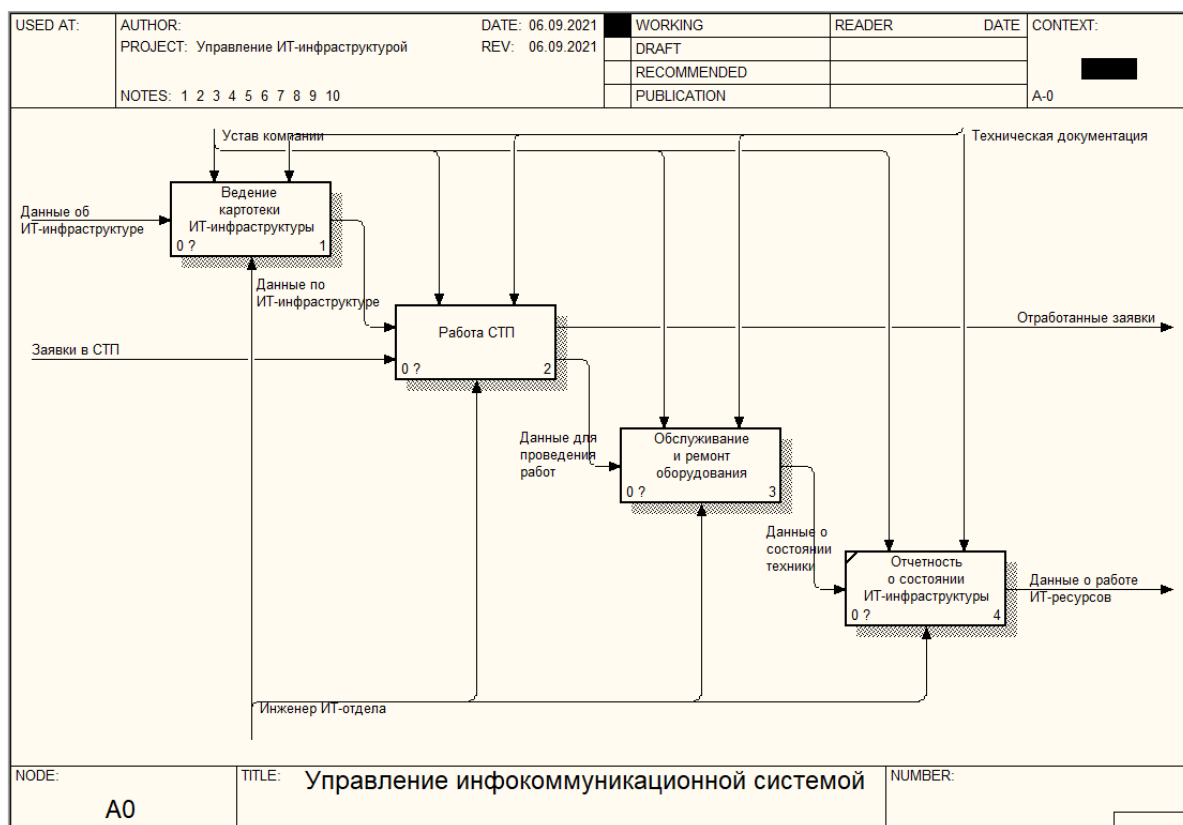


Рис. 1. Диаграмма управления объектами ИТ-инфраструктуры

В качестве входных документов информационной системы используются:

Заявка на выполнение работ с оборудованием (с указанием данных о неисправности или необходимости проведения настроек, либо получения консультации по вопросам предоставления услуг).

Выходной информацией будет являться сформированная отчетность по мониторингу состояния оборудования и отработки заявок [1]. Входная информация предоставляется в форме документов на бумажных носителях, либо через каналы телефонной связи или электронной почты.

В большинстве случаев, использование унифицированных форм в управлении системой документооборота, связанного с управлением объектами ИТ-инфраструктуры, не представляется возможным, так как такие формы отсутствуют.

При проектировании информационной системы используются реляционные базы данных, позволяющие устанавливать межтабличные связи

по ключевым полям, запросы к базам данных, содержащие реквизиты из различных полей.

Факторы экономической эффективности внедрения системы автоматизации управления ИТ-инфраструктурой связаны с сокращением временных затрат на устранение проблем, связанных с эксплуатацией компьютерного оборудования, снижением количества простоев, вызванных недоступностью информационных ресурсов, возможностью оперативного принятия управленческих решений, основанных на данных аналитической отчетности, формируемой в информационной системе.

**Список используемых источников:**

1. Бумарин Д.П., Сурьянинова А. А. Управление ИТ-инфраструктурой предприятия [Электронный ресурс] / Бумарин Д.П., Сурьянинова А.А. - Москва: ФГБОУ ВО МГТУ "СТАНКИН", 2019. – 98с.

2. Гордилов В. В. Как руководить call-центром / Виктор Гордилов. - Москва: Омега-Л, 2015. - 76 с.

3. Зимин, В.В. Управление жизненным циклом ИТ-сервисов в системах информатики и автоматизации (лучшие практики ИТIL) [Текст] : учебное пособие / В. В. Зимин. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2018. – 499 с.

4. Зинина Л. И., Сысоева Е. А., Ефремова, Катунь А. В. Управление ИТ-инфраструктурой предприятия (архитектурный подход) : учебное пособие / Л. И. Зинина, Е. А. Сысоева, Л. И. Ефремова, А. В. Катунь. - Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2020. – 193с.

5. Ковалёв. А. В. Доступный ИТIL: настольная книга ИТ-руководителя. Ч. 1/ А. В. Ковалёв. М.: Эксплуатация сервисов. - 2018. - 458 с.

6. Ломазов В. А., Нехотина В. С. Управление ИТ-инфраструктурой : учебное пособие / В. А. Ломазов, В. С. Нехотина. - Белгород: Изд-во Белгородского университета кооперации, экономики и права, 2017. - 98 с.

## СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОРИЕНТАЦИЯ КОМПАНИЙ НА ИННОВАЦИОННЫЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

**Е.А. Кузнецова, М.С. Кузьмин**

Казанский (Приволжский) федеральный университет

*В работе представлены краткие характеристики инновационных бизнес-моделей, применяемых отечественными и зарубежными компаниями в современных условиях развития мировой экономики. Рассмотрен ряд кейсов компаний, в которых трансформация бизнес-модели позволила значительно усилить конкурентные позиции на рынке. Показано, что использование новой бизнес-модели позволяет, с одной стороны, существенно повысить эффективность деятельности компании, а, с другой стороны, получаемые при этом результаты учитывать при разработке направлений стратегического развития.*

### *стратегическая ориентация, бизнес-модели, инновации*

Инновации играют ключевую роль в стимулировании развития и повышении конкурентоспособности компаний в бизнесе. Результаты исследований, проведенные *Boston Consulting Group* (Бостонской консалтинговой группой) и *MIT Sloan School of Management* (Школой менеджмента Слоуна при Массачусетском технологическом институте), убедительно доказывают, что инновационная бизнес-модель способствует стратегической ориентации на устойчивое развитие [1]. Целью любой бизнес-модели является создание цепочек стоимости за счет продажи товаров и услуг. В современных условиях развития мировой экономики создание цепочек стоимости невозможно представить без инноваций [2]. По мнению экспертов, 90% всех новых бизнес-моделей на не являются таковыми, поскольку они основываются на 55 существующих шаблонах, самые распространенные из которых в порядке их появления по годам представлены на рис. 1.

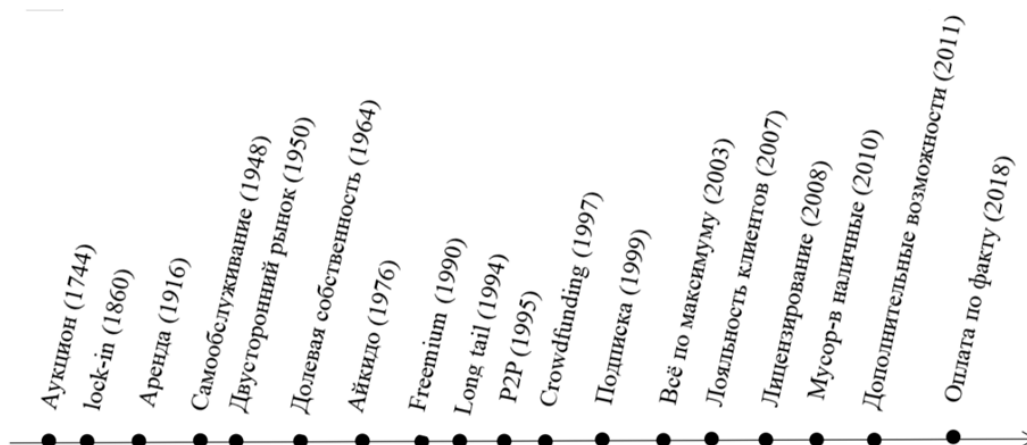


Рис. 1. Шаблоны инновационных бизнес-моделей

Далее рассмотрены наиболее успешно реализуемые шаблоны инновационных бизнес-моделей на примере конкретных компаний.

Одной из самых распространенных в последнее время моделью организации бизнеса является так называемая модель «freemium» («начни пользоваться бесплатно»), часть продукта предоставляется бесплатно, а расширенный продукт и более ценная версия этого продукта реализуется за деньги. Прибыль компания получает от продажи дополнительных опций. На рис. 2 схематично отражена схема взаимоотношений компании с клиентом по модели «freemium». Пример функционирования указанной бизнес-модели можно рассмотреть на кейсе компании *EasyFinance*, являющимся сервисом по управлению финансами. Сервис обладает широким функционалом, включая планирование бюджета семьи или малого бизнеса с помощью интерактивного календаря, учет банковских операций, синхронизация с банковскими картами и др. Компания предоставляет бесплатную версию для начального уровня работы только на сайте. Для предпринимателей, фрилансеров, инвесторов, имеющих амбициозные цели по улучшению финансового положения, сервис *EasyFinance* предлагает уже воспользоваться платной подпиской. По утверждению менеджмента компании, «70% пользователей платных аккаунтов более успешны в достижении поставленных целей, чем пользователи бесплатных аккаунтов» [3]. Сервис уже интегрирован с ведущими банками России, включая Сбербанк, Альфа-банк, ВТБ 24 и др. По итогам 2020 года услугами сервиса воспользовалось более 1 320 000 клиентов.



Рис. 2. Шаблон построения взаимоотношений компании и потребителя по бизнес-модели «freemium»

Еще одним примером успешной организации бизнеса по модели «freemium» можно обозначить платформу автоматизации маркетинга *MailChimp*, которая появилась в 2001 году. В настоящее время *MailChimp* позиционирует себя, как маркетинговая платформа для малых компаний. Бесплатный план *MailChimp* предоставляет основные функции email-маркетинга, которые реализуют около 70 шаблонов и инструмент управления взаимоотношениями с клиентами (*CRM*) для отслеживания контактов,



возможность **отправлять до 10 000 электронных писем в месяц. В случае появления** необходимости создания воронки для привлечения потенциальных клиентов или получения доступа к A/B-тестированию, необходимо приобрести платную версию *Mailchimp - Mailchimp Essentials*. В 2020 году прибыль Mailchimp составила около 300 млн. долл. США. На 1 сентября 2021 года капитализация компании достигла 155 млрд долл. США. В 2021 году её акции выросли на 49% [4].

Следующей по частоте распространения среди инновационных бизнес-моделей является «*crowdfunding*». Она характеризуется сбором средств на реализацию идеи или финансирования того или иного проекта большим количеством частных лиц. Реализация планируемого проекта возможна только в случае сбора минимально необходимой суммы. Американский стартап *GeoOrbital* усовершенствовал обычный велосипед, предложив создать электрическое колесо *GeoOrbital Wheel*, которое позволяет превратить велосипед в электробайк. Данный проект уже реализован, благодаря сбору средств на Кикстартере [5]. Кроме того, вместо минимально заявленных 75 000 долл. США было собрано около 1,3 млн. долл. США.

Модель *P2P (Peer-to-Peer, «без посредников»)* также заслуживает особого внимания. В данной модели логика взаимодействия компании с потенциальными потребителями заключается в использовании базы данных и/или коммуникационного сервиса. Она предоставляет возможность подачи объявления об аренде личных вещей, предложения товаров и услуг, обмена информацией или впечатлениями. К примеру, онлайн площадка *Airbnb*, применяющая *P2P* для аренды жилья по всему миру, позволяет сдавать путешественникам в аренду свое жилье в полном объеме либо частично. Сайт компании в данном случае представляет платформу для установления контактов между хозяином и гостем, а также отвечает за обработку транзакций. На данный момент *Airbnb* предлагает жилье в 65 000 городах 191 страны мира, а с момента основания (август 2008 года) через сайт *Airbnb* нашли жилье более 150 млн. человек (рис.3) [6].

Как следует из анализа данных, представленных на рис. 3, динамика выручки *Airbnb* в несколько раз превышает аналогичный показатель конкурирующей организации - сервисом бронирования отелей *Booking.com*.

Биржа *Binance* представляет собой площадку по торговле криптовалютой и является одной из популярных и крупнейших среди трейдеров. Одним из способов торговли криптовалютой здесь является использование *P2P*-сети.



Рис 3. Сравнение динамики выручки *Airbnb* и *Booking.com* за 2013-2019 г, %

*P2P*-сеть позволяет производить денежные транзакции напрямую между сторонами без посредников или агентов. Она позволяет контролировать время расчетов, ценообразование, а также отслеживать, какую криптовалюту выбирают покупатели. *Binance* доверяют свыше 10 млн. клиентов из 180 стран. При этом историческим максимумом торгового объема *Binance P2P* эксперты называют сумму в **54 млн. долл. США**. Прирост активных пользователей с 2019 года составил **760%** [7].

Центральная идея шаблона инновационной бизнес-модели «*Lock-In*» («Бритва и лезвие») - дешево или бесплатно предлагать покупателям основной товар, а комплектующие и расходные элементы, необходимые для его использования, продавать по достаточно высоким ценам. Японская компания *Canon* использовала потенциал этого шаблона для множительной техники следующим образом: недорогое тело фотоаппарата (корпус фотоаппарата без объектива) и дорогие объективы, стабилизаторы, защитные стекла, увеличенные кольца, бумага для снимков и т.д. Благодаря применению бизнес-модели «*Lock-In*», компания *Canon* занимает почти половину рынка цифровых фотоаппаратов, точнее говоря, 47,9% (рис.4). Выручка японского производителя фототехники во втором квартале 2021 года составила 8,04 млрд долларов США, что на 31,0% больше, чем годом ранее [8].

Компания, применяющая бизнес-модель «Двусторонний рынок», позволяет существенно упростить взаимодействие двух дополняющих друг друга групп заинтересованных лиц, выполняя роль посредника или некой платформы. Примером двустороннего рынка являются международные платежные системы *Visa*, *Mastercard* и др. Рынок индустрии платежных карт функционирует на платформе Ассоциации кредитных или дебетовых карт, где сторонами являются держатель карты (продукт, получаемый от платформы - платежная карта) и продавцы товаров и услуг (продукт, получаемый от платформы - платежный терминал).

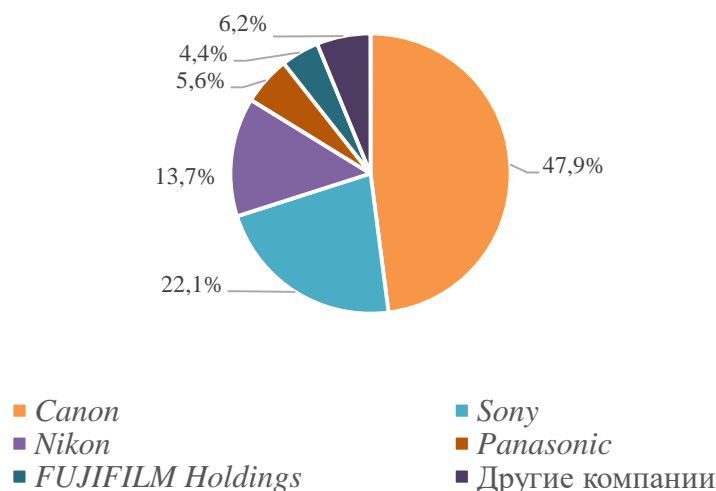


Рис 4. Распределение долей мирового рынка цифровых фотоаппаратов между основными его участниками в 2020 году

В 2020 году количество активных российских пользователей «Visa» составило 34%, «Mastercard» – 30%. Японская компания PlayStation [9] представляет собой своеобразный двусторонний рынок, на котором взаимодействуют игроки и разработчики ПО, при этом одна сторона получает услугу - игру, а другая - набор средств для разработки. По состоянию на 31 марта 2021 года количество подписчиков PlayStation составляет 47,6 млн. человек, что на 6,1 млн. человек больше, чем в 2020 году.

Подводя итог проведенному исследованию, следует отметить, что использование компаниями новой бизнес-модели в современных условиях развития мировой экономики позволяет, с одной стороны, существенно повысить эффективность деятельности компании, а, с другой стороны, получаемые при этом результаты учитывать при разработке направлений своего стратегического развития.

#### Список используемых источников:

1. Гасман О., Франкенбергер К., Шик М. Бизнес-модели: 55 лучших шаблонов – М.: Альпина Паблишер, 2016. – Т. 288. – С.278-350.
2. Ermolaev K.A., Melnik A.N., Kuzmin M.S. Energy efficiency policy activating in Russia by project management methods // Revista Publicando. – 2017. – Т. 4. – № 13. – С. 810.
3. Официальный сайт EasyFinance. [Электронный ресурс].URL.:<https://easyfinance.ru/> (Дата обращения 14.11.2021).
4. Официальный сайт MailChimp. [Электронный ресурс].URL.:<https://mailchimp.com/> (Дата обращения 14.11.2021).
5. Официальный сайт GeoOrbital. [Электронный ресурс].URL.:<https://geoo.com/> (Дата обращения 16.11.2021).
6. Официальный сайт Airbnb. [Электронный ресурс].URL.:<https://www.airbnb.ru/> (Дата обращения 17.11.2021).
7. Официальный сайт Binance. [Электронный ресурс]. URL.: <https://www.binance.com.ru/> (Дата обращения 18.11.2021).
8. Официальный сайт Canon. [Электронный ресурс].URL.: <https://www.canon.ru/> (Дата обращения 17.11.2021).
9. Официальный сайт PlayStation. [Электронный ресурс]. URL.

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN В БРОКЕРСКОЙ СФЕРЕ

**У.С. Курбатова**

Санкт-Петербургский государственный университет им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Сегодня наблюдается активное развитие технологий и высокая скорость роста объема цифровой информации, которая требует новых методов обработки, хранения и передачи данных внутри сети. Брокерские компании сталкиваются с задачей оптимизации данных процессов и сопутствующих ресурсов, что подразумевает поиск новых технологических решений. Технология блокчейн активно реализуется для совершенствования деятельности финансовых организаций.*

***блокчейн, цифровая экономика, брокерская деятельность, технология распределенных реестров, смарт-контракты, Bitcoin, транзакции***

Тема распределенных реестров и децентрализации является относительно молодой и новой с научной точки зрения, имеет большой потенциал и активно привлекает внимание. Ярким примером технологии распределенных реестров является блокчейн, в основе функционирования которого лежит криптозащита данных. Тем более в финансовой сфере, когда платежным средством выступает криптовалюта, например, Bitcoin - в общем смысле разновидность цифровой валюты, создание и контроль которой базируются на криптографических методах [1]. Децентрализованная система обеспечивает высокий уровень безопасности транзакций и хранения средств. Поскольку информация обо всей истории транзакций хранится у каждого из пользователей, то такую систему невозможно обмануть или уничтожить. Каждая транзакция подтверждается несколькими независимыми узлами, что делает систему прозрачной и защищенной.

Однако, криптовалюта сталкивается с критикой со стороны государственных чиновников. так как данная валюта является очень конкурентной и представляет собой реальную угрозу для банков: криптовалюта является более совершенными деньгами, так как позволяет осуществлять транзакции с минимальными временными и денежными затратами, чего невозможно достигнуть при банковских переводах в силу существования неограниченного количества посредников.

Блокчейн – это достаточно новая IT технология , находит все новые сферы применения и ниши эффективного функционирования. Существует множество различных определений, которые трактуются с разных точек зрения: техническая, юридическая, экономическая, для бизнеса и т.п.

Блокчейн с технической точки зрения – это цепочка распределенных реестров. Цепочка из блоков цепи, каждый блок из которых хранит в себе

информацию (записи) об определенном количестве транзакций. То есть это база данных с возможностью открытой проверки.

Принцип функционирования технологии блокчейн достаточно полно рассмотрен описан в литературе и Интернет источниках [2,3].

В плане юридическом – это механизм подтверждения выполнения условий контрактов, операций, транзакций, не требующий участия посредников и централизованных органов регулирования. Поэтому, в бизнесе блокчейн можно рассматривать как обменную сеть для перемещения ценностей между равными партнерами. Это требует юридического оформления отношений на принципиально новой основе с участием государственных органов.

Технология распределенных реестров изначально находит эффективное применение в развитии экономического сектора, в частности финансовых организаций и брокерских компаний, за чем объективно следует постепенное совершенствование уже внедренных элементов искусственного интеллекта (ИИ).

В частности, брокерские компании предоставляют услуги по сопровождению сделок, которые требуют большого количества однотипных действий по обработке документов, таких как оформление договоров с банками, предоставление отчетности о выполненной работе, расчеты с клиентами и т.п. Перечисленные действия являются уникальными для каждой компании, но вполне типичными для всей брокерской деятельности.

Брокерская компания – это организация, которая предоставляет посреднические услуги брокеров на валютных, финансовых и товарных рынках, обеспечивая тем самым связь между рынком и частными лицами (трейдерами). Бизнес-целью брокерской компании является достижение успеха клиентов и развитие финансовой сферы.

Брокерские компании открываются членами биржи, они обладают правами юридического лица с соответствующей регистрацией в органах власти, либо могут действовать как структурное подразделение организации - члена биржи.

Брокерская компания – это коммерческая организация, которая имеет вид ООО (общество с ограниченной ответственностью) или АО (акционерное общество), чаще всего является обществом закрытого типа.

Функции, которые выполняет брокерская компания:

- 1) Во время заключения сделок осуществляет биржевое посредничество путем принятия поручений клиентов;
- 2) Осуществляет внебиржевое посредничество, т.е. занимается организацией и сопровождением сделок вне биржи;
- 3) Оказывает информационно-консультационные услуги, осуществляет анализ возможных рисков клиента на рынке;
- 4) Представляет интересы участников в момент совершения операций;
- 5) Занимается сбором коммерческой информации и ее анализом;

б) Сопровождает документальное оформление сделок и представляет их к регистрации в расчетной палате;

7) Выступает в качестве экспертов при проведении экспертиз биржевых торгов.

Брокерская фирма несет ответственность за правильность и своевременность исполнения поручений своих клиентов и достоверность информации, передаваемой клиентам и в расчетную палату. На рис. 1 отражена функционально-организационная структура брокерской компании.

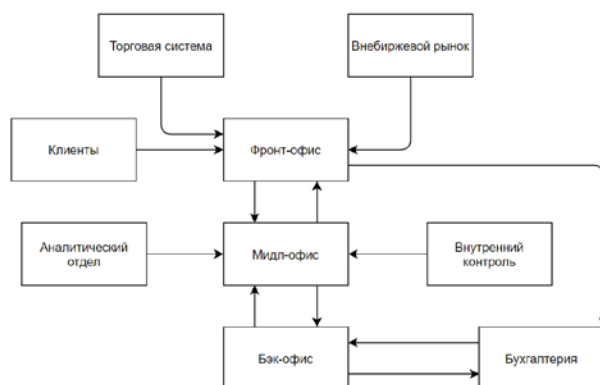


Рис. 1. Функционально-организационная структура брокерской компании

Технология блокчейн еще недостаточно развита для готовности интеграции с текущими ИС. Однако, локальное ее использование может сократить издержки как финансовые, так и временные. Важно понять где и каким образом можно использовать технологию распределенных реестров для оптимизации работы брокерской компании. Так как блокчейн – это база данных, соответственно оптимизация будет направлена на процессы обработки, хранения и передачи данных.

На рис. 2 изображена схема движения информационных потоков брокерской компании.

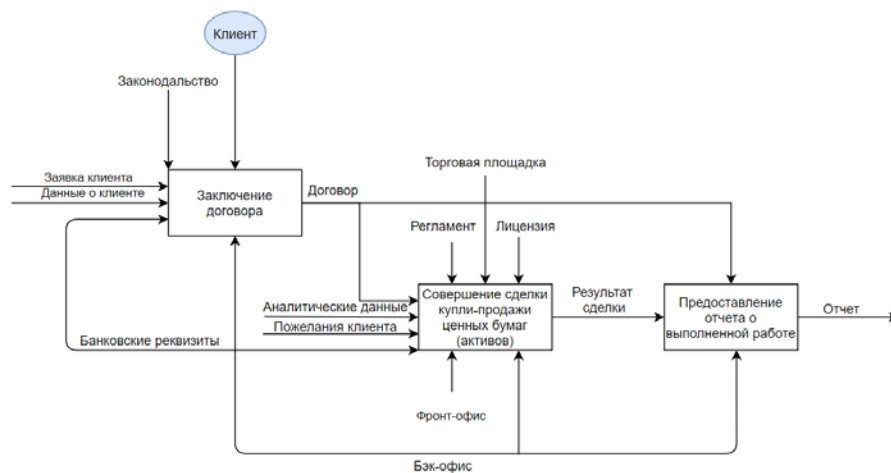


Рис. 2. Схема движения информационных потоков

Процесс совершения сделки возможно оптимизировать при помощи смарт-контрактов, что представлено на рис. 3. Смарт-контракт – это безопасная неодолимая компьютерная программа, соответствующая соглашению, которое автоматически выполняется. Благодаря тому, что именно в финансовой отрасли возник наибольший интерес к исследованиям, в пространстве смарт-контрактов была сформулирована идея шаблонов смарт-контрактов. Идея состоит в том, чтобы построить стандартные шаблоны для обеспечения фреймворка и поддержки юридических соглашений для финансовых инструментов. При переходе от традиционного заключения сделки к автоматизированным смарт-контрактам преимуществом будет наличие надежной единой распределенной базы данных, в которой будет храниться необходимая информация для исполнения обязательств по договору, а также будет в значительной степени сокращено время на обработку информации о клиентах.

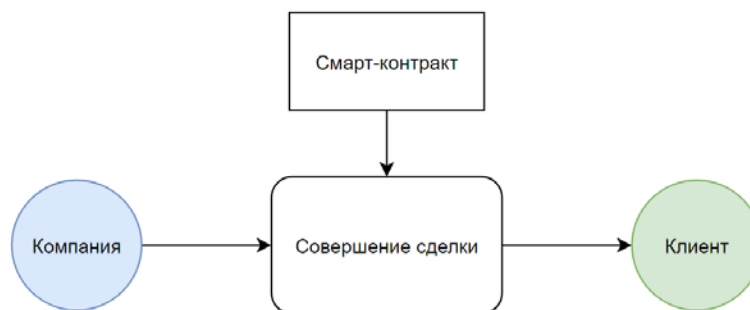


Рис. 3. Воздействие смарт-контракта в процессе совершения сделки

Кроме того, в традиционной модели жизненного цикла сделки необходима центральная расчетная палата для содействия сделки между сторонами, которая берет на себя кредитные риски обеих сторон. Текущая схема является довольно сложной, поскольку продавцу и покупателю следует пройти сложный путь для осуществления сделки друг с другом. Он включает в себя различные фирмы, брокеры, расчетные палаты и кураторы. Но с блокчейном единый регистрационный расчетный журнал с соответствующими смарт-контрактами может упростить весь этот процесс и позволить покупателям продавцам общаться между собой напрямую (рис.4).

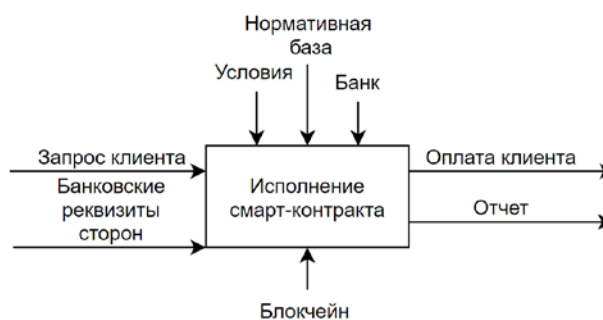


Рис. 4. Информационные потоки при исполнении смарт-контракта

Процесс расчета сделки обычно занимает два или три дня в зависимости от центральных расчетных палат и систем согласования. С подходом общего регистрационного журнала все участники блокчейна могут мгновенно видеть единую версию истины касательно состояния сделки. Помимо этого, возможен пиринговый расчет, который обеспечит упрощение, уменьшение затрат, рисков и времени расчета сделки. С помощью соответствующих смарт-контрактов блокчейна становится возможным избавиться от посредников. Также органы надзора могут видеть блокчейн согласно требованиям аудита и регулирования [2].

Уже сейчас на практике технология блокчейн стимулирует высокий исследовательский интерес в коммерческом и финансовом секторе. Подобный рост интереса обусловлен тем, что технология блокчейн может сделать бизнес эффективнее, снизить затраты и сделать движение информационных потоков прозрачными, без возможности внесения изменения в базы данных злоумышленниками. Академический интерес состоит в решении сложных проблем. Кроме криптографии, механизмов консенсуса в обществе, производительности и других препятствий широкого внедрения технологии блокчейна, существенным является ускорение развития инфокоммуникационных сетей и улучшения их технических характеристик.

**Список используемых источников:**

1. Мащенко П.Л., Пилипенко М.О. / Технология Блокчейн и ее практическое применение // Наука, техника, образование, Издательство Олимп, 2017. 61-64 с.
2. <https://ooh.space/guides/blockchain-terms/> термины и определения.
3. Имран Башир. / Блокчейн: архитектура, криптовалюта, инструменты разработки, смарт-контракты // Издательство ДМК Пресс, Москва, 2019. С. 485.



## РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

**В.В. Макаров, В.В. Стариков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье представлена карта бизнес-процессов планирования сетей мобильной радиосвязи, позволяющая раскрыть механизмы взаимодействия технических и экономических специалистов. Ставится вопрос о необходимости разработки технико-экономических критериев оценки проекта сети, способных послужить основой для методики выбора оптимального варианта сетевой конфигурации. Обоснована необходимость создания модуля имитационного моделирования, позволяющего произвести уточнение ранее рассчитанных показателей инвестиционной привлекательности проекта.*

***бизнес-процессы оператора мобильной связи, планирование сетей мобильной связи, инвестиционная деятельность оператора мобильной связи***

На сегодняшний день успешность бизнес-модели оператора мобильной связи всецело зависит от реализации сетевой архитектуры, позволяющей предоставлять абонентам высокоскоростной доступ в сеть Интернет и локальные ресурсы операторских экосистем. Ошибки, допущенные на этапах планирования сети радиодоступа, могут привести к существенным внеплановым затратам, снижающим экономическую целесообразность проекта [1,2].

Стоит отметить, что современные стандарты мобильной связи четвертого и пятого поколений требуют глубокого переосмысления существующих методик планирования [3,4]. Дороговизна частотно-временного ресурса и сложность профиля абонентского трафика диктуют необходимость реализации сложных технологических решений, направленных на повышение ROI (return on investment) – коэффициента окупаемости инвестиций. Примером таких решений являются программные продукты для управления частотно-временным ресурсом и координации внутрисистемных помех в режиме реального времени.

Успешная реализация проектов по развертыванию и модернизации сетей мобильной связи сопряжена с постоянной кооперацией между специалистами разных профилей. Особого внимания заслуживает проблематика описания механизмов взаимодействия между специалистами инвестиционного департамента (ИД) и инженерами, обеспечивающими техническую часть реализации проекта. Существующие программные комплексы для планирования и оптимизации мобильных сетей спроектированы с точки зрения обеспечения инженерных расчетов: определения требуемой конфигурации оборудования и наглядной визуализации зон покрытия сети.

К недостаткам таких систем следует отнести отсутствие модуля оценки экономической эффективности, предназначенного для специалистов ИД. Возможность проведения таких оценок для различных вариантов сетевых конфигураций позволит оперативно вносить изменения на этапе оптимизации начального приближения будущей сети.

Подготовку возможных вариантов технических решений, рассматриваемых ИД при анализе экономической эффективности проекта, выполняют специалисты департамента планирования и оптимизации (ПиО). Таким образом, выносимые на оценку конфигурации будут заведомо удовлетворять техническим требованиям по абонентской емкости, пропускной способности и др.

На рис. 1 представлена сервисно-ориентированная модель взаимодействия департаментов ПиО и ИД.

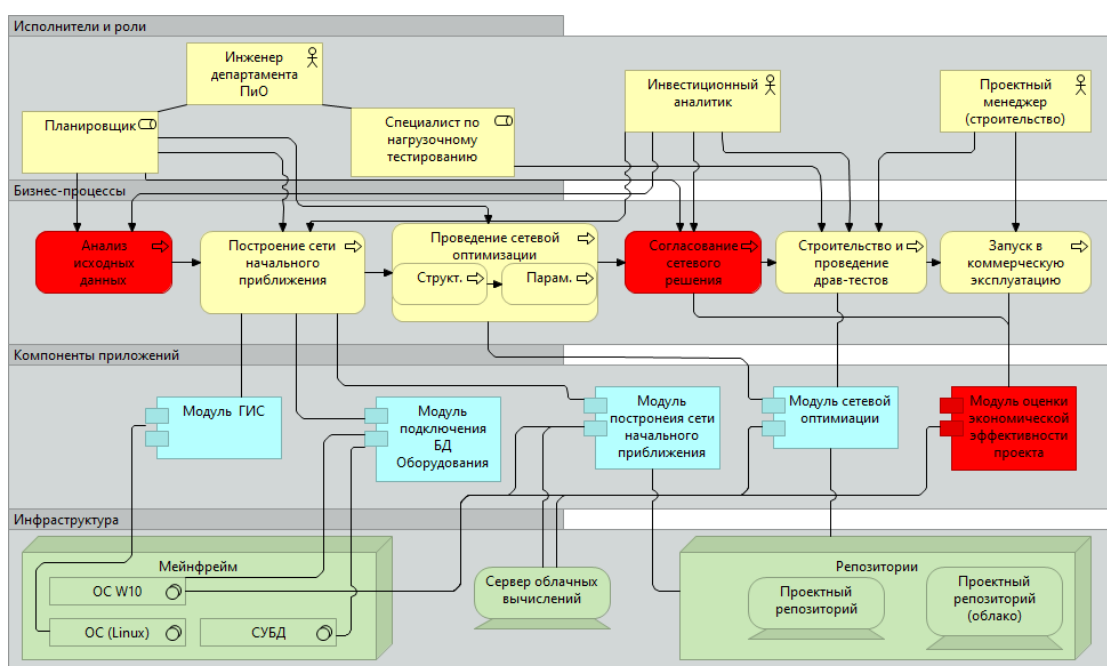


Рис. 1. Сервисно-ориентированная модель взаимодействия департаментов ПиО и ИД

Красным цветом обозначены элементы (бизнес-процессы и программные модули), являющиеся «точками соприкосновения» двух департаментов.

**Анализ исходных данных.** В подготовке исходных данных участвуют специалисты ИД, которые осуществляют предварительный анализ статистики по текущему портфелю услуг с привязкой к результатам маркетинговых исследований. Целью анализа исходных данных является формализация ряда технических требований к будущей сети. В качестве примера таких требований можно привести: требуемую абонентскую емкость, пиковую скорость передачи данных, ожидаемый профиль трафика и др. Декомпозиция бизнес-процесса анализа исходных данных (в разрезе ИД) представлена на рис. 2.

Рассмотрим подробнее группу процессов, включающую анализ тенденций отрасли и подготовку инвестиционного проекта. Задачей первого является обработка результатов маркетинговых исследований и анализ промежуточных данных по стандартам отчетности МСФО (международные стандарты финансовой отчетности) и РСБУ (российские стандарты бухгалтерского учета). Результат оформляется в виде подготовленного отчета, в котором может быть обоснована целесообразность инициации развития бизнеса в других направлениях. Например, запуск стриминговых сервисов и услуг облачных вычислений для корпоративных клиентов. Данные направления уже не являются VAS-услугами (Value Added Services – услуги, приносящие дополнительный доход), а представляются в виде самостоятельных подразделений или дочерних компаний [5]. На выходе второго процесса формируется готовый инвестиционный проект, который выносится на защиту перед менеджментом компании.

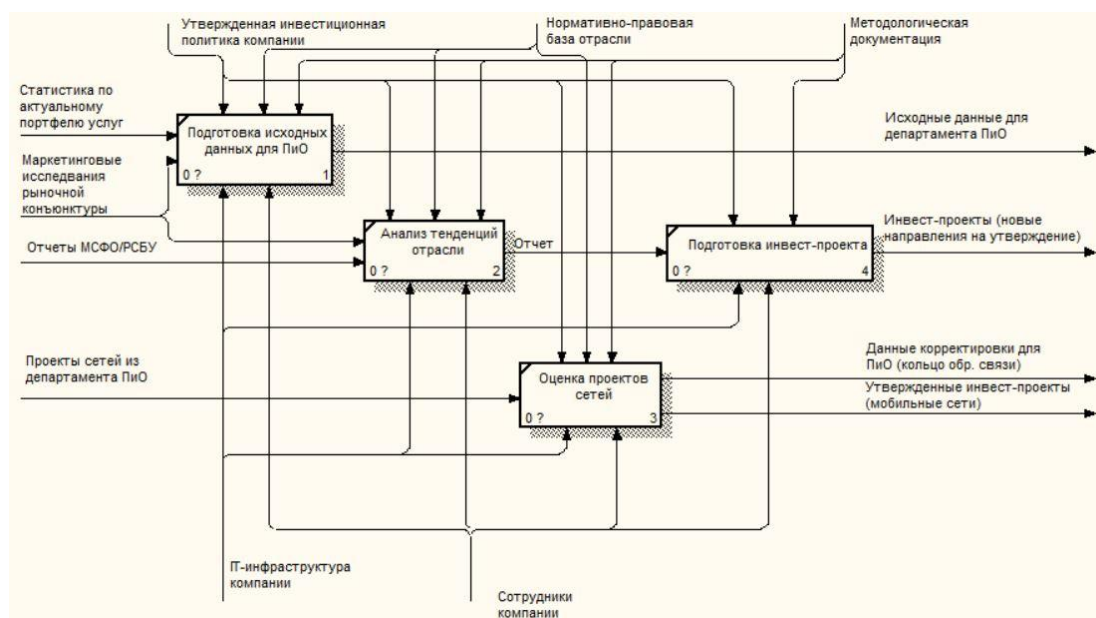


Рис. 2. Карта основных бизнес-процессов департамента инвестиционной деятельности

**Согласование сетевого решения.** После предоставления департаментом ПиО возможных вариантов технических решений требуется осуществить выбор сетевой конфигурации. Упрощенно суть этого процесса можно описать как сравнение между собой двух сетей - более дорогой, но более доходной в будущем с менее затратной, но требующей скорой технической модернизации [4]. Декомпозиция процесса оценки проектов сети представлена на рис. 3.

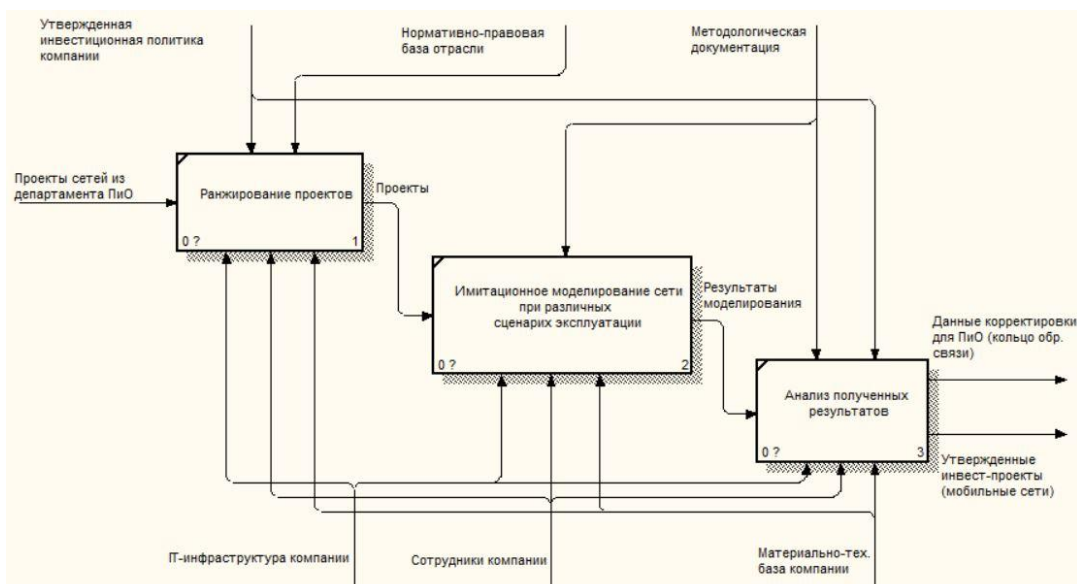


Рис. 3. Декомпозиция процесса оценки проектов сети

Ранжирование проектов подразумевает проверку поступающих из ПиО вариантов сетевых конфигураций на соответствие утвержденной инвестиционной политике, где особое внимание уделяется контролю за соблюдением выделенных лимитов по CAPEX (Capital Expenditure – капитальные расходы) и OPEX (Operating Expenses – операционные затраты).

На выходе блока анализа полученных результатов может быть два объекта:

- 1) Утвержденный проект сетевого решения;
- 2) Корректировка для центра ПиО. Данный вариант развития событий свидетельствует о наличии в исходном варианте сетевого решения недопустимых значений CAPEX и/или OPEX.

**Модуль оценки экономической эффективности проекта.** Посредством данного модуля осуществляется апробация конфигураций при различных сценариях использования сетевых ресурсов. Задавая вариант профиля трафика, описывающий поведенческие предпочтения абонентов (как и какими ресурсами/услугами они будут пользоваться) становится возможным уточнить ранее рассчитанные прогнозируемые значения показателей инвестиционной привлекательности проекта.

Полученный результат будет являться поправочным для ранее проведенного предварительного расчета экономической эффективности проекта (NPV, IRR и др.), поскольку он позволяет опираться не на сеть начального приближения, а на итоговую конфигурацию оборудования с привязкой к определенной локации и при заданном профиле абонентского трафика.

Стоит принять во внимание, что для реализации предлагаемого модуля требуется формализация технико-экономических критериев оценки проекта сети, призванных послужить основой для методики выбора оптимального варианта сетевой конфигурации.

Предложенная в работе карта бизнес-процессов планирования сетей мобильной связи раскрывает механизмы взаимодействия технических и экономических специалистов. Однако для проведения реинжиниринга данной группы процессов требуется изменить подход к построению архитектуры программных комплексов планирования и оптимизации мобильных сетей. После формализации технико-экономических критериев необходима разработка интерфейсов для всех категории пользователей: инженеры, инвестиционные аналитики и проектные менеджеры. Такой подход, с одной стороны, позволит разграничить функционал системы для специалистов различного профиля, а с другой - позволит организовать взаимодействие в рамках общих бизнес-процессов.

**Список используемых источников:**

1. Инновации, инвестиционная политика и управление качеством услуг компании мобильной связи : монография / В. В. Макаров, А. В. Горбатько ; рец.: Н. В. Войтоловский, Ю. О. Колотов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2014. - 287 с.

2. Анализ рынка мобильной связи в России. Прокофьева К.Б., Чипшева А.В., Юсупов Л.Р. В сборнике: Экономика и управление: актуальные исследования и перспективные направления развития. сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции. главный редактор: Плесканюк Т.Н., 2017. С. 108-121.

3. Построение начального приближения сети стандарта LTE. Бабков В.Ю., Стариков В.В. Информационные системы и технологии. 2020. № 5 (121). С. 103-112.

4. Бабков В.Ю., Стариков В.В. Выбор кластерной структуры сети начального приближения стандарта LTE. Информационные системы и технологии. 2017. № 5 (103). С. 72-80.

5. Макаров В.В., Протасов С.Н., Стародубов Д.О. Использование совокупности методов контроля для объективной оценки качества услуг мобильной связи/ Проблемы современной

**АНАЛИЗ И АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОЙ  
ПРОФСОЮЗНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОРШАНСКОГО ЗОНАЛЬНОГО  
УЗЛА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ ВИТЕБСКОГО ФИЛИАЛА  
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«БЕЛТЕЛЕКОМ»**

**Т.И. Михайловская**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Документооборот, как один из важнейших обеспечивающих бизнес-процессов любой организации, требует систему, которая обеспечивает непрерывную работу всех процессов принятия и реализации управленческих решений. Использование для этих целей систем электронного документооборота позволяет повысить оперативность обработки каждого документа и как следствие, – принятие решений.*

***бизнес-процесс, электронный документооборот, информационная система***

Успешное функционирование и развитие предприятий в условиях рыночной экономики во многом зависит от того, как предприятие решает вопросы организации бизнес-процессов. Для принятия качественного решения современному менеджеру необходимо обобщить, проанализировать и оценить большой объем данных, учесть множество факторов. Кроме того, быстро меняющаяся экономическая ситуация, необходимость снижения рисков, высокие скорости принятия решений – все это требует современных подходов.

Именно благодаря внедрению современных информационных технологий, направленных на автоматизацию бизнес-процессов, появляется возможность высвободить ценные ресурсы и сосредоточить максимум усилий на ключевых направлениях деятельности. Именно использование систем автоматизации позволяет увеличить прибыльность производства и значительно сократить издержки.

В управлении современным предприятием кроме сектора функциональных задач имеется довольно значительный блок задач в секторе управления документооборотом, автоматизации делопроизводства предприятия. Таким образом, автоматизация делопроизводства и организация документооборота становится эффективным средством достижения целей компании в производственной или управленческой деятельности.

Системы управления документооборотом обеспечивают строго регламентированное и формально контролируемое движение документов внутри и вне организации на основе информационных и коммуникационных технологий и имеют различные характеристики [1].

Объектом исследования является первичная профсоюзная организация Оршанского зонального узла электросвязи Витебского филиала республиканского унитарного предприятия Белтелеком. Это белорусская, добровольная, общественная, самоуправляемая, некоммерческая организация, объединяющая членов профсоюза [2].

Анализ организации выявил, что весь документооборот ведется в бумажном виде. Это приводит к тому, что найти какие-то личные данные работника двадцатилетней давности становится временно затратным, так как те же архивы находятся в нескольких зданиях города Орши. В связи с этим на заседании был рассмотрен вопрос об автоматизации документооборота.

На первом этапе были сформулированы требования к системе, включающие возможность хранения, атрибутивного и полнотекстового поиска документов, интеграции с другими системами и приложениями.

В настоящее время существует комплекс информационных технологий и соответствующих программных продуктов, предлагаемых на рынке. Эти информационные технологии построены на разных концептуальных уровнях, предназначены для разного типа предприятий и решаемых задач.

Профсоюзным комитетом были рассмотрены готовые решения и проведен их сравнительный анализ. Результаты анализа представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ СЭД

Характеристики	Doc ume ntu m	E1 Ев фр ат	Dir ect um	Дел о	1С: Докумен тооборот 8	Doc svisi on	EL M A
<b>Загрузка и регистрация документов</b>							
Сканирование	+	+	+	+	+	+	+
Распознавание	+	+	+	+	+	+	+
Возможность добавления в РК дополнительных атрибутов при регистрации	+	-	-	+	+	-	-
Конструктор карточек	-	+	+	-	-	+	+
Зависимость набора атрибутов РК от выбранного типа документа	+	+	+	+	+	+	+
Наличие обязательных атрибутов регистрационной карточки	+	+	+	+	+	+	+
Заполнение атрибутов значениями из системных справочников	+	+	+	+	+	+	+
Автоматическое формирование регистрационного номера	+	+	+	+	+	+	+
Поточное сканирование документов	+	+	+	+	+	+	+
Автоматическое извлечение атрибутов	+	+	+	+	-	+	+
<b>Хранение документов</b>							
Хранение атрибутов	+	+	+	+	+	+	+

Характеристики	Doc ume ntu m	E1 Ев фр ат	Dir ect um	Дел о	1С: Докумен тооборот 8	Doc svisi on	EL M A
СУБД	+	+	+	+	+	+	+
<b>Поиск</b>							
Создание каталогов	+	+	+	+	+	+	+
Полнотекстовый поиск	+	+	+	+	+	+	+
Атрибутивный поиск	+	+	+	+	+	+	+
Поиск по шаблонам	+	–	–	–	+	+	+
Создание шаблонов поиска	+	–	–	–	+	+	+
Сохранение поисковых запросов	+	+	+	+	+	+	–
<b>Разграничение прав доступа</b>							
Разграничение прав доступа на уровне каталога	–	+	+	+	+	+	+
Разграничение прав доступа на уровне вида документов	+	–	–	+	+	–	+
Разграничение прав доступа на уровне конкретного документа	+	+	+	+	+	+	+
<b>Интеграция со сторонними системами</b>							
Встроенная интеграция с системами организации	+	+	+	+	+	+	+
Наличие открытого API	+	+	+	+	+	+	+

Исходя из результатов анализа наилучшим оказалось решение компании Directum, модуль «Делопроизводство». Стоимость локальной установки будет составлять около 71 300 российских рублей.

В качестве альтернативного решения был рассмотрен вариант разработки собственного программного продукта «Список 2017».

В ходе анализа и формирования требований к проектируемой системе выделены три функциональных блока и, соответственно, три основные роли пользователя системы. Соответственно были построены диаграммы вариантов использования.

Исходя из наличия нескольких обособленных функциональных блоков, для разрабатываемой системы выбрана сервис-ориентированная архитектура, при которой на стороне сервера имеется несколько независимо обновляемых и заменяемых компонентов – микросервисов. Данная архитектура дает возможность независимого развертывания и масштабирования микросервисов, а также возможность независимой разработки каждого компонента системы.

Структурная схема разрабатываемой системы приведена на рис. 1, а некоторые элементы интерфейса представлены на рис. 2.



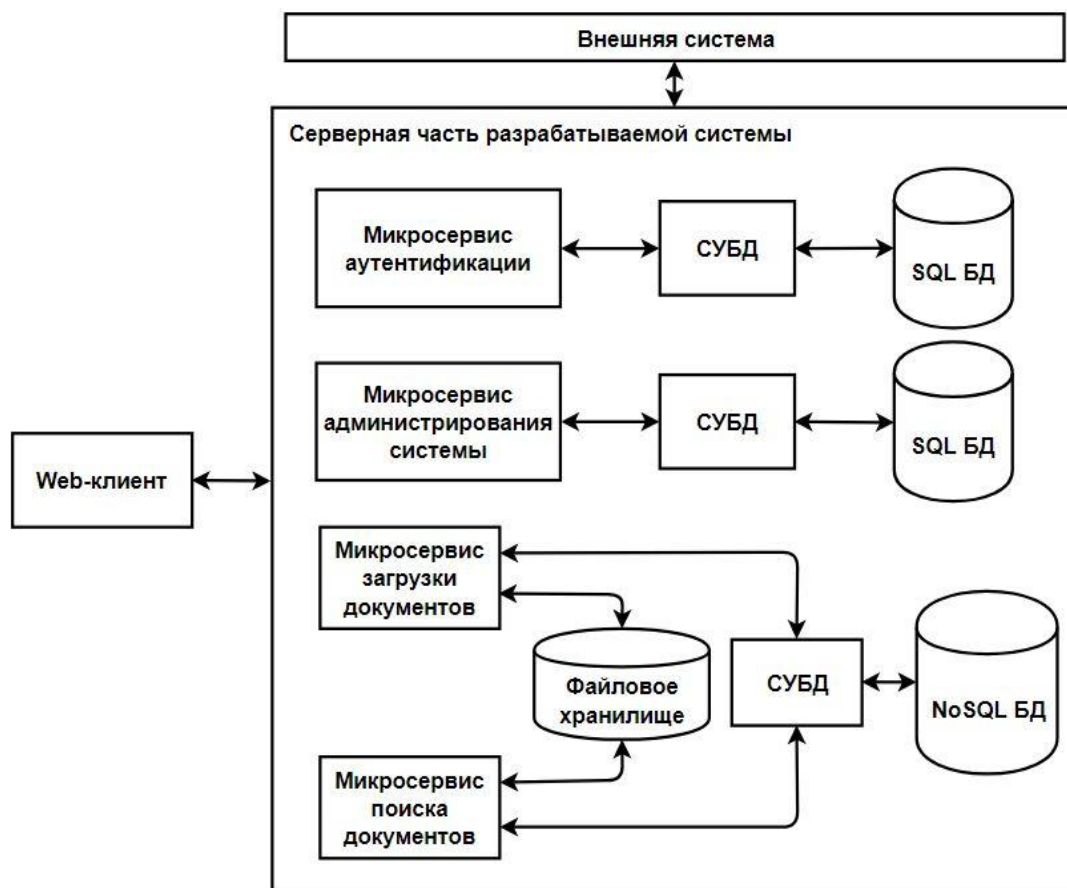


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемой системы

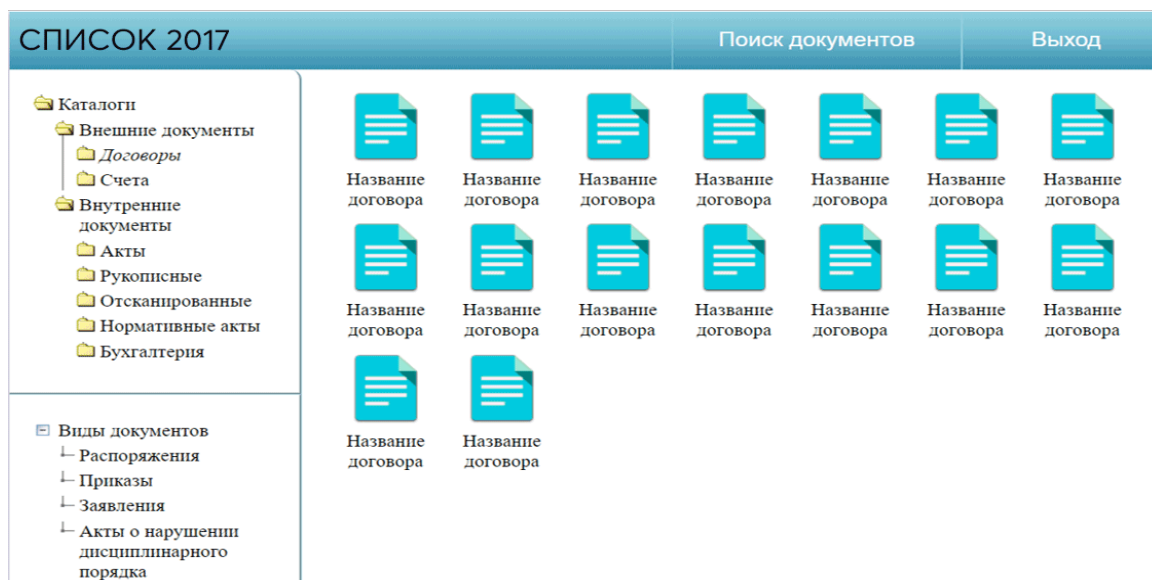


Рис. 2. Интерфейс приложения

В результате сравнительного анализа собственной разработки и покупки готового программного обеспечения, основываясь на данных, которые были получены в ходе обсуждений характеристик, было принято решение выбрать собственную разработку, так как этот способ наиболее рационален и набрал большее количество баллов, чем готовое ПО.

Далее была проведена оценка эффективности внедрения данной системы. Во-первых, были оценены затраты на разработку и внедрение системы, которые составили 378 399 рублей. В качестве положительных эффектов можно выделить сокращение затрат на приобретение канцелярских товаров, а также временных затрат на оформление документов.

Срок окупаемости системы за счет сокращения затрат составит 11,4 года, а рентабельность вложений 8,77%.

Таким образом, в процессе исследования был проведен анализ бизнес-процессов первичной профсоюзной организации Оршанского ЗУЭС Витебского филиала РУП «БЕЛТЕЛЕКОМ», разработан программный продукт «Список 2017» с целью совершенствования бизнес-процессов и проведена оценка эффективности его функционирования, которая подтвердила необходимость внедрения разработанного программного продукта.

Сотрудники организации по достоинству оценили внедрение программы. Работать стало гораздо удобнее, появилась возможность оформлять документы быстрее, уменьшилась необходимость оформлять все документы на бумаге, что снизило вероятность потери каких-либо документов из-за человеческого фактора, поэтому работа на предприятии стала эффективней.

#### **Список используемых источников:**

1. Роль системы электронного документооборота в автоматизации бизнес-процессов компании [Электронный ресурс]. URL: <https://taxnet.ru/blog/rol-sistemy-elektronnogo-dokumentoooborota-v-avtomatizatsii-biznes-protsessov-kompanii> (дата обращения 20.10.2021).
2. Профсоюзная жизнь [Электронный ресурс]. URL: <https://beltelecom.by/about/publiclife/union-life> (дата обращения 20.10.2021).

## ОСОБЕННОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ УНИВЕРСИТЕТА

**С.А. Никифорова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящей статье рассматриваются аспекты оптимизации бизнес-процессов, связанных с финансовым учетом платных образовательных услуг университета. Помимо этого, в работе производится оценка наличия ресурсов для вариантов повышения эффективности деятельности финансово-правового департамента в части точности и быстродействия при формировании отчетности. Показано, что предлагаемые пути совершенствования не носят революционный характер и вполне могут вводиться поэтапно в рамках внедрения модели Цифрового университета.*

### *бизнес-процессы, оптимизация, управленческий учет, цифровой университет*

На данный момент для эффективного руководства образовательным учреждением и рационального использования ресурсов применяются различные виды бизнес-анализа, экономисты регулярно предоставляют руководству университета отчеты о поступлении денежных средств и выполнении плана по разным аналитикам в рамках оказания: платных образовательных услуг, услуг по предоставлению жилых помещений, услуг научного характера, услуг аренды государственного имущества, услуг рекламного характера, услуг охраны и пр.

Все данные для предоставляемых отчетов, в основном, формируются экономистами вручную в разрезе требуемых аналитик, аккумулируясь в сводном excel-файле. Базовые сведения извлекаются из бухгалтерской программы, также из вручную формируемой базы данных договоров, баз данных собственной разработки по студентам и контрагентам, а также данных распорядительных документов.

В формировании данного процесса участвуют несколько работников, имеющих высшее экономическое образование, которые тратят на операции ввода данных до половины рабочего времени.

При этом в финансово-правовом департаменте преобладает линейно-функциональная система управления с намечающимися изменениями в сторону процессно-ориентированного подхода к управлению финансово-хозяйственной деятельностью.

Принимая во внимание концепцию Цифрового университета [1], в рамках долгосрочного планирования должно отражаться необходимое сочетание образования и рыночных отношений. При этом образовательные цели и задачи должны иметь приоритет перед финансово-экономическими и коммерческими, органично сочетая ориентир на потребителя и эффективный менеджмент. Однако управленческий учет подготавливает и формирует

информацию руководителю для принятия своевременных решений, которые определяются целями управления, и могут быть изменены по решению администрации в зависимости от интересов и задач. При этом одно остается неизменным – снижение издержек и увеличение доходов внутри каждого подразделения, а не только в целом по вузу.

Автоматизация процессов управления «первичкой» помогает добиться прозрачности в работе, снижает число ошибок, практически полностью ликвидирует риски потерь и пропусков документов, значительно увеличивает скорость ввода данных в учетную систему и получения отчетности, а в конечном итоге повышает эффективность работы всего отдела.

Типичный процесс обработки первичной документации включает целый ряд монотонных процедур, которые сотруднику приходится регулярно осуществлять. К самым трудоемким процессам относятся попозиционная сверка баз данных при выгрузке отчета и ручной ввод данных в ERP-систему. Отсутствие систематизированного электронного архива не позволяет ускорить работу и повышает риск ошибок при обработке документации. Не стоит забывать, что классическая форма работы с «первичкой» влечет косвенные затраты, связанные с ксерокопированием, сканированием, визированием документов.

Кроме высокой вероятности ошибок при ручном вводе данных, имеется еще одна проблема – ресурсоемкость: неавтоматизированные процессы утверждения еще больше задерживают ввод данных.

В университете некоторые подразделения используют в работе «собственные» информационные разработки, начиная от электронных таблиц и заканчивая «тяжелыми» системами. Однако, во многих случаях, отсутствует единый взгляд на использование информационных систем в рамках «сквозного» процесса компании, такого как бизнес-планирование.

При попытке сделать требуемые изменения в бизнес-процессе, затрагивающем множество подразделений и информационных систем, придется изменять большое число различных ИТ-решений, что потребует серьезных ресурсов. К сожалению, эта проблема возникает от пренебрежения архитектурным подходом при планировании развития информационных технологий. Оптимальным решением в этом случае является применение единого поставщика ИТ-приложений (единой платформы).

Опираясь на опыт работы в крупных холдингах, выявлены случаи, когда компании отказывались от внедренной информационной системы, из-за некачественного сбора требований и начинали внедрение новой системы. Это происходило по причине невозможности внесения изменений в такую систему, что делает ее неудобной для компании. Таким образом, архитектурный подход позволяет решить основную проблему автоматизации бизнес-процессов – сократить «разрыв» между существующими бизнес-процессами и средствами их автоматизации. В большинстве случаев причиной такого разрыва является неформализованность бизнес-процессов и

требований к информационной системе, а также сложность внесения изменений в существующие ИТ-решения. И если не предпринимать специальных действий, то этот «разрыв» будет только увеличиваться со временем, пока не произойдет отказ бизнеса от использования информационной системы, а значит потери сделанных инвестиций в развитие информационных технологий.

В университете платежную дисциплину держат на особом контроле, поскольку это важная и трудоемкая работа с денежными средствами. Платежных документов бывает много, а в условиях строгого бюджетирования и разности платежей согласно классификации статей на данную работу у бухгалтера или экономиста уходит много времени. В связи с этим возникает необходимость в автоматизации процедуры.

Пути автоматизации учетных процессов могут быть разными, при этом есть сомнения в том, что возможна единая универсальная методика действий.

Платежный календарь – плановый финансовый документ, предназначенный для формирования графика денежных потоков на ближайший период (от нескольких рабочих дней до месяца) таким образом, чтобы гарантировать оплату всех утвержденных платежей, минимизировать излишки денежных средств на счетах, избежать кассовых разрывов, выявить задолженность.

Платежный календарь формируется через консолидацию платежных заявок от соответствующих структур компании в разрезе принятых статей движения денежных средств.

Утвержденный платежный календарь должен иметь непосредственную взаимосвязь с утвержденным ранее годовым бюджетом движения денежных средств (БДДС). Эти документы связаны друг с другом, один вытекает из другого, однако у них есть отличия. Платежный календарь – более подробный документ. По сути, это расшифровка бюджета движения денежных средств. Все показатели платежного календаря в идеале должны быть в рамках утвержденного БДДС.

Для бюджета движения денежных средств год – оптимальный срок планирования, позволяющий обеспечить достаточную точность прогнозных данных. Однако, период «год» для платежного календаря – слишком большой период. Очень сложно, например, в декабре одного года обеспечить подробную разбивку платежей на декабрь другого года, особенно в привязке к конкретным поставщикам и договорам, которые, как правило, еще не заключены.

Автоматизацию следует начать с проводимой заявочной компании. Для этого собирают заявки по поступлениям и расходованию средств для формирования платежного календаря от отделов и служб.

В данный момент в университете платежный календарь формируется в excel, однако часто заявка поступает в виде текста электронного письма, сообщений по каналам внутренней сети или в программе электронного документооборота. Разнотипные каналы исходных данных – одна из

существенных задач, решение которой необходимо проводить на первоначальном этапе процесса совершенствования управленческих бизнес-процессов.

В результате всю совокупность данных экономисту приходится переносить в оболочку, в которой он работает. Это чрезвычайно трудозатратно. При таком переносе возрастает риск совершить ошибку. Только потом, после переноса и первичной обработки данных, экономист начинает работать с заявочным массивом данных по существу. Оперативным такой процесс назвать сложно.

Применительно к автоматизированной системе учета (АСУ) необходимо, чтобы платежные заявки формировались прямо в используемой учетной системе. Например, в некоторых модификациях программы 1С это возможно реализовать, хотя есть и недочеты. Дело в том, что заявки на расходование денежных средств, реализованные в 1С, — неплохой инструмент оперативного контроля, когда платеж планируется в ближайшее время.

С платежным календарем ситуация иная. На момент формирования заявки поставщик может быть неизвестен, а известно лишь то, что по такой-то статье движения денежных средств запланирована к расходованию такая-то сумма.

Руководителю структурного подразделения, формирующему заявку по своей структуре, желательно сразу видеть общую сумму расходования по его отделу, чтобы можно было ее корректировать (урезать, добавлять). Работнику, формирующему платежный календарь, нужно опираться на данные БДДС по отделу, не выходя за его параметры.

Основываясь на опыте СПбГУТ, важно отметить существенное влияние электронных площадок взаимодействия. Примером является приемная компания 2020 года в рамках оформления договорных отношений и проведения процедуры идентификации абитуриентов и заказчиков при заключении договора на оказание платных образовательных услуг.

Интеграция будет являться также новым форматом представления контента, обеспечивающим идеальную систему связи, доступ к постоянно нарастающему числу сервисов и эффективно работать при любой модели обучения и прочего взаимодействия.

Таким образом, проанализировав обзор инструментов совершенствования управленческих бизнес-процессов, возможно сделать вывод: опыт СПбГУТ, накопленный в процессе разработки и внедрения собственных и приобретенных информационных систем с целью сквозной автоматизации, признан успешным, что дает предпосылки для дальнейшего внедрения комплекса программ на одной IT-платформе, тем самым оптимизировав управленческий учет, позволяя точно и оперативно выстраивать стратегию увеличения объемов поступлений средств и повышения качества обслуживания клиентов.

**Список используемых источников:**

1. Портал министерства науки и высшего образования [Электронный ресурс] //Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования. Москва, 14.07.2021 URL: [https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT\\_ID=36749](https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=36749)
2. М.И.Сидорова Управленческий учет как элемент единого информационного пространства организации ст. Методики и технологии. М : 2016 - 65 с.
3. Шёнталер, Ф. Бизнес-процессы. Языки моделирования, методы, инструменты.

## ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РФ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**Е.В. Стрелкова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В работе рассмотрены проблемы, которые сопровождают процессы цифровой трансформации в РФ, а также предложены основные направления их решения.*

***информационные технологии, управление, цифровизация, цифровая трансформация***

Мы живем в эпоху цифровых преобразований. Информационные технологии вызывают изменения в нашей жизни, учебе, работе и хобби. Они позволяют оригинально мыслить, планировать и делать выбор. Они открывают новые возможности на всех уровнях государственного и социального развития, но в то же время увеличивают риски и угрозы существующих бизнес-моделей. Поэтому перед государством ставится новая задача - постоянно искать способы управления экономическими и социальными изменениями, вызванными цифровыми преобразованиями, которые представлены на рис.1.



Рис. 1. Результаты оценки готовности различных сфер в РФ к цифровой трансформации

Чтобы обеспечить успех цифровой трансформации, крайне важно предпринять последовательные действия в нескольких направлениях. Эти меры необходимы на государственном, муниципальном и промышленном уровнях.

Во-первых, чтобы подготовиться к фундаментальным изменениям, которые, позволят оценить преимущества использования цифровых



технологий, правительства в России и других странах должны модернизировать работу с нецифрованными данными, привлекая внимание руководства к роли цифровых преобразований в достижении национальных целей экономического развития. Кроме этого, обеспечить гибкость, необходимую для внесения изменений в законодательство, предназначенных для адаптации к быстро меняющимся требованиям цифровой экономики. Расширить возможности экосистемы, в которую входят управления, учреждения и организации, ответственные за содействие цифровым преобразованиям и смягчение разрушительных последствий новых технологий [3].

Также важно эффективное управление проектами. Подробные дорожные карты должны быть разработаны и внедрены в соответствии с ключевыми стратегическими целями и упорядочены в приоритетном порядке в портфелях проектов, чтобы определить области, в которых возможны «быстрые выгоды», и определить долгосрочные стратегические инициативы. Чтобы ускорить темпы изменений, необходимо внедрять новые структуры управления, которые могут привлекать основные заинтересованные стороны к принятию решений и управлению.

Бюджеты и механизмы финансирования должны быть четко определены. Потенциальные дивиденды для создания конкурентоспособной цифровой экономики очень высоки, и для ускорения темпов цифровой трансформации крайне важно, чтобы руководители высокого уровня сосредоточились на тщательной адаптации политики и ее безупречном осуществлении.



Рис.2. Информационные технологии: инфраструктура

Правительству необходимо продолжать совершенствовать свои информационные активы, активно инвестируя в масштабируемую, интеллектуальную и безопасную инфраструктуру, представленную на рис.2, которая может активно стимулировать цифровой рост. Необходимо

подчеркнуть необходимость расширения экосистемы цифровых преобразований как по горизонтали - во всех секторах экономики по всей стране, на региональном и муниципальном уровнях, - так и по вертикали, на всех уровнях правительства, промышленности и сферы услуг.

Слабое взаимодействие между правительством, частным сектором и научным и образовательным сообществом негативно сказывается на темпах цифровой трансформации, реализации ключевых государственных программ, внедрении новых технологий и новых бизнес-моделей, а также на способности активно реагировать на технологические и экономические сбои и кризисы, а также на скорости инноваций. Сильная, эффективная и действенная экосистема лежит в основе технологического прорыва, к которому стремятся российские лидеры [1].

Очень важно развивать информационные навыки. Несмотря на традиционные преимущества теоретической науки, российская система образования не обладает достаточной гибкостью для удовлетворения требований цифровой трансформации во всех сферах экономики. Экосистема образования и наставничества должна быть модернизирована от дошкольного до высшего образования, включая координацию между учебными заведениями и учреждениями в сфере высшего образования и исследований и разработок. Необходимо инвестировать в образовательные платформы, чтобы добиться быстрого развития навыков цифровой экономики по всей стране, путем обучения и улучшения существующей рабочей силы с акцентом на образовательную модель, ориентированную на обучение на протяжении всей жизни, о чем наглядно свидетельствует рис.3. Политики также должны сосредоточиться на предотвращении утечки мозгов, привлечении и удержании талантов, привлечении лучших и самых ярких людей в своей области и возвращении их обратно в страну.



Рис. 3. Информационное образование

Наконец, необходима культурная трансформация. Поскольку цифровая трансформация разрушает барьеры между отраслями, регионами, организациями и отдельными лицами, она ставит под сомнение традиционные централизованные иерархические структуры управления и требует новой культуры инноваций. Ключевыми элементами такой культуры являются открытое общение и обмен знаниями, горизонтальное сотрудничество между группами и совместное творчество, активные эксперименты и решение проблем, принятие рисков и способность извлекать выгоду из неудач. Конкретные инициативы, направленные на развитие культуры открытых инноваций, должны стать приоритетом для российских политиков [5].

Необходимо ускорить цифровую трансформацию традиционных отраслей, где использование ИКТ и новых цифровых технологий может принести значительные дивиденды на всех уровнях цепочки создания стоимости, тем самым повысив конкурентоспособность ключевых отраслей. На рис.4 представлен рейтинг цифровых технологий по индексу конкурентоспособности.

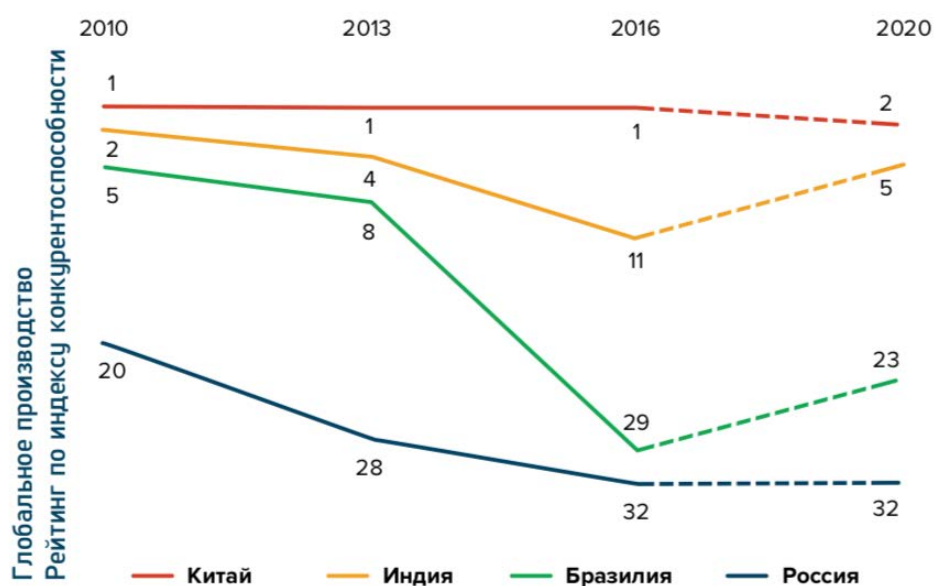


Рис. 4. Рейтинг информационных технологий

Следует принять конкретные политические меры для поощрения инноваций и предпринимательства в цифровой трансформации. Устойчивые инновации требуют тесной координации между правительством, частным сектором и академическим сообществом. Государству следует не только поддерживать фундаментальные исследования и способствовать развитию научно-исследовательских центров мирового уровня в России, но и проводить политику, направленную на стимулирование коммерциализации результатов НИОКР, а усилия частного сектора должны быть направлены на разработку стратегий выхода на рынок и создание новых экономических моделей. Необходимо разработать эффективную систему регулирования,

которая поощряла бы инновации, с особым акцентом на защиту прав интеллектуальной собственности и патентное регулирование [2].

Правительству следует рассмотреть способы использования цифровых технологий для устранения неравенства в развитии регионов и муниципалитетов в России, предоставив менее развитым регионам возможность эффективно реализовать программу Российской Федерации в области цифровой экономики на местном уровне. Необходим ряд мер для стимулирования спроса на инновации со стороны крупных региональных государственных компаний, а также для развития цифровых навыков, обучения руководителей высшего звена, создания региональных ГЧП и центров инноваций в регионах, развития местных рынков и финансовых возможностей. Особое внимание следует уделить развитию цифровой инфраструктуры в отдаленных и сельских районах, а также повышению осведомленности сельского населения о преимуществах цифровых услуг [3].

Таким образом, приверженность правительства РФ цифровому преобразованию как национальному приоритету, дополненная реализацией эффективной политики в ключевых секторах экономики, ориентированной на достижение конкретных результатов, позволит стране войти в группу лидеров цифрового преобразования, осуществить технологический прорыв и получить соответствующие экономические и социальные дивиденды.

#### **Список используемых источников:**

1. Бхарадва А., Сой О. А., Павлу П. А., Венкатраман Н. Стратегия цифрового бизнеса: к новому поколению идей. MIS ежеквартально, том 37, № 2, 2019. - стр. 471-482.
2. Иванова Т., Лезина Т. Эволюция бизнес-информатики как науки [Эволюция бизнес-информатики как науки: европейская, американская и российская перспективы]. Экономика и управление, № 2 (100), 2014. - с. 44-50.
3. Жданов Д. Российская модель управления: между вчера и завтра. Управление, № 6 (52), 2020. - с. 40-48.
4. Куликов С. Б. Российский путь к обществу, основанному на знаниях. Форсайт, том 18, № 4, 2016. - с. 379-390.
5. Урбах Н., Древис П., Росс Дж. У. Трансформация цифрового бизнеса и изменение

## ВОЗМОЖНОСТИ МОНЕТИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

**М.К. Суrowегин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Мы живём в цифровую эпоху и на сегодняшний день большинство людей использует смартфон с установленными на нём приложениями. Какие-то приложения заметно влияют на успешность того или иного бизнеса, какие-то – нет, отсюда возникает вопрос: что делает их эффективными? Поискам возможностей монетизации мобильных приложений и посвящена данная работа.*

### ***мобильные приложения, электронная коммерция, монетизация, смартфоны***

Мобильные приложения незаметно обосновались в повседневной жизни большинства людей. Количество пользователей растёт каждый день, как и количество доступных для установки на смартфон приложений. Масштабное увеличение использования мобильных приложений обусловлено рядом факторов, связанных с процессами цифровизации.

С ростом пользователей растут и возможности для ведения бизнеса, что позволяет предпринимателям использовать существующие тенденции развития мобильных технологий для совершенствования своих бизнес-моделей. Кроме этого, использование мобильного приложения может открыть и новые способы заработка, так как каждое приложения является уникальным продуктом с различными функциями, предоставляющими возможности для увеличения доходов предприятия.

При этом, по статистике [1] у обычного пользователя на смартфоне установлено около 40 различных приложений, но 89% своего времени он проводит лишь в 18 из них. Отсюда ясно, что более половины приложений остаются недостаточно востребованными в силу тех или иных факторов.

То есть не всегда использование приложений приводит к успешному результату. Вложения могут не окупиться. Затраты на разработку могут превысить достигнутую прибыль. И не всегда мобильное приложения может быть оправдано для его использования бизнесом. Сам тип бизнеса может являться неподходящим [2].

О чём же стоит задуматься, чтобы достичь положительного эффекта при создании и внедрении приложения?

- Составление продуманной стратегии развития является одним из ключевых факторов для его успешного запуска на мобильный рынок приложений. Важно, чтобы приложение предлагало новые функции, тогда оно будет более востребованным среди пользователей. Большинство продуктов на рынке приложений выделяются минимально или же не предлагают ничего сравнительно нового по отношению к конкурентам.

- Дополнительно, немаловажным является то, насколько приятен и удобен пользовательский интерфейс. Он должен быть интуитивно понятным и адаптированным для различных пользовательских устройств с проработанной системой навигации. Если интерфейс будет некрасивым и запутанным, то скорее всего это оттолкнёт пользователя уже на этапе знакомства с его возможностями.

- Ещё один немаловажный фактор успеха выражается в отсутствии сбоев во время работы с приложением, что говорит о необходимости тщательного тестирования приложения на предмет возникновения различных ошибок. Так, например, во время использования приложения пользователь может потерять несохраненные данные просто потому, что случился сбой.

Разработав приложение, стоит рассмотреть различные стратегии его монетизации, чтобы вложенные в разработку средства как минимум окупились и принесли дальнейшую пользу. Что же означает понятие «монетизация»? Можно сказать, что это некий процесс, сутью которого является построение системы создания и обеспечения стабильной прибыли.

Одни приложения зарабатывают на показах рекламы в виде баннеров, рекламных видеовставок или интерактивных мини-играх. Для разных компаний наблюдается различный эффект от использования приложений – целью их использования может быть улучшение качества предоставления услуг, рост количества продаж, создание программы лояльности, сокращение издержек за счёт автоматизации или повышение общей узнаваемости фирмы.

Также существуют независимые разработчики приложений, которые, по сути, выступают в роли предпринимателей, они могут в одиночку разработать мобильный продукт, с целью заработать на результатах предоставляемых им функций для конечного пользователя.

Если обобщить основные способы извлечения прибыли, то можно выделить три главных направления:

1. Встроенные покупки.
2. Показы рекламы.
3. Комбинация различных способов.

Встроенные покупки часто можно встретить в разного рода мобильных играх, где, например, предлагается возможность купить какие-то улучшения или возможность продвинуться на следующий уровень. То есть, под покупками подразумевается возможность приобрести некий встроенный контент.

Показы рекламы встречаются практически в каждом приложении, часто являются основным способом монетизации приложения. Реклама может использовать данные таргетинга рекламодателей [3], чтобы соответствовать возможным интересам пользователей. Если пользователь совершил некое действие, например, посмотрел видеовставку, то владелец приложения будет получать определённую сумму вознаграждения за каждое такое действие.

Комбинирование различных способов также способствует монетизации. В данном случае в приложении могут присутствовать встроенные покупки,

реклама, подписки на функционал и так далее. Такой способ не всегда оправдан, но тем не менее возможен. Например, условно-бесплатное приложение для ведения фитнес-журнала - пользователь может записывать туда данные бесплатно и в неограниченном количестве, но также он может купить в нём готовые программы тренировок, купить подписку на новые, ежемесячно обновляющиеся программы на тот или иной период времени или же купить специальный статус для отключения показа рекламы в бесплатной версии программы.

Таким образом, успешность монетизации во многом зависит от предлагаемых возможностей разработанного приложения, важна инновационная составляющая, способная принести пользу потребителю, чтобы приложение осталось на его телефоне и не было в конечном итоге сразу удалено. Использование средств монетизации поможет сделать его приносящим прибыль. Соответствие последним тенденциям поможет сохранять актуальность приложения на долгий срок. Но тем не менее, разработка какого-либо продукта — это всегда риск и успех не гарантирован даже при благоприятном стечении обстоятельств.

**Список используемых источников:**

1. App Usage Statistics 2021 that'll Surprise You (Updated) // Hardik Shah // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.simform.com/blog/the-state-of-mobile-app-usage/> (дата обращения 06.11.2021).
2. Семенчук В. Мобильное приложение как инструмент бизнеса. - М: Альпина Паблишер, 2017. – 240 с.
3. 73% of media buyers favor programmatic in-app ads, study finds // Robert Williams // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marketingdive.com/news/73-of-media-buyers-favor-programmatic-in-app-ads-study-finds/547769/> (дата обращения 07.11.2021).

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Е.А. Щукин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В современном мире все большую популярность набирает технология дополненной реальности в мобильных приложениях. С помощью ее можно воссоздать и наложить на реальный мир трехмерные объекты, например, архитектурные памятники, здания культурного наследия. В области образования это сможет стать платформой для обучения, мотивации и понимания конкретных событий и исторических элементов для студентов и исследователей.*

***AR, дополненная реальность, мобильные приложения, трехмерные объекты, культурное наследие***

Дополненная реальность (AR) – это реальность, дополненная интерактивными цифровыми компонентами. В наши дни AR наиболее часто используется в смартфонах для демонстрации мира с цифровым дополнением: пользователи могут активировать камеру смартфона, просматривать реальный мир вокруг себя на экране и с помощью приложения AR наблюдать различные изменения в пространстве с помощью цифровых наложений:

- наложение изображений, цифровой информации и/или 3D-моделей;
- добавление направлений в реальном времени;
- вставка меток;
- изменение цвета;
- изменение внешнего вида пользователя или его окружения.

Дополненная реальность считается одной из самых современных технологий, объединяющих виртуальные объекты с реальным миром. За последние несколько лет использование AR в приложениях многократно возросло (рис. 1).

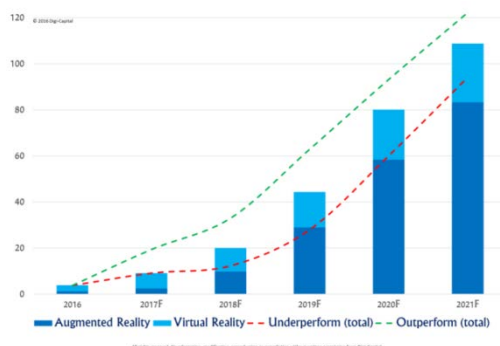


Рис. 1. Статистика Digi-Capital об использовании VR/AR в мире



Внедрение AR для создания трехмерных объектов началось еще в 1999 году с проектов, которые рассматривались как мобильные AR, хотя для проведения этих экспериментов требовалось большое количество громоздких устройств. В последние несколько лет дополненная реальность стала в большей части использоваться в мобильных устройствах, легко переносимым, таким как смартфоны или планшеты. За этими новаторскими проектами последовали другие исследовательские проекты, связанные с мобильным AR, применяемым к 3D-объектам, направленным на расширение экспозиции.

Дополненную реальность в мобильных приложениях можно использовать как интерактивную компьютерную технологию, которую возможно применить для визуализации объектов, например, зданий, объектов культуры, архитектурных памятников. Это может также использоваться для защиты хрупких исторических зданий от различных стихийных бедствий. Основная идея этого исследования состоит в том, чтобы использовать современные исторические материалы из архивов и накладывать их на реальность в определенном месте на карте. Это поможет рассказать историю локации и создать впечатление виртуального путешествия во времени.

В дополнение к использованию технологии AR приложение бы использовало камеру мобильного телефона для определения и отслеживания оставшихся руин исторического места и реконструировало на нем трехмерную модель, а затем отображало в интерфейсе приложения. Будут использованы различные аспекты для реконструкции здания культурного наследия, такие как обработка изображений, 3D-моделирование, идентификация трека. Благодаря использованию AR реальная сцена дополняется интерактивной мультимедийной информацией, чтобы улучшить опыт пользователя, которые могут восстановить эту информацию с помощью удобного интерфейса через свой мобильный телефон. В области образования виртуальное наследие становится платформой для обучения, мотивации и понимания конкретных событий и исторических элементов для студентов и исследователей. Это исследование обеспечивает лучшее понимание культурного наследия и позволяет пользователям получать интерактивные знания об археологических фактах.

Реконструкция стала одним из основных процессов, используемых в дополненной реальности. Это относится к построению виртуальных объектов аналогично копированию оригинального здания. Многие приложения, связанные с культурным наследием, требуют реконструкции реальных объектов и сцен. Процесс реконструкции становится все более распространенным для использования в целях моделирования культурного наследия. Это в основном из-за быстрого развития технологий лазерного сканирования, 3D-моделирования, методов моделирования на основе изображений, мощности компьютера и виртуальной реальности. Объекты по умолчанию появляются на соответствующей модели. Они должны быть в

точности идентичны оригиналам, которые посетители могут четко видеть на фоне видео в реальном времени. Кроме того, важной частью процесса реконструкции является интерес к теням объектов. Тени в реальном времени создаются относительно положения солнца в указанном месте и времени. В конце концов, влияние освещения неба на виртуальное здание в дневное время является последней частью создания реалистичного виртуального объекта в системах дополненной реальности. Большинство методов виртуальной реконструкции основаны, главным образом, на методах трехмерного сканирования для точного получения объектов. На рис. 2 показана реконструкция здания и размещение его в реальных условиях.



Рис. 2. Пример реконструкции здания с помощью дополненной реальности

Культурное наследие – это больше, чем просто объект, оно отражает то, как мы жили раньше, и даже может считаться национальным достоянием. Поиск новых методов сохранения, документирования и их изучения с использованием современных технологий представляет большой интерес, и многие прорывы были сделаны археологами, исследователями или кураторами музеев.

#### **Список используемых источников:**

1. Будущее уже не то, что раньше: виртуальное становится реальным [Электронный ресурс], 2017. URL: [https://habr.com/ru/company/dell\\_technologies/blog/370237](https://habr.com/ru/company/dell_technologies/blog/370237) (дата обращения 17.11.2021).
2. Apple Augmented Reality by Tutori

## **5. ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

### **Секция 5.1.**

#### **Вопросы регионоведения в цифровую эпоху**

## **США И КИТАЙ: СОГЛАШЕНИЕ О ЦИФРОВОЙ ТОРГОВЛЕ С ЯПОНИЕЙ И ЮЖНОЙ КОРЕЕЙ КАК КЛЮЧ К ПОБЕДЕ В ЦИФРОВОЙ ГОНКЕ**

**А.Б. Гехт, С.А. Куприк**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В статье автор рассматривает способ того, как Соединённые Штаты или Китай могут получить стратегическое преимущество в борьбе за формирование глобальной цифровой инфраструктуры, путем заключения трехстороннего соглашения с Республикой Корея и Японией. У Соединенных Штатов Америки имеется больше экономических стимулов действовать данным курсом, но для Китая заключение такого договора способствовало бы усилению роли в Азиатско-Тихоокеанском регионе и подтвердило бы возросшую роль Пекина на мировой арене.*

***США, Китай, Япония, Южная Корея, Азиатско-Тихоокеанский регион,  
Транстихоокеанское партнерство, глобальная цифровая инфраструктура***

Цифровая торговля является важной частью мировой экономики, и перемещение данных через границы в настоящее время является центральной особенностью глобализации. Цифровая торговля в последние годы развивается стремительными темпами. Она стала важной составляющей торговых потоков в политике многих стран, особенно это касается двух передовых экономик мира: Китая и США.

Страны, в той или иной степени, соревнуются за лидерство в глобальной цифровой инфраструктуре. Однако, существует один аспект технологической гонки между США и Китаем, который имеет большее значение, чем просто сбор большего количества данных или разработка более совершенных технологий. Это установление правил игры на цифровой арене. В этом соревновании за стандарты то государство, которое первым заключит трехстороннее соглашение с технологическими лидерами Японией и Южной Кореей, обеспечит себе главное стратегическое место в цифровой инфраструктуре Азии.

В гораздо большей степени, чем Китай, США в большинстве своем предпочитают открытый, интегрированный глобальный рынок, способствующий беспрепятственному потоку данных. Вашингтон установил высокие стандарты защиты данных, снижения налогов на цифровые услуги и обеспечения соблюдения прав интеллектуальной собственности. В качестве примеров можно привести Соглашение между США, Мексикой и Канадой и Соглашение о цифровой торговле между США и Японией. Также важно, что Вашингтон добивается создания такой структуры в рамках своего участия в многосторонних форумах, таких как Всемирная торговая организация, Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество и Большая семерка, недавно в рамках которой были одобрены данные цифровые стандарты,

отражающие общие либеральные ценности открытых и конкурентных рынков [1].

Со своей стороны, Пекин разработал национальную цифровую стратегию, чтобы стать «сетевой сверхдержавой». Она состоит из нескольких элементов: «Великого китайского файервола», цифрового Шелкового пути и инициативы «Пояс и путь». Также стратегия постоянно синхронизируется с регулярно пересматриваемыми пятилетними планами Пекина. Этот план сложен по конструкции, но прост в своих целях: использовать огромный массив данных страны, контролировать поток иностранной информации и стимулировать цифровую торговлю. Таким образом, Пекин стремится обогнать США в качестве мирового технологического лидера и стать доминирующей силой в формировании политики цифровых отношений.

Как же можно представить китайскую цифровую систему в глобальном масштабе? Всеобъемлющее региональное экономическое партнерство (ВРЭП) может выступить в качестве ориентира. ВРЭП – это пакт, заключенный 15 странами во главе с Китаем, обязывает участников освободить трансграничные потоки данных и отменить требования по локализации данных [2]. Однако существует и общее исключение: ВРЭП позволяет каждой стране самостоятельно решать, когда и в каких случаях нарушать такие обязательства. В целом, пакт отражает предпочитаемую Пекином цифровую структуру, а именно снижение тарифов на цифровые товары и услуги, но при этом сам Китай ограничивает потоки данных, предписывает обязательную локализацию и отдает предпочтение отечественным компаниям [3].

Противоречивые модели, выдвинутые США и Китаем, а также различные разрозненные усилия других стран привели к фрагментации цифровых стандартов. В отсутствие единых правил отдельные страны, а также региональные блоки, такие как Европейский союз, создают смесь разнообразных стандартов.

На фоне этой неразберихи Вашингтон или Пекин могут получить стратегическое преимущество, заключив трехстороннее соглашение с Сеулом и Токио. Южная Корея и Япония являются крупными производителями данных и ведущими инноваторами в регионе. В исследовании *Harvard Business Review* за 2019 год Южная Корея заняла второе, а Япония - третье место среди ведущих производителей «глобальных продуктов данных» в Азии, уступая только Китаю [4]. А в Глобальном индексе инноваций на 2020 год Всемирная организация интеллектуальной собственности поставила Южную Корею на второе, а Японию - на пятое место среди самых инновационных экономик региона [5].

На данный момент и Сеул и Токио осуществляют новые цифровые сделки, так Южная Корея ведет переговоры о заключении первого цифрового торгового соглашения с Сингапуром. Целью соглашения является обеспечение большего потока данных между двумя странами путем улучшения защиты прав потребителей, ослабления барьеров на пути

трансграничных потоков данных и разработки стандартов управления искусственным интеллектом. Япония ведет активную деятельность в продвижении открытой цифровой инфраструктуры (трансграничного свободного потока, защиты конфиденциальности данных и прав интеллектуальной собственности) в соответствии с концепцией программы «Свободный поток данных с доверием», принятой на саммите G20 в 2019 году [6].

Кроме того, трехсторонняя сделка позволит Вашингтону или Пекину лучше влиять на цифровые стандарты в Индо-Тихоокеанском регионе. В 2019 году почти 60% глобальных транзакций электронной коммерции пришлось на Азию, и здесь есть возможности для дальнейшего роста, даже несмотря на то, что только 56% жителей региона имеют доступ к интернету, все больше потребителей постоянно выходят в сеть, особенно в регионе Ассоциации государств Юго-Восточной Азии, где ежедневно подключаются 125 000 пользователей [7].

Осознавая эти преимущества, США уже предприняли шаги по расширению цифрового сотрудничества как с Японией, так и с Южной Кореей. В 2019 году Вашингтон подписал с Токио соглашение об электронной коммерции, пока без механизма принудительного исполнения. После апрельского саммита между президентом США Джо Байденом и премьер-министром Японии Ёсихидэ Суга обе страны приступили к новым двусторонним усилиям в целях достижения свободного и открытого Индо-Тихоокеанского рынка [8].

Что касается отношений между США и Южной Кореей, то в 2018 году обе стороны пересмотрели Соглашение о свободной торговле между США и Республикой Кореей 2007 года, включив в него положения об оказании услуг в сфере информационных технологий [9]. А на недавнем саммите Байдена с президентом Южной Кореи Мун Чжэ Ином правительства двух стран подтвердили важность расширения цифрового сотрудничества. Вашингтон мог бы использовать эти усилия для согласования высоких стандартов между тремя союзниками и урегулировать их разногласия. Однако, в настоящее время ни Сеул, ни Токио, возможно, не решатся сотрудничать друг с другом самостоятельно, учитывая их нынешние холодные дипломатические отношения.

Другие подходы США к внедрению своих цифровых стандартов представляются маловероятными или, по крайней мере, потребуют больше времени на их реализацию. В ближайшей перспективе «тройке» вряд ли удастся создать открытую структуру, поскольку Индия, один из главных стратегических партнеров Японии, похоже, движется в сторону более ограниченной среды передачи данных. Любая попытка США присоединиться к Транстихоокеанскому партнерству, безусловно, столкнется с внутренними, региональными и международными препятствиями, так, например, в ВТО присутствуют разногласия по вопросам конфиденциальности и

национальной безопасности, даже несмотря на то, что ее члены достигли определенного прогресса в разработке глобального цифрового договора.

Для Китая экономические выгоды трехстороннего цифрового соглашения менее убедительные. Южная Корея и Япония уже являются членами ВРЭП. Тем не менее, Китай продемонстрировал бы свое дипломатическое мастерство, если бы заключил трехстороннее торговое соглашение с двумя ближайшими союзниками США. Более того, Пекин демонстрирует свои твердые намерения укрепить свою цифровую позицию в регионе, что поспособствует приближению к достижению цели стать «сетевой сверхдержавой».

Конечно, не все аспекты отношений между США и Китаем должны быть конкурентными. Существуют значительные области необходимого сотрудничества, например, в решении проблем распространения ядерного оружия, изменения климата и пандемий. Но если данные действительно являются новой нефтью, то первая сверхдержава, которая заключит соглашение с Токио и Сеулом, окажется на шаг впереди в эпоху цифровых правил [10].

#### **Список используемых источников:**

1. G7 finance leaders lay out guidelines for central bank digital currencies [Электронный ресурс] // Euronews.next. 2021. URL: <https://www.euronews.com/next/2021/10/14/g7-economy-cbdc> (дата обращения 15.11.2021).

2. Short overview of the Regional Comprehensive Economic Partnership (RCEP) [Электронный ресурс] // European Parliament. 2021. URL: [https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636323709&tld=ru&lang=en&name=EXPO\\_BRI\(2021\)653625\\_EN.pdf&text=The%20Regional%20Comprehensive%20Economic%20Partnership%20\(RCEP\)&url=https%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2021%2F653625%2FEXPO\\_BRI\(2021\)653625\\_EN.pdf&lr=2&mime=pdf&l10n=ru&sign=61ba298e1b88ad6e6203a582bb25afc9&keyno=0&nosw=1&serpParams=tm%3D1636323709%26tld%3Dru%26lang%3Den%26name%3DEXPO\\_BRI\(2021\)653625\\_EN.pdf%26text%3DThe%2BRegional%2BComprehensive%2BEconomic%2BPartnership%2B%2528RCEP%2529%26url%3Dhttps%253A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2021%2F653625%2FEXPO\\_BRI%25282021%2529653625\\_EN.pdf%26lr%3D2%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D61ba298e1b88ad6e6203a582bb25afc9%26keyno%3D0%26nosw%3D1.pdf](https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636323709&tld=ru&lang=en&name=EXPO_BRI(2021)653625_EN.pdf&text=The%20Regional%20Comprehensive%20Economic%20Partnership%20(RCEP)&url=https%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2021%2F653625%2FEXPO_BRI(2021)653625_EN.pdf&lr=2&mime=pdf&l10n=ru&sign=61ba298e1b88ad6e6203a582bb25afc9&keyno=0&nosw=1&serpParams=tm%3D1636323709%26tld%3Dru%26lang%3Den%26name%3DEXPO_BRI(2021)653625_EN.pdf%26text%3DThe%2BRegional%2BComprehensive%2BEconomic%2BPartnership%2B%2528RCEP%2529%26url%3Dhttps%253A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2021%2F653625%2FEXPO_BRI%25282021%2529653625_EN.pdf%26lr%3D2%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D61ba298e1b88ad6e6203a582bb25afc9%26keyno%3D0%26nosw%3D1.pdf) (дата обращения 15.11.2021).

3. China's Cybersecurity Law [Электронный ресурс] // ReedSmith. 2018. URL: <file:///C:/Users/1/Downloads/Chinas%20Cybersecurity%20Law%20002.pdf> (дата обращения 15.11.2021).

4. Which Countries Are Leading the Data Economy? [Электронный ресурс] // Harvard Business Review. 2019. URL: <https://hbr.org/2019/01/which-countries-are-leading-the-data-economy> (дата обращения 16.11.2021).

5. Global innovation index 2020 [Электронный ресурс] // World Intellectual Property Organization. 2020. URL: [file:///C:/Users/1/Downloads/wipo\\_pub\\_gii\\_2020.pdf](file:///C:/Users/1/Downloads/wipo_pub_gii_2020.pdf) (дата обращения 16.11.2021).

6. Principles and Policies for «Data Free Flow With Trust» [Электронный ресурс] // Information Technology & Innovation Foundation. 2019. URL: <https://itif.org/publications/2019/05/27/principles-and-policies-data-free-flow-trust> (дата обращения 16.11.2021).

7. Япония. Геополитика в Юго-Восточной Азии [Видео] // YouTube. 2021. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ZW1Zva9N2Ys> (дата обращения 16.11.2021).
8. Japan PM to US in April for 1st in-person summit with Biden [Электронный ресурс] // Yahoo News. 2021. URL: <https://news.yahoo.com/japan-pm-us-april-1st-062830481.html> (дата обращения 16.11.2021).
9. September 2018 KORUS Amendment and Modification Texts [Электронный ресурс] // Office of the United States Trade Representative. 2018. URL: <https://ustr.gov/trade-agreements/free-trade-agreements/korus-fta/final-text/september-2018-korus-amendment-and> (дата обращения 16.11.2021).
10. Is data the new oil? Competition issues in the digital economy [Электронный ресурс] // European Parliament. 2020. URL: [https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636330219&tld=ru&lang=en&name=EPRS\\_BRI\(2020\)646117\\_EN.pdf&text=data%20really%20is%20the%20new%20oil&url=https%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2020%2F646117%2FEPRS\\_BRI\(2020\)646117\\_EN.pdf&lr=2&mime=pdf&l10n=ru&sign=6a8f729d44e5d6fd654cb04a04b22254&keyno=0&nosw=1&serpParams=tm%3D1636330219%26tld%3Dru%26lang%3Den%26name%3DEPRS\\_BRI\(2020\)646117\\_EN.pdf%26text%3Ddata%2Breally%2Bis%2Bthe%2Bnew%2Boil%26url%3Dhttps%253A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2020%2F646117%2FEPRS\\_BRI%25282020%2529646117\\_EN.pdf%26lr%3D2%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D6a8f729d44e5d6fd654cb04a04b22254%26keyno%3D0%26nosw%3D1.pdf](https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1636330219&tld=ru&lang=en&name=EPRS_BRI(2020)646117_EN.pdf&text=data%20really%20is%20the%20new%20oil&url=https%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2020%2F646117%2FEPRS_BRI(2020)646117_EN.pdf&lr=2&mime=pdf&l10n=ru&sign=6a8f729d44e5d6fd654cb04a04b22254&keyno=0&nosw=1&serpParams=tm%3D1636330219%26tld%3Dru%26lang%3Den%26name%3DEPRS_BRI(2020)646117_EN.pdf%26text%3Ddata%2Breally%2Bis%2Bthe%2Bnew%2Boil%26url%3Dhttps%253A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2FBRIE%2F2020%2F646117%2FEPRS_BRI%25282020%2529646117_EN.pdf%26lr%3D2%26mime%3Dpdf%26l10n%3Dru%26sign%3D6a8f729d44e5d6fd654cb04a04b22254%26keyno%3D0%26nosw%3D1.pdf) (дата обращения 16.11.2021).



## ГРУЗИЯ И НАТО: ОТНОШЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ВСТУПЛЕНИЯ ГРУЗИИ В АЛЬЯНС И ПОЗИЦИЯ НАТО НА РОССИЙСКО- ГРУЗИНСКИЙ КОНФЛИКТ.

**А.Б. Гехт, А.Э. Окуджава**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Грузия - один из ближайших партнеров Альянса. Грузия стремится присоединиться к Альянсу. Со временем между НАТО и Грузией развилось широкое практическое сотрудничество, которое поддерживает усилия Грузии по реформированию и ее цель - евроатлантическую интеграцию. Одним из наиболее важных эпизодов в отношениях между НАТО и Грузией является единодушная политическая поддержка Североатлантического союза сразу после российской военной агрессии против Грузии в августе 2008 года.*

***НАТО, Грузия, конфликт, отношения, Россия, событие, партнерские отношения, политика, диалог***

НАТО и Грузию связывают крепкие партнерские отношения, у которых активный политический диалог. Между вооруженными силами существует тесное сотрудничество и продолжается конструктивная работа вместе во многих других областях. Отношения между НАТО и Грузией берут свое начало в 1992 году, вскоре после провозглашения независимости Грузии. Грузия присоединилась к Совету Североатлантического сотрудничества, который в 1997 году был преобразован в Совет евроатлантического партнерства. Сотрудничество НАТО и Грузии стало набирать обороты после того, как Грузия присоединилась к программе «Партнерство ради мира» в 1994 году и к процессу планирования и анализа ПРМ (ПАРП) в 1999 году. После «революции роз» в 2003 году акцент на поддержку процесса внутренних реформ в Грузии усилился, в частности, через разработку первого ИРАР Грузии с НАТО в 2004 году. Участие Грузии в Процессе планирования и анализа ПРМ (ПАРП) с 1999 года помогло развить способность ее сил работать с НАТО, а также обеспечивает цели планирования, которые являются ключевыми для целей военной реформы в нескольких областях. Поддержка НАТО, например, помогла Грузии построить подразделения в соответствии со стандартами НАТО и обеспечить возможность взаимодействия с силами союзников. Задачи военной реформы Грузии в рамках ПАРП способствовали улучшению финансового управления в Министерстве обороны, помогли реформировать структуру разведки вооруженных сил и обеспечили проведение заслуживающего доверия стратегического обзора обороны.

Присоединение к Организации Североатлантического договора (НАТО) является одним из главных приоритетов внешней политики и безопасности Грузии. Грузия придает большое значение роли НАТО в укреплении

стабильности и безопасности страны. Первый визит Североатлантического совета в Грузию стал еще одним шагом вперед в отношениях между НАТО и Грузией. В рамках визита состоялось первое официальное заседание комиссии НАТО - Грузия. 2-3 декабря 2008 г. министры иностранных дел НАТО предоставили Комиссии НАТО-Грузия центральную роль в надзоре за процессом, начатым на саммите в Бухаресте в апреле 2008 г. Сотрудничество в рамках Комиссии дает Грузии и Североатлантическому союзу возможность проводить регулярные консультации по широкий спектр вопросов, важных для обеих сторон.

Начиная с 2008 года, когда произошла пятдневная война, НАТО считает, что Россия является оккупантом, которая отобрала сепаратистские образования у Грузии. На экстренном заседании 19 августа 2008 года министры иностранных дел стран НАТО призвали к мирному урегулированию конфликта на основе уважения независимости, суверенитета и территориальной целостности Грузии. 27 августа 2008 года НАТО призвала отменить решение России о признании Южной Осетии и Абхазии в Грузии в качестве независимых государств. Альянс продолжает поддерживать территориальную целостность и суверенитет Грузии в пределах ее международно-признанных границ. Также, они не признают ни выборы, которые с тех пор прошли в отколовшихся регионах, ни подписание так называемых договоров между Россией и этими регионами. НАТО приветствуют усилия Грузии по урегулированию кризисов с регионами Южной Осетии и Абхазии мирными средствами. И с того времени, НАТО требует от России вернуть Абхазию Грузии. Возвращение данного региона дало бы беспрепятственное вступление Грузии в НАТО. Камнем преткновения и является не решенная ситуация с данным регионом. Также, проблемой и является то, что НАТО не любит брать в свой альянс проблемные страны, у которых существуют не решенные территориальные вопросы. Не трудно понять то, что как только бы такая страна вошла в альянс, это преобразовалось в общую проблему и к недовольству России. Логичны же и опасения со стороны НАТО, так как с их стороны проявление сдержанности и аккуратного подхода к данной проблеме объяснимы, ведь НАТО не хочет быть втянута в военный конфликт с сильной ядерной державой.

Важно отметить то, что территориальные споры, конфликты – это не основополагающий фактор отказа или не принятия страны в альянс, так как статья 10 от 1949 года альянса НАТО о расширении не прикреплен таким пунктом, где территориальный спор был одной из главных причин невступления страны в альянс. Требования состоят в том, что страна должна быть демократической и оправдать или продемонстрировать свою готовность внести свой вклад в региональную безопасность. В дальнейшем документе 1995 был внесен пункт, что межэтнические или территориальные проблемы, конфликты будут одним из факторов непринятия страны в НАТО. Но, для уточнения, в данном документе не говорится, что это будет основной и один

из главных факторов. Можно добавить и то, что Грузия активно участвует в операциях под руководством НАТО. Например, размещение грузинских военных сил в Косово периода 1999-2008 годов. А также, вклад Грузии в операции ISAF (Международные силы содействия безопасности) в Афганистане имеют большое и важное значение.

В Североатлантическом договоре присутствует статья 5, в которой говорится что нападение на стран-членов означает нападение на весь альянс, то есть на все 30 стран. В случае возникновения ситуации в которой Грузия решит вторгнуться в Абхазию, и начнутся стычки с размещенными там российскими военными, то в конфликт должна будет вмешаться Европа и США. Данная ситуация будет стартовым началом мировой войны. В целях избежание такого исхода, альянс хочет, чтобы Абхазия вернулась в состав Грузии. Естественно, есть и другой вариант решения. Вхождение Грузии в состав НАТО без данной территории. Но, пока никто из вышестоящих политиков, лидеров Грузии не готов пойти на такие условия, так как это означало бы признание независимости и отказ от Абхазии. Что даст вхождение Грузии в НАТО? Скорее всего ослабление России на Кавказе, а также появление американских баз на границе с Россией. Вступление России в 2008 году в войну после того, грузинские военные напали на российских миротворцев в Южной Осетии. У власти в Грузии на тот период находился Михаил Саакашвили, который ставил перед собой цель – вступление Грузии в Североатлантический альянс. После того, когда Россия вступила на защиту Абхазии и Южной Осетии, то не сложно догадаться, что у нее так же были и свои мотивы. Одним из первых мотивов можно сослаться на то, что Грузия является агрессором, который напал на российских миротворцев. Вторым мотивом может выступить нежелание России впускать запад на Закавказье, который тем самым мог помочь расширению НАТО.

Потенциальное вступление Грузии в НАТО приведет к более жесткой российской позиции, и в результате отложит урегулирование вопроса о статусе Южной Осетии и Абхазии на неизвестное количество времени, что может привести к закрытию возможности к началу диалога по данной проблеме и потере многовековых дружеских и братских связей с Грузией. В конечном счете, России придется найти какую-то формулу для решения грузино-осетинского и грузино-абхазского конфликта, какую именно, сказать пока сложно.

#### **Список используемых источников:**

1. Дарчиашвили Д., Возвращение в Европу? Некоторые аспекты ориентации системы безопасности Грузии. Центральная Азия и Кавказ. №1(13). 2001; Информационная программа «Курьер», 19 ноября 1999.
2. Гудиашвили Д., Интеграция в структуры НАТО – внешнеполитический приоритет Грузии // Сакартвелос Республика, 14 января 1994г., №9. Перепечатано в: Центральная Азия и Кавказ, №4(28), SA&CC Press, Sweden. 2003.
3. Куне Ф., НАТО и страны Южного Кавказа: Много шума из ничего. Центральная Азия и Кавказ №3(27), 2003.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В ШВЕЦИИ

**А.Б. Гехт, К.А. Стоноженко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В статье автор рассматривает экологические налоги, описанные на отраслевом уровне и сопоставленные с данными экологических счетов с разбивкой по отраслям, таким как выбросы в атмосферу и потребление энергии. Экологическое налогообложение играет важную роль в экологической политике Швеции. Углеродные налоги, налоги на использование топлива, налоги на энергию, транспортные налоги - это определённый вид стимуляции плательщика к бережному отношению к окружающей среде. Выбор данного инструмента влияния – исключительная прерогатива государства.*

***Швеция, Европейский Союз, экология, экологическое налогообложение, транспортные налоги, налоги на загрязнение, налоги на энергию***

В последнее время использование субсидии и налогообложение представляется в качестве инструмента в политике. В Швеции существуют экологические налоги, которые направлены на охрану окружающей среды, но в то же время существуют субсидии, которые усугубляют широкое использование или сохранение в обществе структур неблагоприятных для окружающей среды.

Экологические налоги – инструмент, воздействующий на окружающую среду путём стимулирования потребителя грамотно расставлять экологические аспекты своего поведения. На практике, однако, экологические проблемы стоят наряду с такими интересами как конкурентоспособность, региональная политика и занятость. Одним из способов решения этой проблемы является выражение через различные виды специальных положений. Экологические налоги в Швеции были поделены на четыре категории на основе метода разделения экологических налогов Евростатом, ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) и МЭА (Международная энергетическая организация). К этим категориям относятся налоги на энергию, налоги на загрязнение, транспортные налоги и налоги на ресурсы [1]. Налог на диоксид углерода классифицируется Евростатом как налог на энергию, так как диоксид углерода является неотъемлемой частью законодательства о налоге на энергию во многих странах Европейского союза, и поэтому его сложно определять отдельно.

Акцизы с давних пор использовались в качестве политического инструмента в шведской политике. Налог на автомобили был введён ещё в 1920-х годах, а акциз на бензин и спиртосодержащее моторное топливо был введён в 1929 году. Этот налог был введён из-за соображений о финансах государства, но с 1970-х годов акцизы на энергию и моторное топливо

начали обосновываться экологической и энергетической политиками. Налоговая реформа 1990-91 гг. поддержала упор на экологический профиль при косвенном налогообложении и привела к увеличению налогов на энергию [2]. В период с 1993-1995 гг. в шведской налоговой системе произошли серьёзные изменения в результате гармонизации налоговой системы Швеции с Европейским союзом. Эти изменения затронули различные налоги на транспорт и энергию, а также налоги на загрязнение.

Налог на энергию. Общий налог на энергию был введён ещё в 1957 году из-за суждений о государственных финансах. Налоговое законодательство несколько раз пересматривало этот вопрос. На сегодняшний день этот вопрос мотивирован экологической и энергетической проблематикой. Налог на энергию был согласован с правилами Европейского союза [3]. Налогом на энергию облагаются такие виды топлива как бензин, мазут, дизельное топливо, керосин, сниженный углеводородный газ, уголь и природный газ. Налоговые ставки для различных видов топлива не пропорциональны их энергосодержанию, что позволяет более гибко адаптировать налоговую ставку для достижения различных политических целей. Например, дизельное топливо, предназначенное для транспорта, облагается более высоким налогом на энергию чем, то же топливо, предназначенное для отопления [4]. Налог на энергию является важным источником доходов для государства. В 1998 году он принес в государственную казну около 37 миллиардов шведских крон. Существует также ряд налогов на производство, которые обременяют производство электроэнергии. Это налог на ядерную энергию, налог на гидроэнергию и сбор/налог за хранение ядерных отходов и демонтаж атомных электростанций [5].

Налоги на загрязнение. В этот вид налогов входят: налог на серу, экологический налог на внутренние воздушные перевозки, налог на удобрения, налог на пестициды. Налог на серу был введён в январе 1991 года с целью сокращения выбросов серы, связанных с сжиганием нефти, угля и торфа. Налог основан на содержании серы во всех видах топлива, которые облагаются налогами на энергию и углекислый газ. Топливо, используемое для движения судов, производства топлива, котлов-утилизаторов и металлургических процессов, или для целей, отличных от выработки энергии, освобождается от налога на серу. Экологический налог на внутренний воздушный транспорт был введен 1 марта 1989 года [6]. Цель налога, чтобы сократить выбросы углеводородов и азота оксиды из воздушного движения. Экологический налог на внутренние авиаперевозки взимался за каждый полет из расчета - 1 шведская крона/кг использованного авиационного топлива и 12 шведских крон/кг выбросов углеводородов и оксидов азота. Облагаемой налогом стороной был владелец самолета или лицо, использующее самолет. Этот налог был отменен после 31 декабря 1996 года, поскольку это считалось несовместимым с правилами Европейского Союза о налогообложении нефтепродуктов [7]. В 1993 году налоговые поступления от экологического налога на внутренние воздушные перевозки

составили 196 миллионов шведских крон, снизившись до 185 миллионов шведских крон в 1995 году.

Транспортные налоги. Налог с продаж на автотранспортные средства был введен в 1951 году постановлением о налогах, применяемых к производству и импорту легковых автомобилей и т.д. Первоначальная цель состояла в том, чтобы создать баланс в экономике и обуздать быстрый рост автомобильного вождения. Налог неоднократно подвергался изменениям; иногда он рассчитывался как адвалорный налог, т. е. налог основывался на проценте от цены продажи, в то время как в других случаях он основывался на весе транспортного средства в рабочем состоянии. В 1986 году налог с продаж на автотранспортные средства стал больше использоваться в качестве прямого инструмента экологической политики. Налог был дифференцирован, и те транспортные средства, которые были добровольно оснащены оборудованием для очистки выхлопных газов, получили налоговые льготы по сравнению с другими транспортными средствами. В 1974 году для дизельных транспортных средств была введена система километровых налогов, поскольку налог на мазут, действовавший до этого года, не мог быть эффективно ограничен сектором дорожного движения. Взимаемый километровый налог составлял определенную сумму за каждые десять пройденных километров, дифференцированную в зависимости от типа и налогооблагаемой массы транспортного средства. Поскольку налог был прямым сбором с расхода топлива транспортного средства (переменные затраты), он был хорошим инструментом с экологической точки зрения. С 1 октября 1993 года система километрового налога была отменена и заменена налогом на дизельное топливо, одной из причин которого была корректировка шведских транспортных налогов в рамках подготовки к возможному членству Швеции в Европейском союзе [8]. В 1993 году километровый налог принес примерно 2,7 миллиарда шведских крон, а в 1994 году - всего 10 миллионов шведских крон (из-за просроченных платежей). Налог на владение транспортными средствами был введен еще в 1920-х годах, чтобы сделать владельцев транспортных средств ответственными за расходы на содержание дорог. В течение многих лет поступления от налога на автотранспортные средства направлялись на содержание и строительство дорог, но налог на автотранспортные средства теперь можно рассматривать как плату за право проезда по дорогам общего пользования [9]. По форме это фиксированный налог, взимаемый в виде установленной суммы за определенный период времени, независимо от степени использования транспортного средства. Размер налога зависит от различных факторов, в том числе от типа транспортного средства, тип топлива и количество осей. В 1995 году льгота по налогу с продаж для автомобилей первого экологического класса была отменена, и вместо этого они были освобождены от ежегодных платежей по налогу на транспортные средства в течение первых пяти лет. Эта поправка в налоге помогла придать налогу на автотранспортные средства более прямое воздействие в качестве

экологического инструмента. Доходы от налога на автотранспортные средства выросли с примерно 4,1 миллиарда шведских крон в 1993 году до примерно 6,1 миллиарда шведских крон миллиардов в 1998 году [10].

Шведский опыт показывает, что адаптация к экологическим налогам может быть очень быстрой при низких или умеренных затратах. Однако очевидно, что такой адаптации к ставке не следует ожидать от общего спроса на бензин или общего объема выбросов диоксида углерода, когда связанные с этим затраты имеют совершенно иной порядок величины. В таких случаях экологические налоги могут оказаться капитальной налоговой базой, которую можно использовать для снижения других налогов. Вероятно, гармонизация в рамках Европейского Союза приведет к более широкому применению экологического налогообложения не только в Швеции, но и во всей Европе.

#### **Список используемых источников:**

1. Мардасова Е.Д., Черноусова К.С. Экологическое налогообложение в Швеции. // Вестник науки и образования. – 2021. - №7. – С.50-52.
- 2.Sweden [Electronic resource] // Environmental Performance Index URL: <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/country/swe/> (Дата обращения: 21.11.2021).
- 3.Energiläget [Electronic resource] // energimyndigheten.se URL: [Energiläget \(energimyndigheten.se\)](http://energimyndigheten.se) (Дата обращения: 21.11.2021).
- 4.Башмаков И.А. Налог на углерод в системе налогов на энергию и экологических налогов // Экологический вестник России. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.cenef.ru/file/Bashmakov\\_24.pdf/](http://www.cenef.ru/file/Bashmakov_24.pdf) (Дата обращения: 21.11.2021).
- 5.Экология: как шведы заботятся об окружающей среде? [Электронный ресурс] // Швеция Режим доступа: <https://ru.sweden.se/ljudi/ekologiya-kak-norma-zhizni/> (Дата обращения: 21.11.2021).
- 6.Eurostat, newsrelease [Electronic resource] // Eurostat URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9861167/8-28062019-BP-EN.pdf/e12acd99-b7bd-43f9-b429-f57fcd8104f4/> (Дата обращения: 21.11.2021).
- 7.Вылкова Е.С., Тарасевич А.Л. Экологическое налогообложение как инструмент устойчивой налоговой политики. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. - С. 31-37.
- 8.Троянская М.А., Ермакова Е.А. Мониторинг мирового опыта налогового регулирования // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2014. - № 3 (52). - С. 91-95.
9. Журавлева Т.А., Павлов К.В. Транспортный налог и проблемы экологии: взаимообусловленность // Финансовая жизнь. 2017. № 2. С. 8-11.
10. Total environmental taxes in Sweden 1993–2020 [Electronic resource] // SCB URL: <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/environment/environmental-accounts-and-sustainable-development/system-of-environmental-and-economic-accounts/pong/tables-and-graphs/environmental-taxes/total-environmental-taxes-in-sweden/> (Дата обращения: 21.11.21).

## БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ В ШВЕЦИИ

**А.Б. Гехт, Е.И. Фатькина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Распространение оружия массового уничтожения является сегодня, возможно, самой большой угрозой безопасности. Шведская оборонная промышленность и поставки товаров военного назначения нередко становятся предметом дискуссий по причине продажи оружия в том числе в страны с недемократическим режимом. Тем не менее в Швеции создан ряд внутригосударственных организаций, ответственных за деятельность в сфере экспорта вооружений. В статье предпринята попытка рассмотреть базовые принципы работы системы экспортного контроля в сфере вооружений и товаров двойного назначения, уделив внимание институтам, обеспечивающим контроль и надзор в данной области. Автором рассмотрены внутригосударственные инструменты регулирования, предметом статьи не являются межгосударственные и надгосударственные структуры, которые могут быть вовлечены в процесс принятия решений такого уровня.*

***стратегический экспортный контроль, товары двойного назначения, оборонная промышленность Швеции, инспекция стратегических продуктов (ISP)***

Внутригосударственный контроль, создание международных организаций, регулирующих деятельность в области торговли оружием, а также развитие инструментов экспортного контроля – ключевые механизмы, контролируемые деятельность в сфере распространения вооружений. Несмотря на активную поддержку развития подобных механизмов, в шведской политике экспортного контроля существует явный внутренний конфликт. В действительности, Швеция уже давно ставит целью своей внешней политики продвижение мира, демократии и прав человека за рубежом. В то же время страна является одним из крупнейших в мире экспортеров военного оборудования на душу населения, а среди импортеров шведского оружия можно обнаружить страны, находящиеся в состоянии вооруженного конфликта, недемократические государства, явно нарушающие права человека. [1, с.3]. В качестве основных причин повышенного интереса к шведской военной технике можно отметить как уровень экономики и благосостояния страны в целом, так и постоянное развитие военных технологий, инновации в оборонной промышленности и развитие исследовательской деятельности в данной области.

Основным отличием экспорта военных товаров от других видов экспорта, является строгая нормативная база. Основы шведской политики контроля над военными товарами и товарами двойного назначения, как на законодательном, так и институциональном уровнях были заложены во второй половине XX века. Официальной линией внешней политики Швеции



значилось "неприсоединение в мире, ведущее к нейтралитету в войне". Поддержание такой политики неприсоединения требовало развития широких возможностей в области обороны, основанных на достаточном самообеспечении в том числе и вооружениями. Это могло быть реализовано за счет внутреннего производства материалов военного и двойного назначения. Для того чтобы поддерживать развитие актуальных времени технологий, выход на международный рынок стал ключевым. После окончания холодной войны и вступления Швеции в Европейский Союз акцент явно сместился на международное взаимодействие, которое, как считается, обеспечило благоприятные условия для поставок необходимых материалов способствующих укреплению шведской обороны [2,12]. Все это вызвало необходимость создания ряда институтов и усовершенствования законодательства, направленного на контроль и надзор в сфере экспорта военных товаров и товаров двойного назначения.

Сегодня деятельность таких организаций регулируются Законом о военной технике и Постановлением о военной технике. Потенциальным компаниям – экспортёрам необходимо получить разрешение ряда инстанций для осуществления такого рода экспорта. Инспекция стратегических продуктов (ISP) является государственным агентством при министерстве иностранных дел, задачи которого в основном состоят в принятии решений о лицензировании и контроле, экспорте оружия и товаров двойного назначения в соответствии с различными правилами, требованиями и нормативными актами [3]. Основными заказчиками являются отдельные государства, они же являются источником инвестиций в оборонную промышленность. Спецификации требований к новым продуктам настолько технологически продвинуты, что исключительно коммерческие запросы в принципе не возможны в данной сфере.

Консультативным органом, занимающимся вопросами в сфере поставок вооружений за рубеж, является Совет по экспортному контролю (EKR). Задача состоит в том, чтобы установить руководящие принципы для ISP, в соответствии с которыми в свою очередь, инспекция принимает решения. Официальные представители Министерства обороны и иностранных дел участвуют в ежемесячных заседаниях Совета.

Когда в начале 1980-х годов в целом усилились общие прения и критика в отношении экспорта вооружений Швеции, правительство объявило о необходимости обеспечения прозрачности в области экспорта военной техники. Было предложено вопросы экспорта, имеющие принципиальное значение, рассматривать более основательно. В этой связи в 1984 году был создан так называемый Консультативный совет, состоящий из шести членов парламента. В 1996 году Комитет был преобразован в Совет по экспортному контролю (EKR) и был расширен до десяти членов, чтобы «отразить» более широкий состав Совета по иностранным делам. Это означало, что Партия охраны окружающей среды и Левая партия также были представлены в совете.

Сегодня цель Совета состоит в том, чтобы последовательно интерпретировать руководящие принципы для дальнейших проверок на их соответствие, что означает отсутствие влияния на решение напрямую, лишь через принципы [4, с.32]. Все, что рассматривается и решается Советом по экспортному контролю, является конфиденциальным. Таким образом, общественность не имеет доступа к рекомендациям Совета по экспортному контролю.

Стоит также заметить, что ISP необходимо консультироваться с Советом по экспортному контролю, прежде чем принимать решение по ключевым вопросам, хотя совет и не имеет возможности накладывать официальный запрет на решения ISP. [5, с.17].

В период с 2010 до 2015 года контроль в сфере оборонной промышленности с значительной степенью осуществлялся Комитетом по экспорту вооружений. Организация начала работать с августа 2010 года и представляла интересы правительства. Основная деятельность заключалась в содействии развитию торговли на международных рынках и организованной деятельности для конкретных экспортных предприятий, контроль продажи и хранения оборудования в оборонном секторе, которое больше не требуется для операций государства или которое стало непригодным для использования.

Комитет координировал экспортную поддержку оборонных ведомств и представлял шведское государство при продаже продукции военного назначения, а также способствовал тому, что государство больше внимания уделяло анализу, установлению приоритетов в том, что касалось деятельности по продвижению шведского экспорта вооружений. В связи со сменой правительства в 2015 году ее деятельность была приостановлена [6, с. 6].

Нельзя не отметить и подразделение по стратегическому экспортному контролю (ESEK), действующее при министерстве иностранных дел. ESEK является государственным органом, отвечающим за разработку политики и международное сотрудничество в области обороной промышленности. Кроме того, ESEK взаимодействует с министерством, обеспечивая подготовку необходимых документов о деятельности в данной сфере, например, ежегодных отчетов. ESEK также является промежуточной инстанцией в случаях когда ISP необходимо отправить запрос на рассмотрение в правительство и в целом контролирует деятельность организации. Высшей инстанцией в области контроля экспорта вооружений в Швеции является министерство торговли.

С 1985 года, в рамках повышения прозрачности правительство ежегодно представляет отчеты о шведском экспорте военной техники. Это не является обязательным требованием, но после того, как в конце 1970-х и начале 1980-х годов было обнаружено большое количество спорных, а иногда и незаконных поставок оружия, такая процедура стала необходимостью [7].

Шведская ассоциация безопасности и оборонной промышленности (SOFF) – объединение более 90 предприятий, занятых в производстве военного оборудования, техники и продукции двойного назначения с суммарным оборотом более 49 миллиардов шведских крон (по данным на 2009 год). SOFF ставит перед собой задачу объединить ресурсы организаций в данной области и создать хорошие условия для производства и продаж [8].

SOFF сотрудничает с аналогичными организациями в других странах и является членом Ассоциации аэрокосмической и оборонной промышленности в Европе, Промышленной консультативной группы НАТО в рамках программы Партнерство ради мира и имеет ряд соглашений о сотрудничестве с ассоциациями в других странах. Осуществляется и тесное сотрудничество со Шведской ассоциацией гражданской безопасности.

Шведская ассоциация безопасности и оборонной промышленности (SOFF) подчеркивает важность роста экспорта вооружений для развития экономики Швеции.

Еще одна организация, Шведское общество мира и арбитража (Svenska Freds) в первую очередь рассматривает этот вопрос торговли оружием с глобальной моральной точки зрения. Это партийная политическая и религиозное объединение, основанное в 1883 году. В 2009 году насчитывавшее около 5 500 членов. Цель деятельности организации - прекращения торговли оружием. За свою деятельность организация получила нобелевскую премию мира [9].

Нет сомнений в том, что экспорт оружия является важной частью оборонной промышленности страны, вносит вклад в экономику обеспечивая, в том числе, рабочие места. Резкое сокращение экспорта оружия повлечет за собой как сокращение доходов компаний, так и числа сотрудников. Тем не менее, моральная сторона вопроса активно обсуждается может оказаться весомым аргументом для ужесточения контроля.

#### **Список используемых источников:**

1. European Security Strategy - A Secure Europe in a Better World [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://europa.eu/globalstrategy/en/european-security-strategy-secure-europe-better-world> (дата обращения: 01.11.2021).
2. Svensk vapenexport till diktaturer - En fallstudie om Saudiaffären och rollkonflikt i svensk utrikespolitik [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:901056/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения: 01.11.2021).
3. Inspektion för strategiska produkter. Verksamhet. –ISP, Stockholm, 2011.- 32 s.
4. Lindahl R. Fokus på vapenhandeln .- Svenska Freds- och Skiljedomsföreningen, 2001. – 49 s.
5. SOU 2005:009 KRUT Reformerat regelverk för handel med försvarsmateriel, Norstedts Juridik AB, 2005 – 345 s.
6. Strategic Export Control in 2013 – Military Equipment and Dual-Use Items? Government Communication 2013/14:114, 2013 – 79 s.
7. Rosengren J. Svensk vapenexport – varför (inte)?.- Örebro universitet, 2011.- 38 s.
8. Om SOFF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soff.se/om-soff/> (дата обращения: 01.11.2021).

9. Svenska Freds- och Skiljedomsföreningen. Vapenindustrin i Sverige. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.svenskafreds.se/vapenindustrin-i-sverige> (дата обращения: 01.11.2021).

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОЛИТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В СФЕРЕ КОСМОСА

**А.Б. Гехт, Э.А. Фрост**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*Статья представляет собой обзор деятельности и взаимоотношения Соединённых Штатов Америки, Китайской Народной Республики и Российской Федерации на международном уровне в сфере космоса, а также описание таких космических станций, как МКС и Тяньгун. Рассматриваются как исторические, так и современные моменты данных взаимоотношений. Дается общая характеристика взглядов данных стран на эту область политики, их цели и задачи.*

*космическая станция, политика, США, Китай, Россия, космос, МКС, Тяньгун*

Первая космическая станция, «Салют-1», была запущена Советским Союзом в 1971 году. Хотя она проработала на орбите всего чуть более 170 дней, она положила начало потоку новых и более совершенных моделей в течение многих лет - от «Скайлэб» до «Тяньгун». Эти станции стали характерной чертой освоения космоса, навсегда изменив наши представления о том, как люди могут взаимодействовать за пределами Земли в течение длительных периодов времени. Одновременно они расширили наши представления о биологии, физике, астрономии и инженерии. Космические станции - это не только объект научного интереса. Как и многие аспекты социального мира, они являются объектами соперничества великих держав, социальных отношений и сотрудничества. Данная статья сосредоточена на переплетении глобальной политики и космических станций и определяет, как космические станции повлияли на международную политику. Международная космическая станция (МКС) и Тяньгун являются основными примерами для исследования по трём причинам. Во-первых, они являются самыми последними примерами функциональных постоянных космических станций на околоземной орбите. Во-вторых, благодаря своему сроку службы и влиянию, МКС, возможно, является самой важной космической станцией из всех существовавших. В связи с изменением характера международной системы, особенно с подъёмом Китая, также необходимо обсудить, какую роль в мировой политике играет или будет играть станция «Тяньгун». В-третьих, оба проекта основаны или будут основаны на широком международном сотрудничестве в целом или в конкретных аспектах.

Международная космическая станция - главная достопримечательность ночного неба, которую можно увидеть невооруженным глазом. Она позволила человечеству лучше понять, как люди живут в космосе, а также способствовала развитию международного научного сотрудничества в широком масштабе. Станция находится на орбите с 1998 года и занимает ее уже более двадцати лет. Она состоит из 16 герметичных модулей и может считаться самым дорогим сооружением в истории человечества.

Идея создания того, что сегодня известно как МКС, возникла во время президентства Рональда Рейгана (1981-89 гг.), задолго до окончания холодной войны. Хотя космическая станция так и не появилась на свет, политический аспект уже был заложен. Во-первых, проект должен был основываться на международном сотрудничестве, особенно государств-единомышленников, но под чётким американским руководством. Во-вторых, продемократический (или антисоветский) характер станции был подчёркнут в ее названии - космическая станция «Свобода». В-третьих, политические амбиции, связанные с МКС, прослеживаются в самой речи Рейгана «О положении дел в стране». Рейган предвидел, что Америка сможет «снова достичь величия» благодаря «нашим мечтам о далёких звездах, жизни и работе в космосе в мирных, экономических и научных целях» [1]. Государства-участники должны были быть близкими союзниками и находиться в сфере их влияния (Европа через Европейское космическое агентство, Япония и Канада), странами, желающими «укрепить мир, построить процветание и расширить свободу» [1]. Этот проект является прекрасным примером того, как космические станции переплетаются с международной политикой - он должен был стать инструментом в идеологической борьбе с коммунизмом, показать технологическое превосходство капитализма и связать американскую сферу влияния в общее дело.

Однако только после окончания холодной войны МКС воплотилась в жизнь. Распад Советского Союза в 1991 году создал момент однополярности в мировом балансе сил, оставив США единственной сверхдержавой, что позволило этой стране доминировать в международной политике. Межправительственное соглашение (IGA), являющееся обязательным нормативным соглашением в отношении МКС, свидетельствует об этом доминировании. В первой главе говорится, что партнёры «объединят свои усилия, при ведущей роли США в общем управлении и координации, для создания интегрированной международной космической станции» [2]. Несмотря на то, что проект был совместным, у него был явный лидер. Это демонстрировало США как абсолютного передовика в области науки и техники, престижную позицию, которая подчеркивала новый баланс сил. Возможно, американская позиция сама по себе дала возможность для такого сотрудничества, гарантируя стабильность через однополярность.

Политическое измерение в процессе создания МКС не закончилось подписанием соглашения IGA. Привлечение России к проекту, особенно под официальным американским руководством, стало ещё более впечатляющей политической победой. Как государство-преемник Советского Союза, главного противника Америки на земле и в космосе, присоединение России к проекту МКС давало определённое признание позиций, приобретённых США. Политическое измерение участия Москвы в проекте идёт ещё дальше, чем просто престиж. Вашингтон смог повлиять на политику России в области космических технологий, например, остановить продажу криогенных технологий Индии [3] и обеспечить сохранение рабочих мест российских учёных в России, тем самым остановив возможное распространение критически важных космических технологий в другие страны. Привлекая

Россию к МКС, США смогли успешно использовать станцию в качестве инструмента своей дипломатии и повлиять на определённые решения, которые Москва должна была принять, чтобы получить выгоду от МКС.

Тем не менее, важно подчеркнуть, что хотя космические станции влияют на международную политику, они также находятся под влиянием международной политики - МКС является хорошим примером этого. Первая серьёзная нестабильность в сотрудничестве по проекту МКС началась после вторжения России в Крым в 2014 году. НАСА запретило большинство контактов со своими российскими коллегами, после чего Дмитрий Rogozin, глава Российского космического агентства, написал в Твиттере, что США должны доставить «своих астронавтов на МКС с помощью батута» [4]. Кроме того, эскалация напряженности между Вашингтоном и Москвой за последние несколько лет поставила под вопрос дальнейшее сотрудничество. Российское руководство временами давало понять, что подумывает о прекращении сотрудничества [5].

Интересным примером взаимодействия глобальной политики и МКС является роль Китая. Пекин в течение многих лет безуспешно пытался стать участником космической станции. НАСА в течение некоторого времени придерживалось политики исключения Китая, ссылаясь на опасения по поводу передачи технологий [6]. Вполне понятное беспокойство, которое также было отмечено в случае присоединения России к программе. Однако участие России в проекте - это факт, несмотря на опасения по поводу трансфера технологий. Это показывает, что политика в отношении Китая может быть основана на других аспектах, таких как блокирование авторитета, вытекающего из членства, или попытка сохранить американское доминирование и не уступить восходящей сверхдержаве.

Таким образом, Международная космическая станция уже более 20 лет является объектом международной политики, свидетелем многих событий и изменений на Земле, особенно в политической сфере. Будущее станции остаётся под вопросом, учитывая нерешительность России в отношении продолжения программы и растущие технические проблемы в последние годы. Она была и остаётся символом сотрудничества в космосе, построенным во времена глобального оптимизма после холодной войны.

В апреле 2021 года Китай запустил модуль «Тяньхэ» - первый строительный блок своей новой пилотируемой космической станции. Ранее Пекин запустил две небольшие космические лаборатории в рамках более широкой программы космической станции «Тяньгун», однако космическая станция «Тяньгун» будет собираться в течение 2021 и 2022 годов и станет кульминацией всей программы «Тяньгун». Она будет состоять как минимум из трёх основных модулей, а в будущем возможно добавление ещё нескольких [7]. Её масса и размеры будут гораздо меньше, чем у МКС, но более совершенными с точки зрения технологий, что позволит проводить самые современные исследования и обеспечить постоянную пригодную для жизни среду для трёх человек. Возникает вопрос: почему это так важно для международной политики?

Во-первых, космическая станция «Тяньгун» станет первой настоящей постоянной космической станцией Китая на околоземной орбите, а

предыдущие станции «Тяньгун-1» и «Тяньгун-2» служили скорее для тестирования китайских возможностей. В результате постоянная космическая станция станет маяком технологических возможностей Пекина в космосе, подобно тому, как МКС была для США. Китайская космическая программа всегда была нацелена на престиж, как внутренний, так и международный [8]. Таким образом, Тяньгун станет следующим шагом в демонстрации развития страны на протяжении многих лет.

Элемент престижа имеет решающее значение для понимания взаимосвязи между космическими станциями и глобальной политикой. В условиях меняющегося баланса сил престиж играет важную роль в определении того, кто считается лидером в различных областях, таких как технологии. Разработка совершенно новой постоянной космической станции с экипажем - хороший показатель амбиций Китая в международных отношениях, особенно если сравнить её с МКС, которая испытывает серьёзные технические проблемы [9].

Во-вторых, хотя МКС не является многонациональной, Пекин всё же планирует международное сотрудничество на космической станции «Тяньгун». На сегодняшний день многие страны и организации заявили о своем желании принять участие в этом проекте, включая Европейское космическое агентство и Россию [10]. На станции будут проводиться эксперименты множества исследовательских институтов из разных стран [11]. Установление международного сотрудничества на станции «Тяньгун» было бы очень выгодно для Китая с политической точки зрения по двум причинам: Китай показал бы, что создаёт новую международную коалицию в космосе, влияя на баланс сил на орбите, и Пекин мог бы использовать космическую станцию в качестве инструмента своей дипломатии, как это сделали США с МКС. Второй аспект может стать важным, если МКС будет выведена из эксплуатации в ближайшем будущем, а станция «Тяньгун» станет единственной постоянной станцией на орбите, что обусловит доступ к станции в зависимости от благоприятной политики в отношении Китая.

Таким образом, станция «Тяньгун» является современным примером того, как политика и космические станции взаимодействуют друг с другом. Станция является представителем китайских амбиций в мировой политике, демонстрируя технологические достижения страны. Хотя станция «Тяньгун» ещё только создаётся, она уже становится важнейшим аспектом глобальной космической политики.

Изменения в балансе сил в мире, особенно соперничество между США и Китаем, оказывают непосредственное влияние на то, что происходит на нашей орбите, и космические станции не являются исключением. Недавно НАСА призвали не оставлять «пробелов в космических станциях» после вывода МКС из эксплуатации [12]. В настоящее время космическое агентство рассматривает возможности создания коммерческих космических станций на низкой околоземной орбите - той же орбите, которую используют МКС и станция «Тяньгун». Тем не менее, если программа МКС завершится в ближайшем будущем, у Вашингтона возникнут проблемы с положением в космосе, поскольку Тяньгун будет единственной постоянной космической



станцией на орбите. Это может вызвать серьёзные проблемы с имиджем США, контрастирующие с Китаем и его новой современной станцией.

Возможно, космические станции являются отражением текущего баланса сил на околоземной орбите. Международная космическая станция появилась в период доминирования США на мировой политической арене, объединив под своим руководством старых союзников и бывших противников. Стабильность программы начала разрушаться, когда в игру вступили геополитические цели России, что привело к ухудшению отношений между Вашингтоном и Москвой. Кроме того, возвышение Китая и других игроков привело к изменению баланса сил, что также проявилось в космосе благодаря амбициям Китая, заложенным в его космическую программу. Трудно не увидеть символизм в упадке МКС под американским руководством и материализации китайского Тяньгун, в котором всё больше и больше стран хотят участвовать в программе.

#### **Список используемых источников:**

1. Address Before a Joint Session of the Congress on the State of the Union. [Electronic resource] // The American Presidency Project URL: <https://www.presidency.ucsb.edu/documents/address-before-joint-session-the-congress-the-state-the-union-4> (Дата обращения: 20.11.2021).

2. Multilateral (12927) – Agreement Concerning Cooperation on the International Space Station. With Implementing Arrangement. [Electronic resource] // US State Department URL: <https://www.state.gov/12927> (Дата обращения: 20.11.2021).

3. India's strategy in the China-Russia-USA triangle. [Electronic resource] // ORF URL: <https://www.orfonline.org/research/indias-strategy-in-the-china-russia-usa-triangle-59417/> (Дата обращения: 20.11.2021).

4. Ukraine crisis sends a chill into orbit. [Electronic resource] // BBC URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-27408819> (Дата обращения: 22.11.2021).

5. Russia plans to launch own space station after quitting ISS. [Electronic resource] // Reuters URL: <https://www.reuters.com/lifestyle/science/russia-plans-launch-own-space-station-after-quitting-iss-2021-04-21/> (Дата обращения: 21.11.2021).

6. Biden space advisers urge cooperation with China. [Electronic resource] // POLITICO URL: <https://www.politico.com/news/2020/12/20/biden-china-space-448529> (Дата обращения: 21.11.2021).

7. Russia wants to send cosmonauts to China space station. [Electronic resource] // Space.com URL: <https://www.space.com/russia-cosmonauts-may-visit-china-space-station> (Дата обращения: 21.11.2021).

8. China's Tiangong space station. [Electronic resource] // Space.com URL: <https://www.space.com/tiangong-space-station> (Дата обращения: 20.11.2021).

9. International Space Station facing irreparable failures, Russia warns. [Electronic resource] // BBC URL: <https://www.bbc.com/news/world-europe-58408911> (Дата обращения: 23.11.2021).

10. Chinese cargo craft docks with future space station in orbit. [Electronic resource] // The Guardian URL: <https://www.theguardian.com/science/2021/may/30/chinese-cargo-craft-docks-with-future-space-station-in-orbit> (Дата обращения: 22.11.2021).

11. China's space station is preparing to host 1,000 scientific experiments. [Electronic resource] // Nature URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02018-3> (Дата обращения: 22.11.2021).

12. NASA urged to avoid space station gap. [Electronic resource] // SPACENEWS URL: <https://spacenews.com/nasa-urged-to-avoid-space-station-gap/> (Дата обращения: 23.11.2021).

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ КИТАЙСКОГО СУДА

**Д.С. Даншичева, М.Я. Резникова**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Актуальность данного исследования обуславливается тем, что информационные технологии стали заменять традиционные системы правосудия. Предметом научной статьи является Китайское судопроизводство, так как именно оно впервые испытало на себе цифровые технологии.*

*В рамках данного исследования рассматривается и анализируется вся цифровая система осуществления правосудия в Китае, начиная с момента подачи искового заявления, а заканчивая вынесением судебного приговора.*

***судебная система, цифровые технологии, Китай, традиционное судопроизводство, цифровизация.***

XXI век – это век информационных технологий, где практически любая деятельность так или иначе связана с информационно-телекоммуникационными средствами. Теперь, информационные технологии добрались и до судебной системы. Таким образом, появились термины «цифровые суды», «электронное правосудие». Однако, не все государства перешли на более современный и технологический вид судопроизводства. Наиболее продвинутой и мобильной страной в данном направлении оказался Китай [2].

Прежде чем перейти к рассмотрению Китайского цифрового правосудия разберемся, что же это такое. Обращаясь к нормативно-правовым актам Российской Федерации, можно найти Приказ Судебного департамента при ВС РФ от 26 ноября 2015 года № 363, где четко указывается, что «цифровое правосудие – это своего рода форма или способ осуществления законодательных процессуальных действий с помощью информационных средств в отправлении правосудия». Существует и доктринальная точка зрения на данный счет. Так процессуалисты С.В. Романенкова и Ю.М. Жданова говорят, что «цифровое правосудие не строится лишь на электронном судопроизводстве, а включает в себя еще иные автоматизированные информационные акты» [3]. Под иными автоматизированными информационными актами они имеют в виду: взаимодействие нескольких судов с помощью визуальных цифровых технологий, наличие электронных подписей, замена бумажных носителей на электронные и прочее.

Далее рассмотрим непосредственно саму цифровую систему судопроизводства в Китае.

КНР (Китайская Народная Республика) в 2017 году вела цифровую систему документооборота в судебной инстанции города Гуанчжоу. В настоящий момент в Китае задействованы 4 цифровых суда. Согласно

Китайскому законодательству цифровая судебная система пока что уполномочена рассматривать отдельные категории гражданских и административных дел. Сюда входят:

- Споры, касающиеся с покупкой товаров или услуг через интернет платформы;
- Споры, касающиеся договоров или соглашений на обслуживание и подключение к сети Интернет;
- Отношения, связанные с мелким экономическим рынком или финансовыми займами через интернет площадки;
- Защита авторских прав, которые были нарушения через интернет площадки;
- Оскорблений, угроз и клеветы в отношении человека на интернет площадках;
- Иные споры.

Таким образом, мы видим, что под юрисдикцию информационных судов подпадает определенная категория общественных отношений.

Китайские информационные суды отличаются от традиционных судебных залов (помещений) тем, что они малогабаритны. Во-первых, единственный кто физически находится в судебном зале это сам судья. Во-вторых, отсутствуют места для истца, ответчика, стороны защиты, а также иные места (например, для присяжных заседателей). В-третьих, напротив судьи находятся несколько цифровых мониторов, на которых изображен истец и ответчик [1]. Далее весь судебный процесс аналогичен традиционной системе судебного разбирательства. Для наглядности можно продемонстрировать изображение (Рис. 1) помещения цифрового суда.



Рис. 1. Изображение помещения цифрового суда

Рассмотрим и проанализируем сам судебный процесс, то есть как именно он проходит, в чем заключается цифровизация судебного разбирательства, а также какие положительные и отрицательные последствия влечет за собой электронная система.

Для простоты понимания можно разделить сам судебный процесс на несколько этапов:

1) Подготовительный. Данный этап характеризуется подготовкой всего оборудования, а также учетной записи истца и ответчика для проведения судебного заседания. Для этого необходимо сторонам зарегистрироваться и создать свою учетную запись (со всеми данными) на официальном Интернет-ресурсе конкретного суда. Также нужно пройти процесс обработки данных, то есть подтвердить свою личность пакетом предоставленных документов в электронном виде и с помощью биометрического распознавания лица. В свою очередь суд, который несет ответственность за подготовку всего цифрового оборудования (мониторов, сеть подключения, микрофоны и прочее), должен обеспечить стабильную работу Интернет-ресурса и работу цифровых органов.

2) Подача заявления. После того, как истец совместно со своим адвокатом зашел на Интернет-ресурс суда, он может подать исковое заявление. Для этого нужно выбрать соответствующую категорию искового заявления (то есть предмет заявления), после чего цифровая система в зависимости от предмета спора выдаст определенную сумму для уплаты – государственная пошлина. Также стоит отметить, что форма подачи заявления может быть двух вариантов: электронное написание или сканированный бумажный носитель. В том числе могут быть приобщены к исковому заявлению и иные материалы: фотографии, копии договоров, таблицы и прочее.

3) Процедура медиации. После того, как было подано исковое заявление со всеми установленными законодательными требованиями, то начинается процедура медиации. Сторонам предлагают выбрать 3-ье независимое лицо (посредника), который может урегулировать конфликт на досудебной стадии. Выбор такого лица также проходит через Интернет-ресурс суда. Стороны вправе выбрать посредника из числа зарегистрированных лиц на данной интернет-судебной площадке. Если стороны не желают воспользоваться процедурой медиации, то заявление автоматически отправляется судье на рассмотрение.

4) Судебное разбирательство. После того, как судья рассмотрел заявление, исследовал все предоставленные доказательства с обеих сторон, то истцу и ответчику назначается время и дата судебного разбирательства. В указанные сроки начала судебной процедуры стороны заходят в свои учетные записи, далее в формате онлайн начинается судебное разбирательства со всеми предусмотренными законодательными правилами. По окончании суд выносит приговор (решение), которое отправляется на

учетную запись истцу и ответчику, а также дублируется на сам Интернет-ресурс данного суда.

Анализируя цифровой подход ведения судебного разбирательства можно прийти к следующим выводам [4]:

1) Переход на цифровое судопроизводство значительно снижает время рассмотрения и решения споров в сфере гражданских и административных правоотношений;

2) С экономической точки зрения – суд и стороны экономят денежные средства, которые тратятся при традиционной системе осуществления правосудия (траты на бумагу, на дорогу до судебного органа и прочее);

3) Цифровая система автоматически обрабатывает личные данные участников судебного процесса. Раньше это делал человек.

Подводя итоги научного исследования, можно сказать, что цифровые технологии в современном мире существенно облегчают человеческую деятельность. С приходом цифровой индустрии в судебное разбирательство нагрузка на судебный орган существенно снизилась, быстрее стали обрабатываться заявления и решаться споры граждан.

Представленный опыт Китайских цифровых судов говорит нам о том, что мобилизация традиционной судебной системы необходима в современных странах. Безусловно должен пройти определенный промежуток времени, прежде чем другие страны смогут реализовать опыт Китайских цифровых судов.

#### **Список используемых источников:**

1. Головкин А.В. Цифровизация в уголовном процессе: локальная оптимизация или глобальная революция // Вестник экономической безопасности. 2019. № 1. С. 15-25.

2. Жданова Ю.А. Правовая природа электронного правосудия и его место в системе институтов информационного общества // Административное право и процесс. 2018. № 4. С. 80-83.

3. Романенкова С.В. Понятие электронного правосудия, его генезис и внедрение в правоприменительную практику зарубежных стран // Арбитражный и гражданский процесс. 2016. № 4. С. 26-31.

4. Талапина Э.В. Право и цифровизация: новые вызовы и перспективы // Журнал российского права. 2018. № 2. С. 5-17.

## **“ЖЁЛТЫЕ ЖИЛЕТЫ”: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ЦЕЛИ И БУДУЩЕЕ ДВИЖЕНИЯ**

**И.А. Збаражский, А.Б. Гехт**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*С конца 2018 года во Франции началось протестное движение, именуемое «Жёлтые жилеты». Стоит отметить, что данные протестные движения являются самыми массовыми на территории Франции. В данной статье затронуты различные причины образования такого движения, как «желтые жилеты», а также вовлеченность в них различных регионов Франции. Помимо этого, в данной работе рассмотрены фундаментальные отличия «жилетного» протестного движения от происходивших ранее во Франции. Помимо этого, в статье представлены политические и социально-экономические требования, которые были выдвинуты со стороны протестного движения к правительству и президенту. Затронуты возможные перспективы дальнейшего развития движения «жёлтых жилетов» во Франции.*

### **“Жёлтые жилеты”, протест, протестное движение**

Движение «Желтых жилетов» требует теоретического изучения как одной из важных проблем регионоведения. Началом всех претензий в отношении французского правительства послужило недовольство с повышением пошлин на топливные ресурсы. Правительство Эммануэля Макрона планировало увеличить налог на топливо. При этом эти налоги во Франции уже были повышены в 2018 году. Однако повышение цен на горючее в 2018 году вызвало недовольство населения, но оно было принято [1].

Проблема цен на топливо касается большого процента населения Франции, так как растущие цены на квадратные метры вынуждают многих французов, работающих на низкооплачиваемых работах, переезжать из города на окраины, где аренда или покупка недвижимости обходится дешевле. Следовательно, для перемещения лица требуется транспорт. Проблема передвижения усугубляется ещё и тем фактом, что из-за приватизации железнодорожной сети произошло повышение цен на проезд данным видом транспорта. Так личный автомобиль стал средством, позволяющим французам передвигаться максимально удобно. Повышение цен на топливо немедленно отразится на карманах большинства населения Франции, которому и так не хватает денег.

Первые протестные движения «желтых жилетов» прошли 17 ноября 2018 года. Произошло это одновременно сразу в нескольких городах Франции. Больше всего протестующих было в Париже. Всего на улицы города вышло около 282 тысячи человек [2].

Этот протест получил такой основной опознавательный знак и название потому, что все участники акций протеста носят светоотражающие ярко-

жёлтые жилеты, которые, согласно законодательству 2008 года, должен иметь каждый французский водитель в своём автомобиле.

Стоит отметить, что это достаточно разнообразная группа людей. Она включает в себя разные возрастные группы и не имеют конкретную территориальную принадлежность. Относится сюда как безработная молодёжь, пенсионеры с небольшими пенсиями, а также лица, имеющие минимальную зарплату.

Стоит отметить, что данная волна протестов вызвана не только повышением акцизов на топливо, но и тем, что большинство населения страны, относящимся преимущественно к бедным слоям общества, стало ещё жить хуже из-за снизившихся доходов. Налоговые льготы коснулись в основном только крупного бизнеса, а малоимущие, наоборот, пострадали от сокращения социальных пособий, а также от увеличения прямых и косвенных налогов. Основные причины протестного движения заключаются в недовольстве французского населения своим экономическим положением и падением уровня жизни. Однако не стоит забывать, что причины ухудшения экономической ситуации в стране зачастую вызваны ошибками, допущенными во внешней и внутренней политике руководством государства.

К экономическим вопросам протестующих ещё добавляется и миграционная политика. Французы недовольны потоком мигрантов, хлынувшим в страну в последние годы, и связанным с ним ростом преступности.

В такой ситуации Эммануэль Макрон был вынужден пойти на уступки. В первую очередь он объявил о замораживании цен на топливо. То есть первичное требование митингующих фактически было удовлетворено, но к этому времени движение протеста «желтых жилетов» набрало силу, а список вопросов к правительству только расширился. Всего было выдвинуто двадцать пять требований.

В эти требования входят повышение заработной платы на 40%, запрет на налоги, превышающие 25% от состояния граждан, создание новых рабочих мест, увеличение строительства доступного жилья, снижение процентов по ипотеке. Помимо этого требования протестующих касаются и ужесточения миграционной политики: прекращения потока мигрантов в Евросоюз. Есть ещё и те, которые касаются изменений в Конституции. Например - переписать конституцию Франции при поддержке народа в интересах суверенитета народа. Помимо этого, существуют требования немедленно прекратить приватизацию и вернуть в государственную собственность железные дороги, аэропорты, автостоянки и т.д. Для гарантий гражданских свобод, прописать в Конституции полный запрет на вмешательство государства в дела образования, здравоохранения и института семьи. Затрагивая внешнеполитические вопросы, стоит отметить, что «жёлтые жилеты» требуют выхода Франции из НАТО, а также запрета на использование своей армии в агрессивных войнах, прекращения

вмешательства в дела африканских стран и возвращения оттуда французских военных [3].

Проблема правительства Франции в том, что у движения «жёлтых жилетов» нет единого лидера, с которым можно было бы вести конструктивные переговоры. Вокруг этого протестного движения сосредоточены люди, которые имеют претензии к власти и недовольны ситуацией в стране. По большей части их организация осуществляется через социальные сети. Это объединяет вокруг движения самые разные слои общества, у которых часто прямо противоположные требования.

«Жёлтые жилеты» не идентифицируют себя ни с правыми, ни с левыми и не желают присоединяться ни к одной из существующих партий. При этом участники этого движения крайне подозрительно относятся как к власти, так и к представителям различных партий и общественных организаций. Некоторые политологи считают, что это движение может в конечном итоге привести к появлению во Франции совершенно новой политической силы, объединяющей как идеи крайне левых, так и крайне правых. Другие политологи совершенно не согласны с этой позицией и говорят, что даже если такое политическое движение и будет сформировано, то из-за абсолютной несовместимости и разных интересов оно очень быстро распадётся на два отдельных блока, то есть крайне левый и крайне правый.

Основная активность движения проходила в 2018 году. В 2019 протесты продолжались. В 2020 движение сбавило обороты в связи с ковидными ограничениями.

В 2021 году, на третий год существования движения, по причине отказа правительством от некоторых договорённостей с протестующими, вновь возобновилось. Участников стало гораздо меньше, но общее настроение населения сохранено.

Таким образом, нельзя не признать, что сейчас во Франции накопилось довольно много внутривнутриполитических конфликтов, которые привели к уличным протестам. Однако очевидна и некоторая незрелость требований. Стоит отметить, что французскому правительству потребуется приложить немало усилий для стабилизации ситуации в стране и пересмотреть свою внутреннюю и внешнюю политику в соответствии с требованиями народа. Также необходимо отметить, что события, связанные с движением жёлтых жилетов, несут в себя внутривнутриполитические и внешнеполитические конфликты, которые требуют урегулирования со стороны внутривнутриполитических институтов конфликто разрешения. Данную тему стоит исследовать в дальнейшем для разработки рекомендаций по урегулированию существующих конфликтов на данном уровне.

#### **Список используемых источников:**

1. France Télévisions. Qui sont les internautes à l'origine de l'appel aux blocages contre la hausse du prix du carburant ? [Электронный ресурс] // francetvinfo : 2018. URL: <https://www.francetvinfo.fr/economie/automobile/essence/appele-aux-blocages-contre-la-hausse->



du-prix-du-carburant-partout-en-france-les-gens-sont-prets-a-se-mobiliser\_3003467.html (дата обращения: 19.11.2021).

2. Бурмо Д., Лапина Н.Ю. Движение «жёлтых жилетов»: взгляд из России и Франции. [Электронный ресурс] // Cyberleninka : электронный журнал, 2019. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvizhenie-zheltyh-zhiletov-vzglyad-iz-rossii-i-frantsii/viewer> (дата обращения: 19.11.2021).

3. Administrateur. #GiletsJaunes : Charter of 25 claims of yellow vests. [Электронный ресурс] // lelibrepenseur : 2018. URL: <https://www.lelibrepenseur.org/giletsjaunes-charter-of-25-claims-of-yellow-vests/> (дата обращения: 19.11.2021).

## ПОЛИТИКА НЕЙТРАЛИТЕТА ФИНЛЯНДИИ В 20 ВЕКЕ.

**В.С. Измозик, Я.С. Сиаппони**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье проведен анализ политики нейтралитета Финляндии в период Холодной войны и биполярного мира. Рассмотрена внешняя политика Финляндии, а также общий вклад президентов Финляндии того времени, Юхо Кусту Паасикиви и Урхо Калева Кекконена.*

### *политика нейтралитета, линия «Паасикиви-Кекконена», СССР*

С чем Финляндия вышла из Второй Мировой войны?

Выходить из Второй мировой войны Финляндия начала уже после разгрома немецких войск под Сталинградом. В то время из парламента были убраны идеологи образования «Великой Финляндии», Германии было отказано в формальном заключении союза, а также начались переговоры с советской стороной через посольство в Швеции. Активная фаза переговоров совпала с наступлением советских войск летом 1944 года. Для финнов встал выбор — либо быть поглощёнными Советским Союзом и стать 16 республикой, либо отказаться от идеи восстановления прежних границ и принять условия СССР. Выбрав 19 сентября 1944 г. второй вариант, они завершили войну на восточном фронте и тут же начали боевые действия на северном фронте — боролись против вчерашних союзников-немцев, которые отказывались покидать страну после сепаратного мира.

Такое поведение Финляндии в дальнейшем облегчит формирование её политики нейтралитета — руководство страны прекрасно отдавало себе отчёт, что СССР мог бы полностью ликвидировать финскую независимость, и предпочло формировать новые добрососедские отношения с восточным соседом. Нейтралитет и попытка лавировать между полюсами силы даже вошли в финскую историографию. Войны с Советским Союзом объединяются в одну (Первая советско-финская война 1918–1920 гг.; Вторая советско-финская война 1921–1922 гг.; Советско-финская война 1939–1940 гг.). Был введён термин «обособленная война» — Финляндия утверждала, что воевала только за свои утраченные территории. То же самое было и с изгнанием немцев. Финны подчёркивали сепаратный характер этой войны — не выделяют прямую связь со Второй мировой войной и концентрируются только на своей территории, не продолжая дальнейший разгром фашизма в Европе. Таким образом, уже тогда начала активно готовиться идеологическая и политическая база финского нейтралитета. Слово «нейтралитет» употреблялось даже к военным действиям. Стране была отдана роль жертвы геополитической ситуации, созданной Гитлером. Но это не отменяет факта оккупации советской территории (превышающую ту, которой финны

обладали до 1939 года) и участия в блокаде Ленинграда. Депутат финского парламента Урхо Кекконен так видел будущие отношения вчерашних врагов: «Советскому Союзу от независимой, жизнерадостной Финляндии должна быть большая польза, чем от сломленной, обреченной на зависимое существование» [1].

СССР не стал включать Финляндию в орбиту своего влияния, но в 1947 году воспользовался правом просить репарации и наложил ряд военных ограничений (преимущественно на флоте), поскольку считал её союзником Германии и не принимал ту мантру нейтралитета и сепаратности, которой начали окружать себя финны. Президент Юхо Паасикиви открыто заявлял о легитимном, продиктованном целями безопасности, обоснованном интересе СССР на финляндском направлении, пытаясь учесть советские интересы, но и не предлагая себя в качестве нового члена соцлагеря. Память о войне и горечь от потери территорий были живы, страна ослабла, и финны прохладно воспринимали налаживание отношений с Советским Союзом, воспринимая это как расширение советской зоны влияния. Но усердное выполнение всех прежних договорённостей помогло стране сохранить нейтралитет, и в 1948 г. Москва признала его в новом советско-финском договоре о дружбе и взаимопомощи.

Признав интересы СССР, Финляндия и дальше осторожно вела свою внешнюю политику и осуществляла с восточным соседом разного рода консультации, чтобы лишний раз не раздражать Москву, а также предоставляла различные торговые преференции. Хотя страна осталась нейтральной, де-факто Хельсинки понимал, какой акт милосердия оказал Советский Союз, остановившись в 1944 году на Карельском перешейке — было лучше отдать дань памяти и поделиться долей своего суверенитета, чем полностью его лишиться. Нейтралитет отразился в том гордом для финнов факте, что Финляндия завершила войну неоккупированной, а самостоятельное изгнание немцев только упрочило идею независимости в душе каждого гражданина. Отныне было решено во всём полагаться на себя но, на всякий случай, с оглядкой на Москву.

На линию «Линия Паасикиви — Кекконена».

Несмотря на свои прежние антисоветские взгляды, премьер-министр (а позже президент) Урхо Кекконен начал активно проводить политику нейтралитета и компромисса с СССР, и даже выполнил требование Советского Союза о сокращении финских антисоветских публикаций и заявлений. В своей политике он придерживался той линии, которая уже была ранее сформирована президентом Ю. Паасикиви — это можно обозначить понятием «Линия Паасикиви — Кекконена [2]: иностранное признание нейтралитета, доверие иностранных держав нейтралитету, поддержка нейтралитета народом Финляндии и наличие у нее достаточных возможностей отразить попытки нарушить его. В 1969 г. правительство Финляндии сразу же поддержало советскую инициативу приступить к подготовке СБСЕ, а чуть позже Хельсинки примет раунд переговоров по

договору ОСВ-1. Заключительное заседание СБСЕ прошло также в Хельсинки и в присутствии Генерального Секретаря ООН будет подписан Заключительный акт. Факт проведения таких событий означал для страны-организатора международное признание и честь.

Правда, не все были согласны с нейтралитетом и считали это ширмой, за которой кроются интересы Москвы. Критики рассматривали положение Финляндии как подчинение сильному соседу и передачу ему части своего суверенитета при формальном сохранении независимости, что и нашло отражение в термине «финляндизация». В Хельсинки считали это глупостью и не видели в нём черт покорности по отношению к СССР. Напротив, финский нейтралитет позволил стране возвыситься над стереотипами холодной войны и прийти к взаимному сотрудничеству со всеми странами. Но логика тех лет лежала в противостоянии блоков, и о всестороннем сотрудничестве разных систем не могло быть и речи. Этой участи не избежала и Финляндия — её договоры с СССР негативно воспринимались на Западе, её обвиняли в выдаче беглых советских граждан и излишней цензуре того, что Москва посчитала бы оскорбительным. Однако ничто не мешало с похожими обвинениями обличать союзников США в Европе и Азии.

Конец биполярного мира. Новые приоритеты ЕС и НАТО.

В конце 1980-х — начале 1990-х гг. формируется новый облик Европы. После объединения Германии Финляндия объявила положения ограничительного характера, упомянутые в Мирном договоре, утратившими своё значение [3]. Из ограничительных пунктов был сохранён лишь один, который запрещает разрабатывать и обладать ядерным оружием. Также президент Мауно Койвисто объявил, что Финляндия пересмотрит Договор о дружбе и сотрудничестве с СССР, чтобы исключить все военные обязательства. Россия в 1992 году уже не могла навязывать какие-либо военные ограничения при заключении нового договора. Но помимо добрососедства, культуры, прав и свобод человека, упор был сделан на экономику — то, чего так не хватало обеим сторонам в начале девяностых. Примечательно, что пришло трансграничное сотрудничество — развитие приграничных российских регионов прописано отдельным пунктом. Выполнение этих планов будет долгим и мучительным — в этот период в обеих странах резко вырастет безработица и закроется много предприятий. Исчезновение одного полюса силы ещё не означает переход под крыло другого, и Финляндия действует самостоятельно, но, как и прежде, осторожно.

#### **Список используемых источников:**

1. О. Юссила, С. Хентиля, Ю. Невакиви Политическая история Финляндии 1809–2009. С. 290
2. О. Юссила, С. Хентиля, Ю. Невакиви Политическая история Финляндии 1809–2009. С. 298
3. О. Юссила, С. Хентиля, Ю. Невакиви Политическая история Финляндии 1809–2009. С. 402

## ОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ КАТАЛОНИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПАНИИ

**О.Л. Львова, Т.Г. Потапенко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В данной статье рассматриваются причины появления каталонского сепаратизма с исторической, культурной, экономической и политической точек зрения. Рассмотрены современные попытки региональных властей установить независимость от Испании.*

### ***Каталония, Испания, сепаратизм, борьба за независимость, референдум***

Движение за независимость Каталонии или каталонский сепаратизм в настоящее время является значимым политическим направлением. Кроме области Испании сторонники независимости Каталонии также претендуют на территории, которые в настоящее время принадлежат Франции и Италии, чтобы присоединить их к некоему воображаемому субъекту, который они называют «каталонскими землями».

Исторически, Каталония в разное время была завоёвана различными народами, начиная от арабов и германцев, заканчивая испанцами и французами. Тем не менее, неразрывно связанным с Испанией регион Каталония стал в 1492 году, после заключения брака Изабеллы Кастильской и Фердинанда II Арагонского, при этом Каталония сохраняла относительную самостоятельность. Однако, Франко-испанская война (1635—1659 г.г.) положила этому конец, разделив регион, а потом население каталонских земель, оставшихся в составе Испании, подверглось притеснениям и ассимиляции, что привело в итоге к появлению каталонского сепаратизма.

В 2017 году сторонники независимости Каталонии провели референдум, в ходе которого более 90% участников, проголосовали за независимость и отделение от Испании. Референдум вызвал рост сепаратистских настроений, но не был признан официальными властями Испании, а также почти всеми странами-членами ООН, включая постоянных членов Совета Безопасности ООН. Также необходимо отметить, что Совет Безопасности ООН призвал противоборствующие стороны, Испанию и Каталонию, добиться компромисса и урегулировать свои противоречия [1]. Эти противоречия представляется необходимым рассмотреть более внимательно.

Причины борьбы за независимость Каталонии можно разделить на следующие категории: исторические причины, культурные, экономические и политические. Причем необходимо отметить, что еще до недавнего времени исторические и культурные причины, культура, язык, традиции и обычаи региона, были главным обоснованием требований каталонцев об отделении

от Испании, а сегодня основными являются в большей степени экономические и политические причины.

Исторические причины обусловлены тем, что Каталония, как обособленный регион, имеющий свои законы и культуру, существует уже более тысячи лет, как королевство Каталония и Арагон, присоединенный к Испании в XV веке, сохранивший при этом всю свою самобытность. Потеря независимости Каталонии началась в XVIII веке после восшествия на престол короля Филиппа V. А в 1901 году испанское правительство признало существование каталонской народности, что ускорило развитие убеждений о способности существовать независимо [2].

Образование Испанской республики в 1931 году принесло Каталонии, в ходе проведения реформы правительства Мануэля Асаньи, самоуправление, однако гражданская война, и последовавшая за ней диктатура Ф. Франко, которую многие исследователи приравнивают к фашизму, не позволила воплотить идеи о независимости региона. Более того, во времена Франко было уничтожено большое количество его политических противников, среди которых были сторонники независимости Каталонии.

Среди культурных причин главное то, что жители Каталонии говорили и продолжают говорить на каталонском языке, который отличается от испанского. По мнению самих каталонцев, язык является наиболее важной причиной требований независимости региона. Одним из аргументов сепаратистов является идея о том, что правительство в Мадриде всегда пыталось вытеснить каталанский язык испанским. Период правления Ф. Франко (1939–1975) представляется ими как апогей притеснения каталанского языка. В настоящее время сторонники независимости Каталонии пытаются добиться того, чтобы каталанский язык был официально признан Европейским союзом, т.к. по подсчетам итальянского исследователя Дж. Поггесчи, на каталанском языке говорит 90 % населения региона. Процент понимающих каталанский язык приближается к 100 [3].

В Стране Басков, Галисии, Каталонии, Валенсии было запрещено не только использовать родной язык в деловой и общественной жизни, но и говорить на нем. В Барселоне полиция могла арестовать человека в любом публичном месте только за то, что он говорил на своем родном каталанском языке [4]. За использование каталанского языка гражданам грозил крупный штраф или даже тюремное заключение.

Также, Каталония имеет свою национальную самобытность, выраженную в национальных костюмах, танцах и песнях. Развитие сепаратизма произошло в том числе из-за насильственного навязывания «чужой» испанской национальной культуры. Например, во времена Франко, национальные и политические чувства можно было безопасно выразить, только болея за футбольный клуб «Барселона».

Экономические разногласия играют ключевую роль в процессе сепарации Каталонии. Ежегодные экономические расчеты являются одним из основных аргументов, которые использует местное правительство

Каталонии, требуя независимости. В частности, обосновывая свои доводы тем, что их регион вносит в испанскую казну больше, чем получает взамен. Каталония была одной из первых областей Испании, которая подверглась индустриализации. С тех пор в экономическом плане регион Каталония развивается быстрее и давно стала заметно богаче. Особенно сильно, она выделяется на фоне южных сельскохозяйственных провинциях. Испанское правительство, начиная индустриализацию Каталонии рассчитывало получить промышленный регион, экономически спланирующий всё государство, но произошло обратное.

В конце XIX века в Барселоне появились первые фабрики, которые функционировали за счет британского оборудования и на которых работало более 40% местного населения.

Сегодня Каталония является одним из самых развитых индустриальных центров Испании, и ее вклад в промышленное производство остается на уровне около 25% [5].

Противники независимости также прибегают к цифрам, чтобы попытаться сдержать стремление к суверенитету. Как утверждает высший орган самоуправления Каталонии – Женералитет, Каталония инвестирует в экономику Испании больше, чем получает взамен. Однако существуют расходы, которые сейчас покрывает Испания (армия, социальная защита, пенсии). После отделения от Испании расходы, которые сейчас принимает на себя Испания, полностью лягут на плечи независимой республики.

Кроме того, подавляющее большинство исследований последствий независимости для каталонской экономики основано на Каталонии, которая остается в Европейском союзе или, по крайней мере, в Европейской экономической зоне, которая дает доступ к единому рынку без необходимости принадлежать к этому наднациональному блоку.

Однако ЕС неоднократно предупреждал, что этого не произойдет: если Каталония станет новым государством, ей придется подать заявку на вступление в институт и выполнить строгие условия, которые она требует. Процесс, на который уходят годы.

Выход из ЕС будет одной из самых больших потерь для Каталонии, поскольку у нее больше не будет доступа к рынку, на котором люди и товары могут свободно перемещаться без визы или таможенных сборов.

Компании и университеты также не смогут участвовать в европейских исследовательских программах, которые являются важным источником финансирования для многих ученых [6].

Если Каталония останется за пределами Еврозоны, она потеряет страховочную сетку, предложенную Европейским центральным банком, которая во время кризиса спасла несколько испанских организаций. В результате две стороны обвиняют друг друга в манипулировании данными и рисовании нереалистичных сценариев.

Исторические и экономические основания заложили базис третьей категории причин каталонского сепаратизма – политических.

Некоторые политические деятели, находясь у власти, не боятся открыто выражать собственное мнение о ситуации, так, например, председатель торговой палаты Барселоны, Джоан Канадель, сделал громкое заявление о том, что будущее Каталонии в составе Испании сулит ей безработицу и смерть [7]. Подобные взгляды разделяет значительная часть населения Каталонии. Поэтому там время от времени происходят «политически незаконные действия», так их официально характеризует испанская сторона, направленные на достижение независимости.

За период с 2009 по 2017 год было предпринято несколько попыток провести референдум среди населения региона о признании его независимым от Испании:

1) 2009-2010 г.г. – неофициальный референдум, по итогам которого более 90% населения региона, участвующего в голосовании, отдали свои голоса за отделение от Испании [8].

2) 2012 г. – проведение «Марша независимости», в котором приняли участие 1,5 миллиона человек, при том, что население региона составляет 7,5 миллионов человек. Таким образом, 20% населения региона участвовало демонстрации [9].

3) В 2014 году в ходе проведения консультативного референдума, при котором было разрешено голосовать жителям региона не с 18, а с 16 лет, а также иностранным гражданам, за независимость проголосовали 80% от всего количества проголосовавших [8].

4) В 2015 году произошло принятие женоралитетом законопроекта о сецессии, который был признан незаконным Конституционным судом Испании.

5) 2017 год – каталонский референдум, на котором, более 90% участников (при явке 43,03%) высказались за отделение от Испании полностью, и 7% - за то, чтобы оставить все в существующем виде. Данный референдум, как и все вышеперечисленные, был признан незаконным [10].

Таким образом, между Каталонией и Испанией имеются серьезнейшие противоречия, основанные на неблагоприятной совместной истории, разных культурах и экономических аспектах несправедливого перераспределения финансов, подогреваемые радикально настроенным населением. Это может привести к трагическим последствиям, как для самих Каталонии и Испании, так и для всей Европы, и мира в целом. Для Испании радикализация каталонского сепаратизма может обернуться вспышкой насилия, то для Европы в целом, даже частичный успех каталонских сепаратистов, может подстегнуть подобные процессы, например в Северной Италии, Шотландии и Ольстере. Помимо этого, обострение этнонационализма на европейском континенте вполне может подстегнуть радикальные сепаратистские и национальные движения за его пределами, вызвав новый виток насилия.



### **Список используемых источников:**

1. Мовсесян А. С. Последствия референдума независимости Каталонии 2017 года для Испании и Евросоюза / А. С. Мовсесян // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2021. – № 3(55). – С. 109-113.
2. Кожановский А. Н. Каталонское культурно-языковое "погружение" и его противники / А. Н. Кожановский // Электронный научно-образовательный журнал "История". – 2017. – № 10(64). – С. 9.
3. Poggeschi G. La nuova legge linguistica catalana nel quadro dell'evoluzione dello Stato regionale spagnolo // Le Regioni. – 1998. – N 5. – P. 1107–1141.
4. Хенкин С. М. Каталонский конфликт вчера и сегодня / С. М. Хенкин // Актуальные проблемы Европы. – 2015. – № 1. – С. 117-138.
5. Фадеева И.А., Крюковская А.Э. Отделение Каталонии как фактор экономических изменений в Испании // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 6. – С. 156-161; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42793> (Дата обращения: 07.11.2021)
6. Шаповалов, Д. И. Что потеряют Каталония и Испания в случае отделения? / Д. И. Шаповалов // Вестник науки и образования. – 2018. – Т. 2. – № 8(44). – С. 67-69.
7. Запрещённая свобода: как Каталония веками борется за свой суверенитет и не может победить. URL: <https://tjournal.ru/stories/341722-zapreshchennaya-svoboda-kak-kataloniya-vekami-boretsya-za-svoy-suverenitet-i-ne-mozhet-pobedit> (Дата обращения: 07.11.2021)
8. Generalitat de Catalunya. URL: <https://web.gencat.cat/ca/inici/> (Дата обращения 07.11.2021)
9. Marxa cap a la Independència. URL: <https://web.archive.org/web/20120910214438/http://marxa.assemblea.cat/> (Дата обращения 07.11.2021)
10. El Govern trasllada els resultats definitius del referèndum de l'1 d'octubre al Parlament de Catalunya. URL: [http://www.govern.cat/pres\\_gov/govern/ca/monografics/303541/govern-trasllada-resultats-definitius-referendum-11-doctubre-parlament-catalunya.html](http://www.govern.cat/pres_gov/govern/ca/monografics/303541/govern-trasllada-resultats-definitius-referendum-11-doctubre-parlament-catalunya.html) (Дата обращения 07.11.2021)

## КИБЕРСПОРТ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ В СТРАНАХ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**В.Д. Сидоренко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В современном мире соревнования и выяснения сильнейшего происходит не на стадионах с мячом в руках, а за мониторами, с клавиатурами и мышками. Студенты от этой тенденции не отстают, а даже в некоторых моментах лидируют. В данной статье мы разберем зачем нужен киберспорт студентам, а также его перспективы и проблемы развития в студенческой среде стран Западной Европы.*

### *киберспорт, студенты, развитие, Западная Европа*

По статистике Стокгольмского университета, за 2020 год, 84 % опрошенных студентов хотя бы раз в своей жизни смотрели или участвовали в Киберспортивном мероприятии. Таким образом киберспорт находится на одном месте с обычным спортом, таким как футбол или хоккей. Большие призовые, огромная армия фанатов, популярность и смысл жизни. Так последний крупный турнир по компьютерной игре Dota 2 «The International» прошедший в октябре, имел призовой фонд 40,018,195\$, а в одно время его смотрело свыше 2.5 миллионов человек. Команда-победитель, российская организация «Team Spirit» (5 человек) забрала с собой 18 миллионов долларов. Средний возраст игроков 20 лет- возраст студента 2-3 курса. Но киберспорт это не только сама игра, это огромная индустрия: аналитики, комментаторы, режиссеры, операторы, журналисты и огромный список профессий, без которых не обойдется ни один крупный киберспортивный ивент. Этих людей нужно подготовить и научить.

В 2018 году Staffordshire University открыл у себя 3-х летнюю программу бакалавра по подготовке организаторов крупных киберспортивных мероприятий и режиссеров стрим студий. Таким образом, высшие учебные заведения начинают осознавать потенциальную ценность киберспортивного образования, поскольку индустрия киберспорта продолжает расти.

Общая цель академических программ киберспорта - подготовить студентов к знаниям, навыкам и способностям, чтобы они могли успешно войти в различные области карьеры в экосистеме киберспорта.

Распространенно заблуждение о том, что академические программы киберспорта существуют для обучения игроков профессиональному соревнованию, но большинство текущих программ предназначены для обучения и подготовки будущих кадров, поддерживающих профессиональные и любительские соревнования по киберспорту. Учебные программы по киберспорту выглядят по-разному в каждом учебном

заведении, но основная цель - подготовить студентов к работе на должностях внутри киберспорта и связанных с ним.

Начнём с плюсов. Согласно исследовательским работам ученых из Норвегии и Шотландии, студенты, играющие в компьютерные игры гораздо меньше склоны к конфликтам, имеют более благоприятные результаты в отношении близости к семье, проявляют больше активности в мероприятиях учебного заведения. Также благодаря киберспорту у молодых людей развивается такие навыки как: упорство, усидчивость, организованность, работа в команде. Чтобы добиться успехов в киберспорте, нужно приложить не мало усилий и провести много времени в тренировках, изучая тактику и совершенствуя свои умения, но так как победить в одиночку невозможно, а значит придется играть в команде.

По статистике, представленной на рисунке 1, все больше и больше людей регистрируются и предпочитают общаться в социальных сетях.

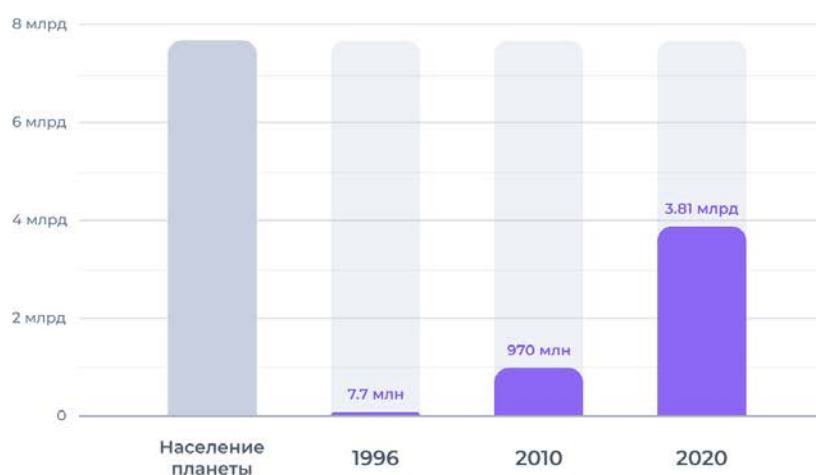


Рис. 1. Статистика численности населения планеты, регулярно использующая социальные сети

Компьютерные игры тоже можно использовать как способ общения и социализации, так как многим молодым людям, проще начать диалог, когда они не видят и не находятся рядом с собеседником. Соревнования по компьютерным играм, могут помочь адаптироваться студентам, найти новых друзей и преодолеть разделение по «классам». Так как согласно книге Питера К. Смита «Bullying in Schools: How Successful Can Interventions Be?» в школах и высших учебных заведениях Европы можно часто столкнуться с проблемой буллинга и социального неравенства.

Важным фактором, оказывающим позитивное влияние на развитие киберспорта в студенческой среде, является его относительная доступность. Всё, что требуется для того, чтобы играть – это компьютер и стабильное подключение к Интернету. Вызу не только предоставляют студентам все необходимое для проведения игр, но и стимулируют их, выплачивая повышенную стипендию за определённые успехи в киберспорте.

Киберспорт даёт возможность людям с ограниченными возможностями выступить на равне со всеми. Отсутствует резкое разделение, как в обычном спорте.

Видеоигры связана с более сильными когнитивными способностями и определенными положительными неврологическими эффектами при условии того, что они уравниваются физической активностью.

Еще одной перспективой развития может быть создание академии на базе университета. Воспитание молодых профессиональных игроков и потом продажа их в крупные киберспортивные организации может принести популярность и доход Университету. К примеру, французская организация G2 хочет приобрести воспитанника молодежной академии «Na’Vi» за 200.000\$.

Если говорить о профессионализме, то в Европе уже проходят большое количество киберспортивных турниров, с большими призовыми фондами, где играют уже полупрофессиональные игроки из числа студентов для Университетов это отличная идея заявить о себе. Один из таких турниров это University Esports Masters.

По данным с сайта Esports Charts в турнире принимает участие 16 стран (Германия, Великобритания, Франция, Бельгия, Испания, Португалия, и др.) 857 Университета и свыше 30 тысяч игроков.

Всего в странах участниц около 1600 Университетов, далее вы видите диаграмму (рис. 2), где показано, сколько университетов приняло участие.

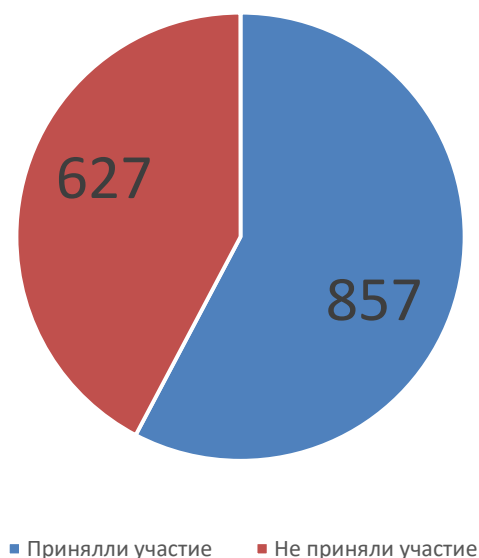


Рис. 2. Заинтересованность университетов в турнире University Esports Masters

Из диаграммы видно, что больше 50% университетов по всей Европе уже вовлечены в Киберспорт и имеют свои команды.

Также одним из огромных плюсов будет являться возможность студентам попробовать себя в роли режиссеров и комментаторов. Ибо аппаратура, которая позволяет проводить стриминг и серии турниров, стоит больших средств и для одного студента это будет тяжело. Киберспортивная

база позволит подготавливать целый блок востребованных в будущем профессий, такие как режиссер, аналитик, журналист, оператор, специалист видеомонтажа и другие немаловажные профессии без которых невозможно будет представить какое-либо киберспортивное мероприятие.

Перейдем к минусам. Усугубляя потенциальные проблемы зависимости, киберспорт также связан с малоподвижным образом жизни, плохим сном, нездоровым питанием и являются известным фактором риска ожирения. Безусловно, киберспорт оказывает негативное влияние на здоровье участников как физическом, так и моральном. Это влияние имеет место быть не только в профессиональном спорте, но и на любительском уровне.

Одним из факторов, который будет влиять на киберспортивное образование, это отсутствие на рынке достаточного количества кадров, так, как большинство специалистов заняты на крупных международных турнирах, а тренера в киберспортивных организациях, трудно будет найти специалиста способного грамотно построить образовательный процесс.

Социальные факторы, связанные с киберспортом, включают в себя более слабые социальные навыки, низкий уровень образования, поведенческие проблемы и меньшее количество друзей в настоящем мире, но также могут включать в себя увеличение количества онлайн-друзей в социальных сетях.

В отличие от традиционных видов спорта, контроль над контентом и доступностью игр в основном возлагается на производителей игр. Это особенно важно во время нынешней пандемии COVID-19, в которой наблюдается эскалация участия в онлайн-играх из-за ограничений изоляции.

В занятиях компьютерным спортом студенты видят не только возможность играть в любимые компьютерные игры, состязаться с другими игроками и найти друзей по интересам, но и заниматься самосовершенствованием, самореализоваться в сфере компьютерного спорта, приобрести полезные знания и навыки.

#### **Список используемых источников:**

1. Staffordshire University |Courses| Esports [Электронный ресурс]. URL: <https://www.staffs.ac.uk/course/esports-ba#facilities>
2. Liguipedia [Электронный ресурс]. URL: [https://liquipedia.net/dota2/The\\_International/2021](https://liquipedia.net/dota2/The_International/2021)
3. Elizabeth Boyle, Thomas Connolly, Thomas Hainey «The role of psychology in understanding the impact of computer games» 2010
4. Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., Rothstein, H. R., & Saleem, M. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries // Psychology bulletin. 2010
5. Youth sport 2.0? The development of eSports in Norway from 2016 to 2019 Anne Tjørndal Mads Skauge
6. Nuel [Электронный ресурс]. URL: <https://thenuel.com/>
7. Cybersport.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cybersport.ru/counter-strike-go/news/smi-natus-vincere-gotova-prodat-m0nesy>

8. Esport Charts [Электронный ресурс]. URL: <https://escharts.com/tournaments/lol/university-esports-masters-2020>
9. Joanne DiFrancisco-Donoghue, Jerry Balentine, Gordon Schmidt, Hallie Zwibel. Managing the health of the eSport athlete: an integrated health management model
10. Remco Polman Michael Trotter Dylan Poulus Erika Borkoles. eSport: Friend or Foe?
11. Beskrivning Storlek THE ROAD TO PROFESSIONALISM A qualitative study on the institutionalization of eSports
12. Streaming video over the Internet: approaches and directions. Dapeng Wu; Y.T. Hou; Wenwu Zhu; Ya-Qin Zhang; J.M. Peha
13. Investigating the Human Factors in eSports Performance Daniel Railsback, Nicholas Caporusso.

## ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В XXI ВЕКЕ

**В.Ю. Скалацкий**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Кризисы начала XXI века потрясли как демократические, так и недемократические государства, что привело к крупномасштабным социальным движениям и протестам. В статье рассматривается факт и значение очевидной волны протестов, ее движущие факторы и тенденции, а также процессы взаимодействия государства и общественного движения.*

***протесты, массовые протесты, социальные движения, гражданское общество***

Современное общество живет в эпоху протестных движений. В первые два десятилетия XXI века во всем мире росло количество протестов [1]. От Африки до Европы, от Америки до Азии люди выходят на улицы, требуя реальной демократии, рабочих мест, улучшения государственных услуг, гражданских прав, социальной справедливости, прекращения коррупции и жесткой экономии, а также многие другие требования. Что общего у этих протестов - независимо от того, где они проходят географически или где их демонстранты находятся в политическом спектре, — это провалы демократии и экономического и социального развития, подпитываемые недовольством и неверием в официальные политические процессы [3].

С 1990-х годов социальные протесты начали свое активное распространение по всему миру, помогая консолидировать новые демократические правительства и продвигать столь необходимые экономические и политические реформы. Данные протесты имели цель дестабилизировать слабые демократии и узурпировать роль застоявшихся форм политического участия.

С 1974 по 1994 год мир пережил беспрецедентную волну либерализации, которую политологи называют третьей волной демократизации. Впервые в мировой истории в мире насчитывалось больше демократий, чем автократий. С середины 1970-х годов новые демократии добились прогресса на многих фронтах, включая демократическую консолидацию [3]. Развивающиеся демократии, которые консолидировались, включают в себя демократии в Южной Европе (Португалия, Испания и Греция), Уругвае, Чили, Южной Корее, Тайване, Польше и Венгрии. Однако, среди демократических стран прогресс развивался неравномерно. Созданные экономические реформы и оппозиция, угрожали жизнеспособности новых демократических правительств. Новые демократии также сталкивались с широко распространенной коррупцией, институциональной слабостью.

Демократия прибыла в большую часть развивающегося мира, сопровождаясь неолиберальными программами структурной перестройки, иногда осуществляемыми по приказу международных финансовых учреждений, таких как Всемирный банк и Международный валютный фонд. В 1980-х годах озабоченность заключалась в том, что экономические реформы «атомизируют» и демобилизуют граждан, что приводит к тому, что они теряют связь с коллективными субъектами, такими как профсоюзы и организации гражданского общества. В 1990-х годах это послужило тому, что социальные протесты происходили с большей частотой и интенсивностью. Например, с 1989 по 2002 год в ходе массовых демонстраций против неолиберальных программ сменились правительства Аргентины и Венесуэлы. В Эквадоре и Боливии протесты побудили к преждевременным президентским переходам [3].

Стоит отметить, что рост общих протестов наблюдается ежегодно. В 2007-2008 годах начал разворачиваться глобальный финансовый кризис и повлек за собой скачок в количестве протестов. Демонстрации усилились с принятием мер жесткой экономии и реформ во всем мире после 2010 г. Недовольство работой правительств достигло пика в 2012-2013 гг., когда люди протестовали против отсутствия реальной демократии и низкой подотчетности лиц, принимающих решения перед народом. С 2016 года протесты вновь обострились, часто становясь «всеобщими протестами» (протестами по нескольким вопросам) против политической и экономической системы. Опросы во всем мире отражают недовольство демократиями и отсутствие доверия к правительствам. Десятилетия неолиберальной политики привели к значительному неравенству и подорвали доходы и благосостояние как низших, так и средних классов, подпитывая чувство несправедливости, разочарования в неэффективных демократиях и разочарования в неудачах экономического и социального развития [3].

В 2019 году произошел всплеск ненасильственных действий, и по всему миру зарождалось более 60 новых кампаний [2]. Когда весной 2020 года *COVID* повлек за собой локдаун, публичные демонстрации ненадолго резко упали на 70 процентов по сравнению с предыдущим годом, но вскоре возобновились. По меньшей мере 15 миллионов американцев протестовали против расовой несправедливости и жестокости полиции, белорусы сплотились, чтобы потребовать отстранения своего президента от должности за мошенничество с выборами, а индийские фермеры перекрыли шоссе и железные дороги, чтобы противостоять предлагаемому пересмотру цен и политики фермерских хозяйств. Ненасильственное гражданское сопротивление ежедневно проявляется во многих обществах в различных формах [1]. Примеры включают блокады коренных народов против добычи ресурсов в Амазонии, антикоррупционные голодовки в России, уличные протесты против диктаторов на Ближнем Востоке и в Северной Африке, незаконные однополые свадебные церемонии в Индии и противодействие



китобойному промыслу с помощью лодок в Антарктическом океане. Несмотря на *COVID*, новые протестные движения увеличились до более чем 80 в 2020 году, согласно *Global Protest Tracker* Фонда Карнеги [1]. Данные свидетельствуют проявлению устойчивости ненасильственных гражданских действий.

Эти примеры иллюстрируют как выносливость многих движений, которые предшествовали вспышке коронавируса, так и растущие обиды, которые вызвала пандемия с ее последствиями и спорными решениями многих мировых лидеров.

Сегодня возможность усилить свое послание или быстро скоординировать действия беспрецедентна. Неудивительно, что в эпоху цифровой информации по всему миру произошло множество крупных скоординированных протестов (организованных неоднократно и быстро). Цифровая революция развивает информационные технологии, которые способствуют самовыражению и коммуникации с помощью цифровых экранов, камер, электронных динамиков и микрофонов [3].

Правительства используют некоторые из этих инструментов для концентрации власти, такие как массовое наблюдение и базы данных об активности общества социальных сетях. Но граждане также используют в обратную сторону эти инструменты для рассредоточения власти и информации, а также для выражения недовольств в сторону правительств.

Постоянно существуют возможности для выражения деструктивных взглядов или позитивных призывов, особенно когда информация выходит за пределы географических границ и люди знакомятся с новыми политическими и культурными идеями. В дополнение к социальным сетям, существует ряд крупных онлайн-платформ, ориентированных на поддержку активности.

Благодаря технологиям, увеличился вид социальных движений без лидера. Децентрализованные протесты часто принимают плоские, неиерархические структуры, которые избегают формального руководства. Политическое участие через социальные сети переформулировало народное агентство, предоставив и поддерживая альтернативные маршруты оппозиционного активизма. Обмен информацией на широко используемых платформах социальных сетей повлиял на дискуссии и мировоззрение людей, одновременно расширяя их репертуар действий.

Таким образом, новые тактики гражданского сопротивления регулярно претерпевают изменения. Происходит это именно потому, что гражданское сопротивление является широко распространенным, постоянным явлением во множестве обществ и контекстов, изобретая себя заново, чтобы приспособиться к меняющимся условиям или использовать новые технологии.

Это вполне логично и закономерно, поскольку государственные органы адаптируются к изменениям, находят пути противостоять угрозам и сохраняют право на применение легитимного насилия. Но как только основные мировые центры по вмешательствам и дестабилизации

нащупывают новые уязвимости в государственных системах, осуществляется очередная попытка переворота или нанесения удара по государственной системе. Для любого государства такое раскачивание в любом случае нежелательно, так как может шаг за шагом приводить к ослаблению иммунитета суверенности.

Трансформация организационной стратегии протестных институтов представляет особый интерес, поскольку, понимая их развитие, можно заранее предугадать ход действий заговорщиков и бунтовщиков. Следовательно анализ этих изменений с учетом объективных условий современных реалий представляется несомненным. Изучение тактики может вдохновлять и поощрять действия, углублять научное понимание социальных движений, помогать восстанавливать историю ненасильственных действий, совершенствовать навыки посредством образования и профессиональной подготовки и улучшать стратегическое планирование.

#### **Список используемых источников**

1. Michael A. Beer. Civil Resistance Tactics in the 21st Century [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nonviolent-conflict.org/wp-content/uploads/2021/03/Civil-Resistance-Tactics-in-the-21st-Century-Monograph.pdf> (дата обращения 16.11.2021).
2. Ortiz S., Burke S., Berrada M., Corté H. A Study of Key Protest Issues in the 21st Century [Электронный ресурс]. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-88513-7#about> (дата обращения 16.11.2021).
3. Lee, C. W., and Z. Romano. 2013. «Democracy's New Discipline: Public Deliberation as Organizational Strategy» *Organization Studies* 34: 4 –5.

## ЭКОНОМИКА КИНОИНДУСТРИИ В ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Л.А. Солянка, Е.А. Терентьева

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются экономические аспекты киноиндустрии Великобритании, дается краткая характеристика киноиндустрии Великобритании и раскрываются общие тенденции ее развития и факторов ее роста после Брекзита и COVID-19. Проанализирована роль британской киноиндустрии в экономике страны в целом и намечены перспективы ее развития.*

### **киноиндустрия, экономика, Великобритания**

Киноиндустрия Великобритании является одним из лидеров мирового кинорынка как по количеству выпускаемых фильмов, так и по масштабам культурной экспансии, а Лондон в свою очередь является одной из киностолиц мира. На сегодняшний день кинорынок Великобритании является третьим по размеру кинорынком мира после США и Японии. На территории Великобритании зарегистрировано более шести тысяч производственных кинокомпаний, снимающих по несколько сотен фильмов в год. Кроме того, Великобритания является ведущим международным центром Европы для глобальных медиа групп. Более 700 каналов, лицензированных в Великобритании, вещают на зарубежные страны и дают работу тысячам людей.

Следует также обратить внимание, что Великобритания является привлекательным местом для производства фильмов, а именно, обладает обширной инфраструктурой, студийными помещениями, высококвалифицированной рабочей силой и техническими знаниями.

Сфера кино ежегодно приносит в казну страны по несколько миллиардов фунтов стерлингов. В основе роста производства кино- и телеиндустрии в Великобритании ведущую роль играют налоговые льготы и значительное государственное финансирование (634 миллиона фунтов стерлингов в 2017/18 год).

Для Великобритании киноиндустрия является чрезвычайно важным источником роста валовой добавленной стоимости (ВДВ), доход от которой увеличивается в три раза быстрее, чем экономика в целом. Согласно отчету Правительства за 2020 год, расходы Великобритании на фильмы и высококачественное телевидение создают годовой торговый профицит в размере около 1 миллиарда фунтов стерлингов.

Новое исследование, проведенное по заказу Национальной школы кино и телевидения (NFTS), показало, что ВДС фильмов в Великобритании стремительно растет вверх по сравнению с другими секторами национальной экономики. Более широкий рост ВДС Великобритании в настоящее время

составляет приблизительно 4%, что также соответствует всем творческим отраслям в совокупности, при этом рост ВДС от кино и высокотехнологичного телевидения держится на уровне 16% и 15% соответственно.

Согласно анализу NFTS, в период с 2014 по 2018 год в креативных индустриях Великобритании наблюдался рост доходов на 12%, что за этот период в денежном эквиваленте соответствовало более 3,6 миллиардам фунтов стерлингов. Наибольшую часть этой суммы составило производство фильмов, расходы на которые к концу 2017 года превысили 2 миллиарда фунтов стерлингов - с тех пор эта цифра продолжала расти вплоть до пандемии COVID-19. Статистические данные Британского института кино (BFI) показывают, что в последнем квартале 2020 года на кино и высококачественное телевидение было потрачено 1,7 миллиарда долларов (1,2 миллиарда фунтов стерлингов), что является возвратом к предыдущим показателям [1].

В первой половине 2021 года киноиндустрия потратила 3,01 миллиарда фунтов стерлингов (4,16 миллиарда долларов) на кино и телевидение высокого класса, что является самым высоким показателем за всю историю британского кинематографа.

Рост доходов киноиндустрии представляет собой серьезную экономическую выгоду для экономики Великобритании в целом, а также для местной экономики. Так согласно анализу Film London за 2018 год, на каждый потраченный фунт на художественный фильм, для местной экономики районов добавляется 2,76 фунта стерлингов: 1,79 фунта стерлингов из этой суммы идет на местные предприятия, такие как кафе, магазины и отели, а остальные 97 пенсов идут в местные компании поставок товаров. Это означает, что для художественного фильма, который обычно тратит 10 000 фунтов стерлингов в день на оплату сборов в местные органы власти, дополнительная сумма в размере 27 600 фунтов стерлингов будет выделена в местный бюджет. В экономике Лондона этот денежный эквивалент достаточен для поддержки 1680 рабочих мест с полной занятостью [2].

Двойные вызовы, связанные с пандемией и Brexit, оказались сложной задачей для киноиндустрии Великобритании, но отрасль адаптировалась не только для выживания, но и для процветания.

Во время пандемии COVID-19 киноиндустрия понесла значительные потери, так только выручка от билетов в кинотеатрах Великобритании в 2020 году составила 307 миллионов фунтов стерлингов, что на 75 процентов меньше, чем в 2019 году.

После первой волны COVID-19 была создана межотраслевая рабочая группа для разработки экстренных мер, способствующих восстановлению экономики киноиндустрии. Крупные киностудии могли компенсировать финансовые риски, связанные со съемками во время пандемии, небольшие

киностудии оказались в затруднительном положении из-за невозможности получить страховку.

Первой задачей необходимо было возобновить производство и вернуть людей к работе. С этой целью были разработаны протоколы, которые применялись к производству фильмов и телепрограмм, и утверждались правительством. Следующей задачей было возрождение небольших производств. Результатом стала схема возобновления производства фильмов и телепрограмм стоимостью 500 млн фунтов стерлингов. Результатом этих мер явилось начало создания и возобновление 640 независимых фильмов и телепрограмм в течение 12 месяцев и внесение в экономику Великобритании 1,9 миллиарда фунтов стерлингов и предоставление более 55 000 рабочих мест. Росту экономики креативной индустрии также способствуют инвестиции отрасли в дополнительные площади, профессиональное обучение новых участников и специалистов из других отраслей.

Таким образом, вклад в экономику британского кинопроизводства трудно переоценить. Данная отрасль создает рабочие места и продает свою продукцию во всем мире. Вклад кино- и телеотрасли в экономику страны вырос за последние 7 лет как по объемам экспорта и собранных налогов, так и по уровню зарплат высококвалифицированных специалистов и доходов малого бизнеса. Положительное влияние киноиндустрия оказывает на рынок труда, на развитие малого бизнеса, на налоговые поступления, на положительное растущее сальдо торгового баланса, оставаясь динамично развивающейся и перспективной как британской экономики, так и культуры.

#### **Список используемых источников**

1. Почему британская киноиндустрия с уверенностью смотрит в будущее. URL: <https://www.screendaily.com/sponsored-content/why-the-uk-film-industry-is-looking-to-the-future-with-confidence/5157596.article>. (Дата обращения: 20.11.2021).

2. Британская киноиндустрия. URL: <https://www.thenationalnews.com/arts-culture/film/2021/09/14/british-film-industry-insiders-tell-of-the-great-pandemic-escape/>. (Дата обращения: 20.11.2021).

**Секция 5.2.**  
**Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе**

## **ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ, КАК СПЕЦИФИЧЕСКИХ УЧАСТНИКОВ МАРКЕТИНГОВОЙ КОММУНИКАЦИИ**

**И.Е. Астафьева-Румянцева, Е.М. Ким**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В работе рассматривается сегментация не достигших совершеннолетия покупателей, группированных по возрастным и поведенческим аспектам. Проанализирована тенденция изменения отношения к контенту, создаваемому в соответствии с гендером ребенка. Анализируется новое направление изучения покупательского поведения - поведение детей в интернете.*

***покупательское поведение, реклама, несовершеннолетний, сегментация, маркетинговые коммуникации***

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики в 2020 году Россия достигла исторического максимума по доле детей в общей численности населения - 22,4%. Эта реальность привлекает предпринимателей вкладывать свои ресурсы в рынок детских товаров, напрямую зависящего от изменения демографической ситуации в стране. Помимо этого, на развитие рынка влияет тренд ответственного потребления, влекущего за собой сокращение покупок товаров, более детальное рассмотрение преимуществ выбранной торговой марки при сравнении с товарами конкурентов или товарами-заменителями. Политические факторы, выраженные в пособиях, выплатах и льготах семьям, имеющим одного или несколько детей, увеличивают покупательскую способность семьи в целом. Нестабильность рыночной ситуации двух лет пандемии коронавируса вынуждает владельцев бизнесов выстраивать устойчивую и детально продуманную маркетинговую политику. В свою очередь, сложно прогнозируемое развитие рынка товаров для детей, определяемое сильным влиянием внешних факторов, способствует развитию разработок и исследований в области детского маркетинга.

Особенности потребительского поведения – направление в маркетинге, изученное достаточно детально, за исключением категории потребителей, не достигших совершеннолетия. Зарубежная и в отечественная наука до последнего времени была не слишком заинтересована в данной проблематике. Многие исследователи полагают, что несовершеннолетние не могут существенно влиять на потребительский спрос товаров и услуг, т.к. в силу своего возраста дети, в отличие от других категорий потребителей, имеют ограниченные возможности в денежных средствах и не обладают соответствующими знаниями для полноценного участия в товарно-денежных отношениях. В данной работе представим альтернативную точку зрения.

Поведение потребителя — это когнитивная, эмоциональная и физическая деятельность, непосредственно вовлеченная в обретение, потребление и избавление от продуктов, услуг, включая процессы решений, предшествующие этой деятельности и следующие за ней [1]. Модель потребительского поведения, представленная Алешиной И.В. включает в себя следующие структурные компоненты [2]: потребности; процесс принятия решения; факторы, способствующие потреблению. К основным факторам, которые влияют на формирование потребительского поведения несовершеннолетнего относят пол, возраст, отношения в семье, черты характера, усвоенные ценности, наблюдаемые модели поведения и т.д. Покупательская или потребительская социализация подростков – одна из самых распространенных тем в западном маркетинге последних двух десятилетий [3].

Пол, как один из ключевых факторов социального поведения ребенка влияет на предпочтения. Например, мальчики постоянно пытаются доказать миру, что они обладают особенной силой, поэтому ищут для себя выраженные волевые мускулинные образцы для подражания. Детские передачи и мультфильмы рассказывают историю героя, который спасает мир, борется со злодеями и обладает суперспособностями. Применяя архетип «героя», маркетологи навязывают аудитории конкретные идеалы и предлагают товары для достижения такой модели. Путь к девичьему сердцу лежит через красоту. Девочки жаждут эстетики во всех ее проявлениях: одежда, прическа, туфли – все должно быть красиво. Скорее всего, рекламные материалы, рассчитанные на внимание девочек, будут содержать архетипический образ «анимы». Таким образом, на основе существующих гендерных стереотипов, осуществляется управление потребительским поведением ребенка.

В то же время, современные тенденции, получившие развитие на западе, заключаются в признании права граждан на половую неопределенность. Такие изменения в восприятии гендерной принадлежности людей могут способствовать изменению потребительского поведения несовершеннолетнего и всех потребителей в целом. Если отвлечься от радикальных особенностей демографического развития Запада и сконцентрировать внимание, на рынке товаров для детей, то можно заметить тенденцию того, что родительские предпочтения не зависят напрямую от гендерной принадлежности товара. Когда производители в рекламных материалах изображают мальчика с коляской или девочку с инструментами это только поощряется обществом. Тем не менее, при реализации маркетинговой стратегии, следует учитывать специфику национального менталитета, детерминированного культурными, религиозными, политическими и социальными факторами. В случае с мультикультурной реальностью России стоит говорить и об особенностях регионального менталитета. На сегодняшний день мнение российских граждан о праве на



половую неопределенность остается консервативным, но имеет специфику либерализации в молодежной среде.

Так как психологические и поведенческие характеристики ребенка являются ключевыми маркерами для маркетологов, нацеленных на завоевание конкретной группы, то следует выделить основные сегменты детско-юношеской целевой аудитории.

**От 0 до 5 лет.** Дети возраста до 3х лет в большей степени ориентированы на родительскую систему ценностей по причине физической зависимости. Маркетологи в основном руководствуются вкусами взрослых, учитывая особую значимость их влияния [4]. Ближе к дошкольному возрасту ребенок начинает планировать свою деятельность, формируются смыслообразующие функции мотива. Образы других помогают ему регулировать поведение вследствие предвидения осуждений или наказания, как это демонстрируется ролевыми моделями поведения (этот фактор касается и положительных моделей, но они запоминаются слабее, чем негативные).

Процесс принятия решения о покупке напрямую зависит от родителей. ребенок в своей деятельности ориентирован на среду, к которой он принадлежит. Следовательно, потребности, возникающие у ребенка старшего дошкольного возраста, будут определяться нормами и ценностями референтной группы. В данном моменте речь идет о родителях. Главной целью маркетологов на данном этапе является сохранение и укрепление связи между ребенком и родителями с помощью транслирования образа ребенка и матери, заботы и доброты. Так как смысловая нагрузка рекламных материалов имеет слабое значения для детей данной возрастной группы, то маркетологи используют преимущества воздействия на органы чувств ребенка. Создание ассоциативной связи сочетания звука и продукта, использование необычного визуального ряда для привлечения внимания детей, внедрение элементов нейромаркетинга в коммуникацию позволяют наладить долгосрочную связь между ребенком и брендом. Сенсорное восприятие играет ключевую роль в познании мира ребенком с рождения. Сегменты рынка, ориентированного на эксплуатацию эффекта прикосновения создают товары, которые могут быть использованы не только для прямого назначения. Так, *Hershey Chocolate* предлагает детям сладости, которые не только обладают предпочитаемым вкусом, но с которыми можно играть, вылепливая смешные фигуры и только потом съесть.

**От 6 до 10 лет.** В России детей принимают в школу с 6 лет. В этом возрасте процесс социализации наиболее активен, у ребенка формируется собственное предпочтение в выборе товаров. С этого времени производитель должен ориентировать именно на мнение ребенка.

Гендерное деление товаров для детей становится наиболее отчетливым именно в возрасте от 6 до 10 лет, так как в этом возрасте ориентация на гендерные ценности проявляется в любых социальных контактах. В школе происходит объединение в дружеские компании, чаще всего деление

происходит именно по половой принадлежности. Мальчики ощущают необходимость демонстрировать свою волю и силу, что не должно быть свойственно девочкам. Девочки, в свою очередь, так же подвержены этому поведенческому стереотипу, поэтому товары, предназначенные для детей обоих полов лучше рекламировать с участием героев мужского пола. С появлением прочных дружеских связей меняется значимость референтных групп. Родители остаются ближайшей группой для ребенка, тем не менее значимость друзей увеличивается. Друзья – это и ближайшие конкуренты, это часть удовольствия, получаемого от дружбы. Использование конкурентной борьбы в рекламных материалах помогут заинтересовать аудиторию именно этой возрастной группы.

По мнению автора концепции этической педагогики Валявского А.С., сензитивным периодом для усвоения детьми экономических представлений является именно период с 5 до 7 лет [5]. В этом возрасте дети получают свои первые карманные деньги, таким образом ребенок учиться управлять финансами. Основными позициями в графе расходов являются сладости, снеки, соки и газированные напитки, игрушки.

**От 11 до 15 лет.** Особенности переходного возраста являются выраженное стремление к независимости, необходимость проявление личной позиции и поиски себя. Переходный возраст не имеет четких возрастных границ, поэтому если одного 10 летнего ребенку еще привлекают игрушки, на другого они могут навевать скуку. Демографический критерий становится уязвимым. Для решения возникнувшей проблемы проводятся различные тестирования, чтобы определить психографические характеристики несовершеннолетнего потребителя. Дети данного возраста могут выступать как в роли потребителей, так и в роли покупателей, что в ряде случаев не одно и то же. Наличие денежных средств формирует стиль потребления товаров и услуг. Подростки уже уделяют больше времени выбору и рассмотрению нескольких вариантов, при этом оценивая товар по интересующим особенностям.

Значимую роль в подростковом восприятии брендов играют «лидеры мнений». Стоит отметить, что молодому поколению действительно нравится то, что рекламируют инфлюенсеры. Они целенаправленно смотрят обзоры конкретных товаров/товарных групп. Не случайно именно сервис TikTok – стал эпицентром полезной информации и экспертного контента, набирающего миллионы просмотров именно детской аудиторией и, вслед за детьми, с интересом воспринимаемого взрослыми.

**От 16 до 18 лет.** Данная категория наиболее приближена к взрослому потребителю, поэтому способы рекламного воздействия практически не отличаются. На этом этапе происходит сепарация от родителей, которая включает и финансовую независимость. Ребенок, не обученный финансовой грамотности может неэффективно использовать свои ресурсы, чем часто пользуются маркетологи, например, используя инструменты стимулирования

импульсивных покупок (прикассовая зона, акции, сопутствующие товары и т.д.).

Не новым, но еще не до конца изученным направлением маркетинговых коммуникаций является потребительское поведение несовершеннолетних в сети Интернет. По статистике дети начинают пользоваться интернетом от 5 до 11 лет. Общее количество юных пользователей и их родителей, потребляющих детский контент на всех площадках, достигло 41 млн человек (отчет «Детский Рунет 2018»). Очевидно, что два года пандемии и «удаленки» существенно расширили эту аудиторию. При достижении 14 лет подросток может пользоваться системой самостоятельных оплат. Такие сервисы, как *QIWI*, Яндекс.Деньги позволяют детям покупать интересующий товар и становиться полноценными потребителями без каких-либо посредников, коими являлись родители. Если родители не контролируют потребительское поведение своего ребенка, то велика вероятность того, что в ближайшем будущем у них вырастет полноценный потребитель, расходующий личный или семейный бюджет неосознанно.

Таким образом, маркетинговые коммуникации выстраиваются с несовершеннолетним на основе его потребительского поведения, которое зависит от возраста пола и влияния референтных групп. Чем старше становится ребенок, тем больше рекламное воздействие ориентировано именно на него. С рождения производители товаров или услуг влияют на ребенка через посредников. Сначала эту роль выполняют родители, далее друзья или иные «агенты влияния», чьи взгляды формируют предпочтения ребенка, стиль информационного поиска, покупательскую лояльность. Коммерциализация поколения свидетельствует о том, что маркетинговые коммуникации проникают в жизнь человека с ранних лет, поддерживая иллюзию собственного выбора.

#### **Список используемых источников:**

1. Денисова Е. С. Поведение потребителей: учебно-практическое пособие / Е. С. Денисова; Международный консорциум "Электронный ун-т", Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики, Евразийский открытый ин-т. Москва: Евразийский открытый ин-т, 2010. - 167 с.
2. Алешина И. В. Поведение потребителей: Учеб. пособие для вузов / И. В. Алешина. М.: Гранд: Фаир-пресс, 1999. - 376 с.
3. Lueg J. American Teenagers and the Internet: A Consideration of Consumer Electronic Commerce from a Consumer Socialization Perspective. Dissertation. Tuscaloosa, Alabama, 2001. 139 p.
4. Дель Веккьо Ж. "Киндерсюрприз" для маркетологов: как создать «долгоиграющий» бренд для детей / Жене дель Веккьо; [пер. с англ. К. Савельева]. М.: ГРАНД: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 249 с.
5. Валявский А. С. Как понять ребенка / А. С. Валявский. М.; СПб.: Диля, 2004. – 749 с.

## МАЛЫЙ И СРЕДНИЙ БИЗНЕС В ПЕРИОД ПОСЛЕДСТВИЙ ПАНДЕМИИ В РОССИИ: ПОДДЕРЖКА СО СТОРОНЫ ГОСУДАРСТВА

**В.И. Бещенцева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В данной статье представлен обзор мер государственной поддержки, оказываемой малому и среднему бизнесу в период пандемии COVID-19.*

*малый бизнес, пандемия, государственная поддержка, кредитные каникулы*

В настоящее время малый и средний бизнес в Российской Федерации является одним из важнейших способов ведения предпринимательской деятельности. Малое предпринимательство осуществляется относительно небольшой группой лиц, или предприятием, которые управляются одним собственником. Именно такой вид деятельности подвержен наиболее сильному воздействию со стороны факторов внешней среды, особенно в период нестабильной экономической ситуации текущего времени, связанного с введением ограничений в связи с пандемией коронавирусной инфекции. Особенно важную роль в сохранении положения малого бизнеса играет стратегия антикризисного управления.

Однако 31 декабря 2019 года в мире была объявлена пандемия коронавируса, в целях снижения распространения вируса в России был введен режим самоизоляции и ограничение деятельности предприятий, что нанесло серьезный урон, в первую очередь, по малому и среднему бизнесу предприятиям. По сей день государство продолжает следовать принципам Стратегии, оказывая всестороннюю поддержку предпринимателям.

Постановлением Правительства РФ от 3 апреля 2020 г. № 434 «Об утверждении перечня российской экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения COVID-19» был утвержден список сфер деятельности, которые несут максимальные убытки из-за мер борьбы с распространением нового вируса. Прежде всего, помощь государства будет нацелена именно на эти отрасли:

- перевозки;
- организации досуга и развлечений;
- спорт;
- туризм;
- гостиничный бизнес;
- общественное питание;
- кинотеатры;
- стоматологические клиники;

- негосударственные образовательные организации, дополнительное образование;
- организация выставок и конференций;
- бытовые услуги: клининг, ремонт, салоны красоты;
- розничная торговля непродовольственными товарами.

Так, в числе осуществляемых мер государственной поддержки имеется временный запрет на банкротство по инициативе кредиторов и временный мораторий на проведение выездных проверок, приостанавливаются начатые ранее проверки. Все лицензии и разрешения продлеваются на полгода автоматически. Был приостановлен процесс взыскания долгов по налогам и сборам, штрафам и пени с предпринимателей, а также введена отсрочка арендных платежей. При этом оплатить отсроченную задолженность арендаторы смогут в течение двух лет поэтапно.

Еще одной мерой поддержки малых и средних предприятий из наиболее уязвимых отраслей стали налоговые каникулы. Так, после окончания льготного периода задолженность можно будет реструктурировать и гасить равными долями в течение года.

Следующей мерой поддержки для предприятий малого и среднего бизнеса стала возможность получения грантов. В рамках данной программы предоставляется безвозмездная финансовая помощь на решение неотложных задач для предприятий из наиболее пострадавших отраслей, в том числе на выплату заработной платы в мае и июне и на сохранение уровня оплаты труда. Использовать данный грант организация может как на выплату заработной платы сотрудникам, так и на иные необходимые расходы, например, для погашения долгов за коммунальные платежи [1].

Указанным организациям также была представлена возможность беспроцентного кредитования на выплату зарплат. Заем под 0% рассчитан на полгода.

Каждый участвующий в данной программе Минэкономразвития банк должен не менее 40% полученных от государства субсидий на цели беспроцентного кредитования истратить на поддержку индивидуальных предпринимателей, микро- и малых предприятий [1]. Кроме того, банками предоставляются так называемые кредитные каникулы предпринимателям, малым и средним предприятиям, входящих в перечень наиболее пострадавших из-за ситуации с распространением COVID-19 отраслей экономики. Такие каникулы предполагают возможность отсрочки для платежей по кредитам на полгода.

Во время кредитных каникул не допускается начисление пени, предъявление требования о досрочном исполнении обязательств, обращение взыскания на предмет залога или обращение с требованием к поручителю.

В целом действующие государственные меры поддержки малых и средних предприятий, наиболее пострадавших от последствий нового вируса, выглядят довольно эффективными для устойчивых до введения карантинных мер организаций. Для организаций, имеющих проблемы, в том числе и

задолженности перед бюджетом, некоторые меры поддержки недоступны. Действительный эффект данных мероприятий можно будет оценить лишь после их завершения и окончательных выплат организациями платежей после окончания льготного периода.

Как такая поддержка отразится на банковском секторе? Несмотря на то, что ресурсы, получаемые банками от Минэкономразвития для реализации мер поддержки, являются бесплатными, трудовые затраты, операционные расходы на осуществление таких проектов все же существуют, что, вероятно, приведет к отрицательному финансовому результату. Кризисы и риски возможны во всех стадиях развития организаций и могут напомнить о себе в сложных и неопределенных ситуациях. Активизация таких точек остановки деятельности происходит в результате нарастания проблем, что может привести вплоть до преждевременного закрытия малого бизнеса. Печальный результат свидетельствует об отсутствии стратегий антикризисного управления, ведь малые предприятия полностью зависят от своих покупателей, поставщиков, сотрудников. Из чего следует, что при краткосрочной приостановке деятельности бизнес-процессов, предприниматель сталкивается со значительными локальными кризисами.

В связи с этим существует необходимость в создании и совершенствовании механизмов антикризисного управления малым бизнесом на разных стадиях его развития, включая реализацию цифровых решений, с учетом актуальности решения задач выживаемости в условиях преодоления экономических последствий пандемии.

#### **Список используемых источников:**

1. Меры поддержки бизнеса [Электронный ресурс] // Стопкоронавирус.рф : Официальный интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19), 2020. – Режим доступа: <https://xn--80aesfpebagmfb1c0a.xn--p1ai/what-to-do/business/>

2. Малый бизнес [Электронный ресурс] // Экономика без вируса : Официальный интернет-ресурс для информирования предпринимателей по вопросам поддержки в период коронавируса (COVID-19), 2020. – Режим доступа: <http://covid.economy.gov.ru/malyu-biznes>

3. Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года (вместе с «Планом мероприятий («дорожной картой») по реализации Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года») [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 02.06.2016 № 1083-р (ред. от 30.03.2018) // СПС «Консультант-Плюс». – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420359173>

4. «Паспорт национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» [Электронный ресурс] : утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16 // СПС «Консультант-Плюс». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_382369/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_382369/)

5. «Перечень мер в связи с коронавирусом (COVID-19)» [Электронный ресурс] : Обзор // СПС «Консультант-Плюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_348585/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348585/)

6. «Об утверждении перечня отраслей российской экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения новой коронавирусной инфекции» [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 03.04.2020 № 434 (ред. от 18.04.2020) // СПС «Консультант-Плюс». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_349344/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_349344/)

## ВЛИЯНИЕ БРЕНДА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ

**Е.В. Бугайчук**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В условиях кризиса многочисленные компании в большей мере стремятся сократить какие-либо расходы, а в первую очередь это касается такой области функционирования компании, как продвижение ее бренда. Однако стоит понимать, что отказываясь от формирования, последующего развития и продвижения, организация в большей степени может потерять определенные выгоды в долгосрочной перспективе. Поэтому целью данного исследования является изучение влияния сформированного бренда на деятельность компании, а также систематизация его преимуществ, которые в последствии получает организация от продвижения бренда.*

***бренд, продвижение бренда, коммуникационные площадки, целевая аудитория, брендинг, бренд компании***

Активным инструментом выстраивания диалога между компанией и целевой аудиторией, на сегодняшний день, выступает грамотное выстраивание бренда и непосредственно сам брендинг той или иной организации, что и будет рассмотрено в данной исследовательской работе. Для того, чтобы достичь успешного и эффективного диалога между потребителем и компанией, необходимо наладить процесс, который заключается в деятельности по представлению покупателю и последующим восприятием им же достоинств товара или услуги, их особенностей по сравнению с похожими предлагаемыми товарами или услугами, формированию в сознании потребителей стойких ассоциаций, которые в последствии будут связаны именно с этим товаром и его маркой. Они представляют собой в некотором роде образное соединение отдельных впечатлений в общую, яркую и устойчивую картину взаимосвязанного представления потребителя о товаре, его марке. Именно это и называется брендом. Иначе говоря, бренд – это:

«Термин в маркетинге, символизирующий комплекс информации о компании, продукте или услуге; популярная, легко узнаваемая и юридически защищённая символика какого-либо производителя или продукта» [1]. В данном случае представлено основное и стандартное понятие бренда, которое носит универсальный характер и трактуется в словаре для общего понимания этого слова. Однако, стоит отметить, что на практике понятие бренда гораздо шире и включает в себя множество дополнительных аспектов, в соответствии с индивидуальными параметрами той или иной компании.

«Единое обозначение (название, символ, лозунг, слоган, девиз, стиль, термин, идея, математическая модель), узнаваемое потребителем концептуально выработанного набора товаров и услуг, обычно



объединённых в направлении деятельности компании или объединения (для экономической и стратегической целесообразности)» [1]. В данной определении в большей степени идет упор на измеримые составляющие бренда: экономическая и стратегическая целесообразность позволяют в большей степени понимать то, из чего состоит внутренняя, а не внешняя его специфика. Поэтому данное определение можно считать более полным.

Определившись с понятием бренда, необходимо перейти к тому, из чего он складывается. А осуществляется он посредством определенных приемов, методов и способов, которые в совокупности позволяют с точностью довести разработанный бренд до покупателя, а также не только сформировать в его сознании имидж марки товара, но и оказать необходимую помощь в восприятии покупателем функциональных и эмоциональных элементов товара. Таким образом, можно говорить о том, что правильно выстроенный брендинг компании помогает потребителю ускорить выбор товара или услуги, а также принять решение о том, чтобы выбрать именно их, а не предлагаемый и похожий ассортимент конкурентов. Рассмотрим основные характеристики бренда, среди которых следующие:

1. Основное содержание бренда. Его смысл и первоначальная концепция. По мнению многих экспертов и маркетологов, это самая главная ступень, без которой невозможно продолжать путь анализа, создания и проецирования бренда, так как без первоначально заложенного смысла и понятной концепции не только в отношении руководства компании, но и для других, непрямых людей, невозможно эффективное его функционирование. Для более точной характеристики данного пункта обратимся к научной статье по экономике и бизнесу автора С.А. Старова, который говорит о том, что «ключевая задача брендинга заключается в том, чтобы, умело управляя маркетинговыми коммуникациями, добиваться максимального совпадения спроектированного и воспринимаемого образов бренда. Если путем мониторинга мероприятий брендинга обнаружено расхождение между планируемым образом бренда и его текущим восприятием, то необходимо в максимальной степени устранить источники этого разрыва. Когда же восприятие бренда потребителями близко или адекватно его идентичности, такую марку называют подлинной, или аутентичной» [2]. Именно за счет того, что планируемый образ в итоге отражает его смысл и содержание, основную концепцию, достигаются все необходимые задачи и цели при построении бренда.

2. Функциональные и эмоциональные ассоциации, которые воспринимаются в итоге или же выражаются потребителями, как действующими, так и потенциальными. Каждый человек так или иначе выстраивает ассоциативный ряд с любым предметом, человеком и организацией в целом. Причем ассоциации могут нести в себе как положительный, так и отрицательный характер. С точки зрения идеально выстроенного бренда, стоит отметить, что у клиентов и покупателей он начнет вызывать положительные эмоции. Однако, стоит также понимать

специфику современного восприятия людей. Негативные отзывы, кликбейт, хайп и прочие манипуляционные техники позволяют компании быть на слуху. Но эффект от этого краткосрочный и внимание потребителя необходимо регулярно «подпитывать» новыми скандальными ситуациями.

3. Словесная часть марки или словесный товарный знак. «Термины торговый знак и товарная марка — это варианты перевода на русский язык англоязычного термина trademark. Обозначения, которые предназначены для индивидуализации товаров и услуг дают возможность отличать товары и услуги одних производителей от других, определяются ГК РФ термином товарный знак или знак обслуживания (для услуг). Товарные знаки подлежат специальной регистрации и входят в составляющие фирменного стиля» [3].

4. Визуальный образ марки, который может быть сформирован посредством рекламы и твердо зафиксироваться в восприятии покупателя.

5. Уровень известности марки у потребителя, в некотором роде сила бренда.

6. Обобщенная совокупность признаков бренда, которая характеризует его индивидуальность.

7. Стоимостные оценки, показатели.

8. Степень продвинутости бренда.

9. Степень вовлеченности бренда в целевой аудитории и ее отдельных сегментах.

Стоит отметить, что в условиях нарастающей конкуренции посредством бренда и собственного имени, а также положения на рынке, организации в полной мере вынуждены бороться за собственное конкурентное преимущество.

Рассмотрим основные внутренние преимущества, связанные с формированием и построением бренда, которые в полной мере касаются:

1. Психологической обстановки. Отражает обстановку в коллективе, стиль руководства, тип корпоративной культуры, межличностные отношения с коллегами, участие работника в принятии решений.

2. Символьной и статусной составляющей при работе того или иного сотрудника. Затрагивают внутреннее ощущение и положение работника в отношении занимаемой им должности, ответственности, полномочий, прав и обязанностей, перспектив карьерного и профессионального роста и прочие аспекты.

3. Экономической области. И в целом, данный параметр в некотором плане составляет некоторую противоположность в отношении двух предыдущих, так как в полной мере отражает все материальные выгоды, предоставляемые работодателем: зарплата, бонусы, премии, социальный пакет, страхование.

Если рассмотреть внешний маркетинг с точки зрения преимуществ при выстраивании бренда, то стоит определить тот факт, что компания в данном случае может в последствии не только привлечь нужного потребителя, на которого направлен определенный спектр товаров или услуг, но и при этом

заинтересовать определенный необходимый человеческий капитал, который в последствии подвергается воздействию мероприятий внутреннего маркетинга бренда работодателя с целью создать уникальную команду.

При этом, если рассмотреть бренд с точки зрения влияния его на итоговый результаты деятельности организации, то стоит выделить следующие аспекты:

1. Более высокая производительность труда и рентабельность.
2. Устойчивость во время экономических спадов.
3. Больше откликов от квалифицированных кандидатов.
4. Снижение текучести персонала.
5. Сокращение негативного воздействия стресса на сотрудников.
6. Повышение уровня удовлетворенности и лояльности клиентов.
7. Больше инициативы, творчества и инноваций со стороны сотрудников.

Исходя из этого можно определить основные составляющие сильного бренда, с помощью которых можно достичь наибольшего влияния на продвижение компании и конкретных ее товаров или услуг, что в последствии может обеспечить наиболее качественную и эффективную деятельность:

1. Глобальная цель. Так как с помощью бренда происходит формирование и поддержка определенного образа, репутации, то необходимо иметь ввиду, какие цели при этом преследуются. В данный пункт входят следующие необходимые факторы: анализ глобальной миссии конкретной организации, определение позиционирования и в некотором роде места бренда с точки зрения архитектуры брендов компании, определение обозначение основных специфик состояния бренда (к ним относятся: качество, непосредственно жизненный цикл, конкурентные преимущества и прочие), формирование измеряемых параметров бренда, согласно которым будет определяться результативность деятельности компании (KPI). Обращаясь к популярной платформе по обучению и развитию современным и актуальным профессиям – SkillBox, можно рассмотреть основные показатели, по которым в полной мере можно оценивать работу маркетолога. Так, например, «вне зависимости от конкретных показателей все варианты маркетинговых KPI делятся на три системы: маркетинг для трафика (здесь работу маркетолога оценивают по количеству трафика на сайте, охвату постов в соцсетях, числу подписчиков, количеству открытий писем и так далее), маркетинг для лидов (тут важны количество и качество заявок на сайте, подписок, звонков и так далее), маркетинг для денег (тут показателем считаются деньги, которые клиент заработал благодаря вашим усилиям)» [4]. Таким образом, в зависимости от того, какие цели преследуются и зависят показатели, по которым необходимо отслеживать эффективность всех проводимых мероприятий и оказанных действий.

2. Стратегия брендинга – характеристики бренда, сообщения, единая систему ценностей. Более того, это в полной мере проведение анализа

текущего состояния бренда, если он в данный момент уже функционирует и возможно нуждается в ребрендинге. С точки зрения этого показателя можно выделить следующие аспекты: осведомлённость о бренде со стороны ЦА, а также знание о нем, отношение и уровень лояльности. Исходя из этого определение соответствия текущего состояния бренда желаемому.

3. Яркие эмоции. Запоминающиеся образы, которые в полной мере остаются в сознании потребителя.

4. Гибкость. Соответствие тенденциям с сохранением собственной уникальности.

5. Коммуникация. Как внутренняя, так и внешняя, с помощью которых в полной мере происходит трансляция образа и ценностей компании.

6. Лояльность клиентов или потребителей.

7. Знание своих конкурентов.

Тем самым, можно сделать вывод, что влияние бренда на деятельность компании происходит с той точки зрения, что он позволяет компании в полной мере оставаться конкурентоспособными, а аудитории быть более заинтересованной в предоставляемых ею товарах и услугах. Чем более системно и организовано подходят к его созданию, формированию и последующему развитию, охватывают все стороны деятельности той или иной организации, тем наиболее эффективным, качественным и ярким выходит само позиционирование компании, его бренд, а значит потребитель все более охотнее с ним будем взаимодействовать.

#### **Список используемых источников:**

1. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/58279> (дата обращения: 21.11.2021)

2. Старов С.А. Бренд: понятие, сущность, эволюция [Электронный ресурс] // CyberLeninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/brend-ponyatie-suschnost-evolyutsiya-1> (дата обращения: 23.11.2021).

3. Товарный знак: понятие и виды [Электронный ресурс] // CyberLeninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/товарный-знак-понятие-и-виды> (дата обращения 20.11.2021).

4. Гид по КРІ в интернет-маркетинге [Электронный ресурс] // SkillBox URL: [https://skillbox.ru/media/marketing/gid\\_po\\_kpi\\_v\\_internet\\_marketinge/](https://skillbox.ru/media/marketing/gid_po_kpi_v_internet_marketinge/) (дата обращения: 20.11.2021).

## ПРОДВИЖЕНИЕ БРЕНДА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ (НА ПРИМЕРЕ ННГДУ)

**Е.В. Бугайчук**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*С активным развитием технологий, технологических процессов и, конечно же, интернета, пропорционально модернизируются и видоизменяются способы коммуникации любой компании со своей целевой аудиторией. Правильно проанализированные все аспекты деятельности организации, а также в необходимой мере подробно проработанное ее позиционирование позволяет так или иначе создать определенный образ, который в последствии будет ассоциироваться у потенциального потребителя или же уже привлеченного с той компанией, которая предоставляет конкретный продукт или услугу. В связи с этим имеет смысл рассмотреть особенность продвижения бренда нефтегазодобывающей организации. Для решения подобной задачи будет проанализирована специфика продвижения бренда ННГДУ.*

**нефтегазодобывающая компания, бренд, продвижение бренда, коммуникационные площадки, целевая аудитория, брендинг, бренд нефтегазодобывающей организации**

На сегодняшний день любая организация, опираясь на актуальные экономические условия, с целью эффективного функционирования, создает не только качественное предложение для своего потенциального потребителя, но и старается правильно и в должной мере его преподнести в рамках конкретного рыночного пространства. «В условиях современной рыночной ситуации популяризация нового торгового имени и формирование положительного отношения к нему потенциальной клиентской аудитории, не менее значимый элемент успешной деятельности фирмы, как и верно разработанная маркетинговая стратегия, направленная на выведение на просторы рынка нового продукта» [1]. Для того, чтобы решить данную задачу, необходимо сформировать нужное и выгодное для организации лицо компании, его бренд. Именно поэтому организация прибегает к использованию таких инструментов, как маркетинг, реклама и PR, с помощью которых осуществляются такие необходимые для осуществления качественной деятельности компании функции: анализ и систематизация данных о структуре рынка, текущей рыночной ситуации, внутренней среде компании, ее потенциале, а также принятие рациональных управленческих решений, на основе полученных данных. Опираясь на данные исследования, происходит процесс определения точного позиционирования компании, а, как следствие, именно он и влияет на дальнейшее формирование бренда, благодаря которому происходит закрепление такой рыночной позиции самой компании, а также предоставляемого продукта или услуги, которая будет выгодно отличать и выделять от конкурентов. Поэтому важным для организации является осуществление и преследование определенных

плановых показателей: «объем добычи нефти и газа, объем реализуемой продукции, фонд заработной платы и задание по росту производительности труда, уровень рентабельности, общую сумму прибыли, платежи в бюджет, ввод в действие производственных фондов и сумму централизованных капитальных вложений, план внедрения новой техники» [1], поэтому в этом случае предусматривается и анализируется узкоспециализированная область на предмет выстраивания необходимой коммуникации с потенциальным потребителем.

В ходе данного исследования уже можно отметить, что весь нефтегазодобывающий рынок относится к числу тех, которые осуществляют свою деятельность с упором на массовое потребление производимой продукции, а также несколькими крупными рыночными игроками.

Рассмотрим особенности данной области, которые необходимо учитывать при формировании бренда и составлении самой стратегии позиционирования:

1. Качество продукции. Это достаточно важный и один из первоочередных атрибутов бренда в нефтегазодобывающей отрасли;

2. Параметры продукции, среди которых: технологические, нормативные и экономические. Они играют главную роль с точки зрения анализа. В то время, как эстетические и эргономические могут не учитываться или учитываться в минимальном количестве;

3. Инвестирование в природоохранные мероприятия. Так как деятельность организаций напрямую в данном случае связана с вопросами экологии, то необходимо, чтобы компания принимала активное участие в проектах по улучшению экологических характеристик нефтепродуктов;

4. Постоянное взаимодействие с каналами коммуникации. Так или иначе, чтобы сформировать положительный бренд, любая организация должна оставаться на слуху, а для этого внутри организации должен быть сформирован и в полной мере функционировать соответствующий отдел.

Рассмотрим практические результаты позиционирования и формирования бренда нефтегазодобывающей организации на примере деятельности пресс-службы действующей компании – Надымского нефтегазодобывающего управления «Газпром», сокращенно ННГДУ. Это общество с ограниченной ответственностью (или ООО), которое является дочерним предприятием со 100% уставным капиталом ОАО «Газпром». Оно, в свою очередь, представляет собой крупнейшее в системе организации по объему добычи углеводородного сырья. Основана компания в 1971 году и сегодня занимает третье место по объему добычи углеводородного сырья. В первую очередь ООО «Газпром добыча Надым» предоставляет непосредственную добычу и подготовку газа, газового конденсата, нефти, геологоразведочных работ и выполнение функций заказчика на объектах инвестиционного и собственного строительства.

Для исследования же необходимо определить специфику такого структурного подразделения организации ННГДУ, как пресс-служба. В его обязанности входит такой функционал по управлению связями с общественностью, среди которого можно выделить следующее: анализ, прогнозирование, планирование, стимулирование и контроль. А основными

принципами ее работы являются: оперативность, непрерывность, законность, гибкость и конструктивность. Важным является взаимодействие со СМИ, так как именно им происходит предоставление и передача информации о самой организации или о сфере ее деятельности, которые в последствии и публикуются. В данном случае необходимо придерживаться обеим сторонам такой политики коммуникации, в рамках которой будет происходить освещение тех фактов и ситуаций, которые в последствии будут интересны для публикации и тем, и другим. Более того, любое цитирование или освещение какого-либо материала может послужить официальным заявлением со стороны организации, либо же конкретного лица (сотрудника).

Таким образом, пресс-служба должна в полной мере и в необходимом тоне коммуникации, который в последствии также повлияет на формирование бренда организации, обеспечить взаимодействие анализируемого ННГДУ со средствами массовой информации. Она организывает оперативное и официальное информирование общественности о предпринимаемых организацией действиях, а также влияет на объективное освещение материалов о деятельности компании в печати, на радио, телевидении и в Интернете.

Пресс-службой происходит четкое и закономерное выполнение следующих поставленных перед нею задач, которые выглядят следующим образом [3]:

1. Информационное и полноразмерное обеспечение деятельности руководства и всех структурных единиц ННГДУ.

2. Своевременное информирование общественности о деятельности организации на постоянной основе.

3. Формирование желаемого благоприятного общественного мнения о деятельности ННГДУ и формирование его имиджа в лице обычных граждан, партнеров и конкурентов.

4. Подготовка и последующее распространение официальных сообщений в виде пресс-релизов, заявлений или же других информационных материалов, которые связаны с деятельностью ННГДУ и носят обязательных характер для публичного освещения.

5. Организация и проведение пресс-конференций, брифингов, «круглых столов», встреч и интервью руководства, а также отдельных специалистов при необходимости от лица компании с представителями СМИ.

А функции пресс-службы выглядят следующим образом:

1. Разработка и последующее осуществление принципов единой информационной политики ННГДУ как внутри организации, так и со стороны внешних способов коммуникации.

2. Освещение актуальной деятельности организации, которая доступна к освещению в СМИ.

3. Подготовка всех необходимых материалов для последующего опубликования в средствах массовой информации, учреждениям и организациям, по темам, которые так или иначе могут входить в компетенцию компании. Они могут носить следующий характер: справочный, информационный, аналитический.

4. Подготовка и распространение официальных сообщений, пресс-релизов, заявлений и иных информационных материалов, где говорится о деятельности организации, а также о текущей обстановке и ситуации внутри нее.

5. Аккредитация представителей СМИ на проводимые ННГДУ мероприятия, а также последующее оказание им помощи в сборе и подготовке материалов для размещения в СМИ.

6. Размещение всей актуальной информации в виде пресс-релизов, комментариев и информационных сообщений на новостной ленте официального сайта ННГДУ.

7. Подготовка мониторинга средств массовой информации.

8. Оказание информационной поддержки территориальным органам.

Также стоит говорить о том, что о публичной деятельности пресс-службы, которая поддается первичному анализу, может говорить присутствие компании на публичных и официальных информационных источниках. На сайте организации предоставлена вся необходимая информация о деятельности предприятия, актуальные новости и возможность непосредственно связаться с пресс-службой. Официальный сайт позволяет получать актуальную, официальную и необходимую информацию для потенциального партнера, конкурента или же обычного гражданина, который заинтересован данной областью и конкретной тематикой. Открытая информация по запросу материалов и фактов, а также способ для связи с пресс-службой находится в открытом доступе. Более того, все контакты также представлены на официальном сайте. Со стороны пресс-службы происходит своевременное реагирование на запросы. Приблизительный срок ответов составляет от 1 до 7 дней, так как напрямую все зависит от сложности.

Однако, чтобы деятельность в отношении формирования и поддержания положительного имиджа и бренда в целом оставалась на нужном уровне и становилась более эффективной, в рамках данного исследования были разработаны следующие рекомендации:

1. Активно внедрять новые формы коммуникации, а также при этом в обязательном порядке поддерживать и укреплять уже существующую лояльность потребителя (как правило, это другие организации и потенциальные партнеры) как средство стимулирования сбыта получаемой продукции.

3. Повышать и налаживать сотрудничество со средствами массовой информации и государственными структурами с той целью, чтобы компания была чаще на слуху. Чем больше о ней говорят, а в последствии и слышат, тем более она узнаваема в рамках общества в целом, а также потенциальных партнеров и конкурентов в рамках региона, а также всей страны.

4. Развивать сотрудничество с местной общественностью и административным центром для повышения вовлеченности населения в деятельности данной организации. Примером могут служить совместно организованные мероприятия. Причем в данном случае компанией и пресс-службой преследуются не коммерческие цели, а происходит внешняя, порой спонсорская, бескорыстная деятельность, которая в конечном итоге



преследует долгосрочные интересы компании по повышению лояльности бренда, узнаваемости и привлечения дополнительной аудитории разных сегментов.

5. Усилить существующую эффективную деятельность в рамках дополнительно развивающихся платформ по трансляции информации, куда, в первую очередь входят социальные сети ННГДУ: Инстаграм, Одноклассники, ВКонтакте, Фейсбук, Ютуб. Причем важным фактором является не внедрение в сугубо развлекательный контент, а, наоборот, осуществлять информационную деятельность (а именно: рассказывать о деятельности организации, различных событиях и, что очень важно, о различных социальных проектах, как самостоятельных, так и в качестве коллаборации с другими организациями, в рамках региона), в должной мере и оперативно отрабатывать любые формы негатива. Более того, перенося непосредственный контакт с аудиторией на данные дополнительные площадки смещается в некотором роде акцент компании в ту сторону, что происходит гораздо меньше каких-либо коммуникационных барьеров, где нет такого посредника в виде привычного средства массовой информации, который транслирует аудитории тот или иной материал. Также происходит дальнейшая фильтрация публикуемого материала в рамках заданной платформы, что способствует понижению уровня коммуникационного шума.

6. Уделить внимание работе с различными лидерами мнениями. Причем в качестве них следует выбирать не вышестоящие должности, государственные лица, сколько более приближенных к народу людей, которые в данный момент пользуются популярностью у современного общества. Тем самым, посредством подобной интеграции коммуникационных функций происходит непосредственное и необходимое влияние на общественное мнение, работа с ним и аудиторией, согласно чему можно говорить также и о балансировке интересов ННГДУ и общественности.

Исходя из этого, можно говорить о том, что для повышения эффективности деятельности ННГДУ, развития его личного бренда, а не только в качестве одного из подразделений ПАО «Газпром», необходимо выполнять вышеупомянутые советы и мероприятия.

#### **Список используемых источников:**

1. Билалова Э.А. Способы продвижения бренда [Электронный ресурс] // CyberLeninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-prodvizheniya-brenda> (дата обращения 23.11.2021).

2. Нефтегазодобывающее управление [Электронный ресурс] // Большая энциклопедия нефти и газа URL: <https://www.ngpedia.ru/id540561p1.html> (дата обращения: 22.11.2021).

3. Пресс-центр [Электронный ресурс] // ООО «Газпром добыча Надым» URL: <https://nadymdobycha.gazprom.ru/press/> (дата обращения 19.11.2021).

4. Соловьева Д.В., Афанасьева С.В. Маркетинговый анализ позиции бренда на рынке: комплексный Метод [Электронный ресурс] // CyberLeninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovyy-analiz-pozitsii-brenda-na-rynke-kompleksnyy-metod-1> (дата обращения: 20.11.2021).

5. Старов С.А. Бренд: понятие, сущность, эволюция [Электронный ресурс] // CyberLeninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/brend-ponyatie-suschnost-evolyutsiya-1> (дата обращения: 30.10.2021).

6. Статистика отрасли: Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/ru/pages/statistika-otrasli/> (дата обращения 17.11.2021).

7. Структура компании [Электронный ресурс] // ООО «Газпром добыча Надым» URL: <https://nadymdobycha.gazprom.ru/about/organization/> (дата обращения 19.11.2021).

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**К.А. Волкова, И.Ю. Мельникова**

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

*Инструменты продвижения различных высокотехнологичных продуктов на разных рынках с каждым годом меняются и дополняются. Например, в некоторых странах общее признание получили магазины-лаборатории. Каждая компания стремится сохранить не только лояльность клиентов, но и дополнительно привлечь новых. Однако традиционные методы и техники продвижения в сфере высоких технологий не эффективны. В статье рассмотрены основные техники хайтек-маркетинга и цифровизация сферы продвижения, проанализированы плюсы и минусы, рассмотрены возможности применения.*

*продвижение, информационные технологии, хайтек-маркетинг, вирусный маркетинг, геймификация, маркетинговый евангелизм, бизнес-модель freemium, ARG, DART, маркетинг just-in-time, продвижение в социальных сетях*

Маркетинг высокотехнологичных продуктов довольно специфичен, именно поэтому основные составляющие традиционного маркетинга претерпевают изменения, когда сферой применения является рынок технологий.

Главная проблема – поиск сфер применения нового товара/услуги. Все дело в сложности восприятия новых разработок, что значительно затормаживает процесс коммуникаций компании с потребителями. Во многом это связано с возникновением у потребителей барьеров восприятия новинок, для преодоления которых необходимы специальные методы. Также проблема может быть вызвана тем, что у большей части потребителей потребность в новом товаре еще не сформирована.

Большинство компаний, зарубежных и отечественных (например, «Golden Media GmbH»), сталкиваются с проблемой формирования лояльного отношения к бренду и продвижения высокотехнологичной продукции на рынок [1].

Базис хайтек-маркетинга заключается в плавном, непрерывном процессе вовлечения целевых аудиторий. Каждая завоеванная группа используется как авторитетная для последующей. При этом важно не останавливаться и поддерживать скорость процесса [2].

В маркетинге высоких технологий используются различные техники и действия.

Одной из таких техник является **вирусный маркетинг**. В современном мире существует такая проблема как кризис доверия. Это касается и рекламы, особенно исходящей от производителя. Вирусный маркетинг призван доносить информационное сообщение, которому будут доверять, так как оно исходит от незаинтересованного лица.

Потребитель редко доверяет информации, которую распространяет сам производитель на выбранных им рекламных площадках. Он ищет отзывы, независимые мнения, в которых люди делятся пользовательским опытом; спрашивает советы у своих друзей и лидеров мнений, количество которых в сетях измеряется сотнями и тысячами.

К плюсам такого маркетинга можно отнести:

1. экономически выгодно;
2. формируется доверительное отношение потребителей;
3. вирусная реклама и маркетинг свободны от цензуры и ограничений Закона о рекламе.

Однако, хоть и не требуются значительные затраты, отсутствует 100% гарантия результата. К тому же, процесс вирусного маркетинга довольно трудно контролировать.

Следует упомянуть **маркетинговый евангелизм**, более совершенную форму маркетинга «из уст в уста». Суть заключается в создании компанией сильной веры в особенность продукта и услуги, при которой целевая аудитория искренне и добровольно советует другим приобретать товар. В отличие от партнерского маркетинга, маркетинговый евангелизм не предполагает поощрения, приверженцы продукта привлекают новых клиентов исключительно из-за крепкой веры в сам бренд.

К примеру, текущая ситуация с covid-19 и вакцинацией собирает множество сторонников и противников, вызывая бурные дискуссии. Люди не доверяют рекламе отечественной вакцины, многие полагаются на тот самый вирусный маркетинг, учитывая лишь мнение незаинтересованного лица.

12–13 августа был проведен опрос через профильное приложение «Справочник врача». В нем приняли участие три тысячи сорок врачей-специалистов. Большая часть опрошенных ответила, что не готова сделать прививку. Из трех тысяч участников исследования отрицательно на этот вопрос ответили 52%. Согласны на вакцинацию 24,5%, из них 20% опрошенных заявили, что будут рекомендовать вакцинацию пациентам, коллегам или знакомым [3].

Следовательно, большая часть приверженцев будет самостоятельно рекомендовать вакцинацию целевой аудитории.

Еще одним примером является **бизнес-модель Freemium**. Модель freemium – это модель или стратегия продвижения нового продукта или услуги на рынок, которая предусматривает предоставление пользователям бесплатной базовой версии продукта или расширенной версии, но с ограниченным периодом работы, для ознакомления с новинкой.

Модель создала новую концепцию – ньютоновское вовлечение, которое является основным ускорителем для бесплатных сервисов, обычно игр. Бесплатный продукт привлекает больше клиентов, большинство из которых не достигают уровня премиум, но являются магнитом для привлечения большего числа потенциальных клиентов премиум-класса.

Одним из основных плюсов такой модели является широкий охват аудитории, что облегчает другие виды маркетинговой деятельности, например, партнерство. Создание долгосрочных партнерских отношений

проще, если у компании есть несколько тысяч клиентов, а не несколько сотен, которые платят.

При работе с высокотехнологичным продуктом используется игрофикация. **Gamefication** (с англ. игрофикация, геймификация) – применение игровых подходов и технологий для привлечения потребителей. Они вовлекаются в разработку и использование новинок, способствуя их продвижению на рынок.

Геймификация добавляет игровую механику в неигровую среду, такую как веб-сайт, онлайн-сообщество, систему управления обучением для увеличения вовлеченности. Цель геймификации – привлечь потребителей, сотрудников и партнеров, чтобы вдохновить их на сотрудничество, обмен и взаимодействие. Инструментами выступают визуальные и статусные (достижения, уровни) стимулы.

Стоит отметить недостаток такого рода вовлечения – это краткосрочный эффект. Какой бы интересной и захватывающей не была игра, через некоторое время она все равно начинает надоедать.

**Alternate Reality Games** (игры в альтернативной реальности, иногда: игры, изменяющие реальность) – интерактивное повествование с игровыми составляющими, применяющее в качестве платформы настоящий мир.

Один из основных принципов ARG – TINAG (от англ. This is not a game – «Это не игра»). Данный принцип предполагает, чтобы игра была реальностью, а не игрой: например, телефонные номера, которые используются или упоминаются в игре, должны действительно существовать. Еще одна особенность такого рода игр заключается в том, что участники не получают конкретные списки правил. Участники ARG постигают правила постепенно, методом проб и ошибок.

Создатели и руководители ARG находятся за занавесом, само их существование до конца находится под вопросом. Сама игра также не должна быть очевидной.

В основном ARG проводятся с целью поддержания интереса к уже существующему продукту или с целью продвижения на рынок нового продукта. Например, для поддержания интереса к сериалу «Lost» были проведены игры «Lost Experience» и «FIND815».

Двигаясь к следующей технике, стоит упомянуть **сторителлинг** (storytelling) – способ передачи информации через истории. Хорошие **истории**, которые обладают объяснительной силой, убедительностью, помогают преодолевать барьеры восприятия новинок потребителями. «Лошадиные силы» двигателя помогали продвигать автомобили, использование материальных аналогов в виде кассы, тележки способствовало продвижению интернет-магазинов.

Для более тесной и устойчивой коммуникации между компанией и потребителем используется техника **DART** [4] – диалог, доступ, оценка риска и прозрачность информации (dialogue, access, risk assessment, transparency).

Модель DART, концептуальная основа Прахалада и Рамасвами, строится на диалоге (Tanev и др., 2011), определяет потребность в акценте на совместное создание ценности с потребителем через диалог равноправных

сторон, доступ потребителей к продукту и впечатлениям от него без получения права собственности через пробное потребление и иные механизмы. Это активный диалог о рисках и выгодах при пользовании новинками, важным фактором является обеспечение прозрачности информации, которая облегчает диалог с целевой аудиторией и способствует формированию доверия между компанией и ее потребителями [5].

Поскольку данные о клиентах становятся все более доступными в маркетинге, компании могут управлять своим маркетингом с высокой точностью. Вместо разработки ежегодного контент-календаря, который может быть актуален лишь несколько месяцев, гибкие маркетинговые усилия дают возможность обеспечивать развертывание долгосрочных маркетинговых стратегий и достижение поставленных целей.

Маркетинг **Just-in-time** ориентирован на создание и на настройку контента на потребности заинтересованных потребителей именно тогда, когда они находятся в покупательском настроении. Маркетинг "точно в срок" – это создание нужных маркетинговых запасов в нужное время, чтобы достичь потребителей на рынке с меньшими потерями [6]. Это отличается от стратегий массового маркетинга, которые ориентированы на создание обширного контента.

Что касается мира digital, социальные сети, включая бизнес-сети, которые осуществляют экономическое взаимодействие между пользователями, широко используются и дают положительные результаты в маркетинге, создании и продвижении бренда, торговле.

На текущий момент в мире насчитывается 4,20 миллиарда пользователей интернета и социальных сетей. За последний год эта цифра выросла более чем на 13%.

Говоря про ситуацию в России, на начало 2021 года насчитывается 124 млн. пользователей интернета, из них 99 млн. пользователей социальных сетей, за прошлый год их аудитория выросла на 5,1%. Среднестатистический пользователь интернета в России проводит в интернете 7 часов 52 минут каждый день. Это почти на час больше среднемирового значения – 6 часов 54 минуты [7].

Интеграция SMM в бизнес-операции помогает крупным промышленным компаниям собирать идеи и проводить мозговые штурмы для создания высокотехнологичных инновационных продуктов. Получение информации о пользователях через социальные сети способствует разработке инновационных продуктов и технологий их производства.

С развитием интернета у производителей товаров и услуг появляются новые возможности для налаживания обратной связи с клиентами.

Так как рынок инновационных технологий связан с большим риском, компании прибегают к стимулированию сбыта. Для создания спроса на товар и ускорения реакции на рынке часто используются различные методы стимулирования сбыта, это могут быть купоны, акции, розыгрыши.

Например, чтобы показать реальное качество камеры iPhone 11, iPhone 11 Pro и iPhone 11 Pro Max, компания Apple провела фотоконкурс «Снято на iPhone в Ночном режиме» в 2020 году. Сформированным жюри были

рассмотрены тысячи фотографий, из которых лишь 6 лучших вошли в число победителей. После этого фото были опубликованы на официальном сайте компании и были размещены на билбордах в разных странах. Стоит отметить, что фотографии не подвергались дополнительной обработке.

Таким образом, цифровые технологии существенно снижают издержки, которые связаны с поиском, обменом и хранением информации. Цифровизация сферы продвижения расширяет возможности диалога с целевой аудиторией, обеспечивает больший охват и большую скорость реакции на изменения в поведении потребителей, и самое главное – позволяет оперативно реагировать на обратную связь. Такой формат коммуникаций в большей степени соответствует стилю жизни современного потребителя, моделям поведения и способам поиска информации. Нынешний потребитель тратит больше времени на просмотр медиа в цифровой среде, кроме того, потребление digital контента существенно возросло в условиях пандемии covid-19.

#### Список используемых источников:

4. Худякова О. М. PR-деятельность в сфере инновационных технологий (на примере спутниковой компании «Golden Media GmbH») // РРРИМРА. 2011. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pr-deyatelnost-v-sfere-innovatsionnyh-tehnologiy-na-primere-sputnikovoy-kompanii-golden-media-gmbh> (дата обращения: 14.11.2021).

5. Мельникова И. Ю. Презентация «Продвижение высокотехнологичной продукции» — 150 сл.

6. РБК (официальный сайт) URL: <https://www.rbc.ru/society/14/08/2020/5f35d9579a79471d249e8374> (дата обращения: 13.11.2021).

7. Mazur J., Zaborek P. *Validating DART Model*. International Journal of Management and Economics (Zeszyty Naukowe KGS) No. 44, October–December 2014, pp. 106–125.

8. Tanev, S. *How do value co-creation activities relate to the perception of firms' innovativeness?* Journal of Innovation Economics, 2011, 7(1), 131. URL: <http://doi.org/10.3917/jie.007.0131>

9. Hosbein M., Bellin J. *Just-in-Time Marketing: Delivered as a Service*. Accenture, 2016. URL: [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/accenture/next-gen-2/bpo-just-in-time/accenture-jit-infographic.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/accenture/next-gen-2/bpo-just-in-time/accenture-jit-infographic.pdf).

10. Ситников Е. В., Лопаткин Д. С., Вакуленко В. Ф., Шушунова Т. Н., Ефимова Н. С. ПРОДВИЖЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОВАРОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И УСЛУГ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ // Финансовые рынки и банки. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodvizhenie-innovatsionnyh-promyshlennyh-tovarov-tehnologiy-i-uslug-v-sotsialnyh-setyah> (дата обращения: 14.11.2021).

11. Global Digital 2021 URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>.

## КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДКАСТИНГА

**Я.Г. Добычина**

Российский государственный институт сценических искусств

*Не только на Западе, но и в России подкасты становятся всё популярнее. Минувший год оказался прорывным для феномена. Во время пандемии многие люди, оставаясь дома, обратили внимание на этот формат. Подкастинг объединяет радиостанции, сайты печатных СМИ и отдельных пользователей Сети, создающих аудио- и видео-контент.*

### ***подкастинг, подкаст, социальные сети, радио, интернет-контент***

Современный мир невозможен вне интернет-коммуникаций. Кто-то погружается в виртуальную реальность ради развлечения и скрашивания будней, а кто-то связывает интернет с профессиональной деятельностью и творческой реализацией. Для последних интернет стал своего рода площадкой, где они довольно быстро находят аудиторию и вдохновение. Способов выразить себя во Всемирной паутине огромное количество: от блогов, флеш-мобов и пранков до манифестов и жарких дискуссий. Одной из популярных разновидностей контента в интернете является подкастинг как формат создания и распространения звуковой информации в Сети через внедрение мультимедиа (аудио или видео) в RSS-канал.

История подкастинга как вида коммуникационных технологий берет начало в 80-х годах XX столетия, когда энтузиастами из Ростова-на-Дону был создан самиздатный аудиопроjekt с необычным названием «Иллюзия независимого радио». «Самиздатчики» объединились в профессиональный кластер, так как не имели возможности отправлять программы на государственное радио – выпуски записывались на бобинный магнитофон и распространялись среди знакомых по почте. Передачи публиковались в рамках большого «журнала» и соединялись при монтаже в единый поток. Ранние подкасты ростовских «самиздатчиков» были посвящены проблемам, по объективной причине не удобным для верхов советской идеологической машины: политическая свобода, современные формы религии, сплетни, секс, непопулярная музыка и т.д. Кроме того, в «Иллюзии независимого радио» можно было услышать подробности жизни музыкантов в эмиграции – довольно щепетильной темы, о которой на уровне государственных СМИ демонстративно молчали [1].

Одновременно в западных странах создавались свои аудиопроекты в противовес консервативным традициям в журналистике. На рубеже 80-х и 90-х гг. в США начинается деятельность компании Radio Computing Services (RCS). Изначально объединение компьютерщиков и ученых пыталось перевести современную музыку и прочие аудиодорожки на цифровую



платформу. В середине 90-х с появлением интернета пользователи смогли публиковать заранее записанные аудиодорожки. В 1993 году технологический эксперт и автор нескольких книг об интернет-коммуникациях Карл Маламуд открывает проект Internet Talk Radio – первое интернет-радиошоу, где каждую неделю появлялись интервью программистов и изобретателей. Программу отличал четкий выбор тем, неограниченное время записи и в то же время свободный ритм общения. Но самое главное – слушатель мог пропускать моменты в записи, которые считал неинтересными, так как первые подкасты транслировались через плеер. Вскоре разработчики позволили слушателям скачивать записи на персональные компьютеры [2].

С технической точки зрения ранние подкасты отличались топорным монтажом и скверным качеством записи. Но у участников творческого процесса в рукаве был один важный козырь – мотивация, стремление создать что-то революционное, выходящее за рамки простого радио-шоу с элементами заученного текста.

Дальнейшее развитие интернета усилило интерес к подкастингу. Первые записи выкладывались на сайтах узконаправленного содержания – изначально программы записывались для пользователей, которые учились или работали в научно-исследовательских институтах. Это роднит ранний подкастинг с соцсетями, которые также зародились в университетской среде. Ссылки на сайты с подкастами распространялись в профессиональных сообществах.

*«Это большой эксперимент. А ингредиенты для него – бесплатны. Каждый может быть блогером-подкастером, каждый может быть создателем»*, писал в статье для The Guardian журналист Бен Хэммерсли в 2004 году (он же придумал слово «подкаст» как объединённое название всех долгих речевых файлов) [3]. Середина нулевых для интернет-технологий – поворотный период. MP3-формат и возможность скачивания аудио помогли человеку приобщиться к технологическому прогрессу без особых усилий или денежных вложений – в этом заключается одна из причин популярности подкастинга. Слушатель или зритель (если речь идёт о видео-подкасте) не платит за подкасты ни копейки. Ему достаточно скачать файл или открыть платформу, куда загружена запись. Для создания подкаста достаточно иметь в своём арсенале оборудование и время как главный ресурс. Сегодня подкасты записываются на разные темы и разными людьми.

Первопроходцы подкастинга искали бизнес-модель для монетизации тренда, однако темпы экономического роста на рубеже 90-х и 2000-х гг. были относительно невелики. Тем не менее разработчики продолжали изучать тенденции рынка и целевые аудитории. Усилия окупались сторицей – уже в середине нулевых сервисы Apple и ещё несколько экспериментальных площадок стали регистрировать многократный подъём интереса к подкастам как к средству демократизации речи. Их настроения были схожи с тезисами пишущих блогеров, искавших на стыке тысячелетий свой язык и

индивидуальную форму [4]. Нельзя игнорировать роль компании Apple в развитии подкастинга до уровня тех канонов, без которых мы не можем представить запись разговорного шоу. На заре культа «Айфона» техно-гигант внедрил приложение Apple Podcasts, позволив пользователям создавать и распространять свои творения без необходимости уплаты сборов. Таким образом, в США получила старт развития полноценная экосистема со своими принципами и условностями.

Сетевой портал Vulture.com приводит любопытную статистику агентства Edison Research, отслеживающего феномен подкастов с 2006 года. Как оказалось, даже Мировой финансовый кризис не помешал росту интереса к подкастам как к инвестиционным нишам [5]. С 2008 по 2010 год количество создателей подкастов увеличилось на 2%. Вопреки пессимистичным выводам, кризис не просто увеличил темпы роста, а ещё и вдохновила начинающих подкастеров. Пример юмористических и научно-популярных шоу «Radiolab», «Comedy Bang! Bang!» и «WTF With Marc Maron» показывает, что в кризисные моменты творческие личности способны создать нечто оригинальное и не вписывающееся в рамки традиционных эфиров, наскучивших обывателю. Все вышеперечисленные проекты начали вещание в период с 2006 по 2009 год.

Обычно аналитики разделяют историю подкастинга на события до 2014 года и после него. Edison Research отметил всплеск интереса национальных слушателей к подкастингу. В период с 2014 по 2019 год количество потребителей контента увеличилось с 39 миллионов до 93 миллионов человек. Личное мнение каждого вдруг стало великой ценностью, которую важно донести и транслировать на как можно более широкую аудиторию. Это обстоятельство стимулировало трансформацию подкастов из развлечения в полноценную альтернативу традициям – радио и телевидению. Феномен подкастов подкрепляется объективными показателями. Ресурс Podcast Industry Insights, создающий ежемесячные отчёты по выпускам всех подкастов по всему миру, подчёркивает всплеск интереса к формату в 2020-2021 годах. Причём связано это не только с эрой пандемией и локдаунами, но и привлекательностью идеи о свободном высказывании. С ноября 2020 по ноябрь 2021 года на сервисе Apple Podcasts было выпущено 2,3 млн подкастов. Всего платформа предлагает около 60 миллионов записей самых разных форматов и длительностей. Podcast Industry Insights располагает и так называемой анти-статистикой, согласно которой с Apple Podcasts удаляются каждый день в среднем 500 подкастов, 13 тыс. каждый месяц и 46 тысяч каждый месяц. Сервис при этом уточняет, что подкасты исчезают из поисковиков и истории по техническим проблемам, выбору автора или после нарушений одного или нескольких правил сообщества [6].

Подкасты действительно конкурируют с традиционными СМИ, и делают это вполне успешно. Анализ популярности российских медиа говорит о том, с каждым годом всё меньше россиян смотрят телевизор и слушают радио (под радио-форматом понимается не только аналитика, но и контент

музыкальных станций). Радиоприёмники стоят, как правило, в машинах и служат фоном для «убийства» времени в затяжных пробках. То же самое можно сказать и про ТВ – политическая и социальная повестка вынуждает человека абстрагироваться от телевизионного продукта. В надежде скрыться от транслируемой на экране агрессии человек заходит в интернет и ищет источник интеллектуальной подпитки без шума, криков и хайпа (хотя последний феномен и в интернете чувствует себя вполне уверенно).

Жанровые особенности подкастов (как и общая направленность) весьма разнообразны. Подкастеры обсуждают общественно значимые темы, здоровый образ жизни, спорт, музыкальные и кино-тренды, досуг, проблемы психологии, секс-просвет, науку, религию, эзотерику и юмор [7]. В рейтингах популярности «выстреливают» громкие инфоповоды – блогеры довольно часто обращаются к новостным СМИ в поисках тем. Иногда они ищут вдохновение у коллег, пытаются создавать коллаборации между каналами (от англ. *collaboration* – сотрудничество) для повышения интереса к своим проектам и высказанным в сюжете подкаста идеям. В последние несколько лет наблюдается любопытная тенденция коллективных подкастинговых проектов. В записи (аудио- или видео-формате) участвуют двое или трое популярных блогеров (лидеров мнений) или просто узнаваемых личностей. В ходе дискуссии рождаются любопытные тезисы, оживляющие беседу, чаще всего завершающуюся открытым финалом. Блогер ни в коем случае не стремится перетащить слушателя/зрителя на свою сторону, а лишь транслирует личную позицию с целью расширения экспертной базы для конкретной темы. Чем больше участников обсуждения в огромном дискуссионном поле – тем кейс важнее и перспективнее.

Прекрасно понимая современные тренды в медиа, к подкастам стали проявлять интерес и СМИ. Тенденция актуальна и на Западе, и в России. Широко известные проекты Arzamas, Meduza, РБК, «Дождь», Znak.com, GQ Russia и др. создали целые серии подкастов на тематику, которая отвечает их редакционным интересам. Если для Meduz'ы это оппозиционный кейс, то, к примеру, для GQ Russia – мода, стиль жизни и саморазвитие. Тем не менее наибольшая часть подкастов записана не на базе СМИ, в рамках инди-проектов (от англ. *indie* или *independent* – независимый). Ими занимаются блогеры, которые сами вкладываются в создание подкаста, тратят деньги на оборудование и запись, арендуют студию и приглашают гостей. В одном только сентябре 2021 года доля инди-подкастов от общего их числа составляла 75% [6]. В 2019 году журнал «Афиша» включил в свой топ инди-подкасты, посвящённые самым разным тематикам: от фото («Фотач») и неловких ситуаций в масс-медиа («Это провал») до феноменов семинаров и коуч-программ («Курсач»). Как видно из списка, инди-подкастеры не хотят ограничивать себя рамками – они поднимают всевозможные темы, в которых чувствуют себя наиболее уверенно [8].

Технологическая экосистема подкастинга сформировала вокруг себя целый пул экспертов-спикеров, регулярно выступающих на конференциях и

на научно-практических форумах. Профессиональные подкастеры заинтересованы в поисках финансирования для создания профсоюзов. Показателен пример Дэна Френкса, собравшего через сервис Kickstarter 30 тыс. долларов на создание Первой Национальной подкастинговой конференции [9]. В интервью изданию Huffpost он рассказал о своей концепции объединения соотечественников в альянс по взаимопомощи. Фрэнкс специализируется на бизнес-переговорах, а также регулярно консультирует интернет-инфлюенсеров. Несколько лет назад молодой человек создал подкаст Man Seeking Tomahawks, а позднее и целая онлайн-академия для начинающих блогеров. В России пока нет аналогов таких же «национальных конференций», однако можно с уверенностью спрогнозировать их появление в ближайшие несколько лет.

#### **Список используемых источников:**

1. Ростов питался иллюзиями независимого радио. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rostovnews.net/2013/08/31/rostov-pitalsya-illyuziyami-nezavisimogo-radio/#.UiJerAyZ\\_-Q.twitter](http://www.rostovnews.net/2013/08/31/rostov-pitalsya-illyuziyami-nezavisimogo-radio/#.UiJerAyZ_-Q.twitter) (дата обращения: 19.11.21).
2. The computer chronicles – The Internet (1993). [Электронный ресурс]. URL: [https://archive.org/details/youtube-U\\_o8gerare0](https://archive.org/details/youtube-U_o8gerare0) (дата обращения: 19.11.21).
3. Audible revolution. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theguardian.com/media/2004/feb/12/broadcasting.digitalmedia> (дата обращения: 19.11.21).
4. История подкастинга. Эра первая: Первопроходцы. [Электронный ресурс]. URL: <https://podfm.ru/istoriya-podkastinga-era-pervaya-pervoprohodcy/> (дата обращения: 18.11.21).
5. We're Entering the Era of Big Podcasting. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vulture.com/2019/09/podcasting-history-three-eras.html> (дата обращения: 19.11.21).
6. Apple Podcasts Statistics – Podcast Industry Insights. [Электронный ресурс]. URL: <https://podcastindustryinsights.com/apple-podcasts-statistics/> (дата обращения: 18.11.21).
7. Первое исследование количества подкастов на русскоязычном рынке. [Электронный ресурс]. URL: <https://podcasts.ru/pervoe-issledovanie-kolichestva-podkastov-na-russkojazychnom-rynke/> (дата обращения: 20.11.21).
8. 10 новых инди подкастов на русском языке и обо всем на свете. [Электронный ресурс]. URL: <https://daily.afisha.ru/brain/11545-10-novyh-indi-podkastov-na-russkom-yazyke-i-obo-vsem-na-svete/> (дата обращения: 20.11.21).
9. How The First Nation Podcasting Conference Launched With A \$30,000 Kickstarted Campaign. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.huffpost.com/entry/how-dan-franks-helped-lau\\_b\\_6014558](https://www.huffpost.com/entry/how-dan-franks-helped-lau_b_6014558) (дата обращения: 21.11.21).

## ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОГРАММ СТУДЕНЧЕСКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ НА САЙТАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Ю.А. Квасова**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Студенческая академическая мобильность является важной PR-технологией формирования имиджа учебного заведения в глазах целевых аудиторий. В статье рассматривается, как информация о программах обмена представлена на сайтах образовательных организаций, выделяются сильные и слабые стороны, а также даются рекомендации по её преобразованию.*

***PR-технология, академическая мобильность, программы студенческого обмена, виды академической мобильности, официальные сайты университетов***

С появлением тренда на глобализацию важным фактором при выборе учебного заведения является наличие международных связей. В настоящее время, когда предложение намного превышает спрос на рынке образования, учебным заведениям необходимо интенсивнее продвигать себя и свои услуги. Для повышения конкурентоспособности помимо традиционных средств рекламы вузы прибегают к использованию различных PR-технологий.

Термин «PR-технология» достаточно распространен в научной среде. Отечественный исследователь Д. П. Гавра определяет PR-технологию как «технология, позволяющую осуществлять контроль над внешними и внутренними коммуникациями субъекта связей с общественностью с целевыми аудиториями через средства PR» [1]. А. А. Калмыков и М. А. Денисова трактуют термин следующим образом: «PR-технология – это совокупность последовательно применяемых действий, мероприятий и средств, которые направлены на эффективное достижение целей и выполнение задач субъекта управления в установленное время и в установленном месте» [2].

На наш взгляд, сущностью PR-технологии является коммуникация организации или ее PR-подразделений с группами людей, чьи потребности они могут удовлетворить своими товарами или услугами за счёт поддержания доверительных взаимоотношений.

Для PR-технологии можно выделить субъект и объект. Субъектом технологий могут стать непосредственно те, кто осуществляет их применение, т. е. инициаторы продвижения: коммуникационные агентства, PR-специалисты или целые пресс-центры. Объектами, соответственно, будут являться те, на кого направлена PR-деятельность: целевые аудитории, СМИ, широкая общественность, государственные структуры и др.

Исследователи Е. А. Савченко и Т. П. Макарова подчеркивают огромное значение PR-технологий в установлении, поддержании и развитии продуктивной коммуникации организаций с общественностью [3]. PR в научной и образовательной сфере является неотъемлемым инструментом продвижения заведений как в стране нахождения, так и за рубежом. К технологиям связей с общественностью в образовательных заведениях относятся выставочные мероприятия, ярмарки, презентации, пресс-релизы и PR-статьи, научные публикации, организация научных конференций и форумов, публичные выступления представителей учебного заведения, академическая мобильность и др. Одним из наиболее действенных инструментов научного PR является академическая мобильность.

Понятие «академическая мобильность» не имеет общепринятой трактовки. С. И. Григашкина и С. М. Бугрова характеризуют академическую мобильность как «организованный процесс перехода обучающихся или сотрудников учебного заведения в другое местное или иностранное образовательное или научное заведение в образовательных целях (преподавания, проведения исследований) в рамках своей сферы деятельности с дальнейшим возвращением в первоначальное место обучения (работы)» [4]. Другие ученые рассматривают данный термин с точки зрения психологической готовности участников мобильности к перемещению, а также самого факта территориального перемещения в целях научно-образовательной деятельности студентов и профессорско-преподавательского состава [5].

На основе анализа научной литературы [6] нами были выделены следующие виды академической мобильности:

ТАБЛИЦА 1. Виды академической мобильности

<b>Критерий</b>	<b>Виды</b>
Субъект мобильности	Студенческая, магистрантская, аспирантская, профессорско-преподавательская
Количество участников мобильности	Индивидуальная, групповая
Масштабность реализации мобильности	Внешняя, внутренняя (региональная, межрегиональная)
Способ реализации мобильности	Очная, виртуальная
Цель мобильности	Образовательная, исследовательская, преподавательская, переподготовка, научная (участие в конференциях,

	симпозиумах, защита кандидатской/докторской диссертации)
Направление мобильности с точки зрения учебного заведения	Входящая, исходящая

Академическая мобильность обладает рядом функций, в число которых входит и улучшение имиджа учебного заведения. В настоящее время она обуславливает привлекательность университета на рынке образовательных услуг, которая выражается в выборе абитуриентами и студентами учебного заведения, а также страны для получения нужного диплома [7].

Для распространения информации о возможности участия в программах мобильности учебные заведения используют различные каналы коммуникации. Поскольку целевыми аудиториями коммуникации преимущественно являются абитуриенты и студенты, университеты ведут информационную работу в популярных социальных сетях и на официальном сайте.

Корпоративный сайт играет важную роль в формировании конкурентоспособности вуза на рынке образовательных услуг, а также способствует получению мирового признания учебного заведения как научно-образовательного центра. Эти факторы обуславливают размещение на сайте основной информации о вузе, его подразделениях и учебном процессе, включая студенческую мобильность. Нами были рассмотрены официальные сайты трех университетов города Санкт-Петербург (СПбГУ [8], СПбПУ [9] и ИТМО [10]), которые входят в топ-5 лучших университетов Санкт-Петербурга согласно QS World University Rankings [11], на предмет информационной представленности и презентабельности программ академической мобильности на данных интернет-площадках.

Можно выделить общие положительные стороны всех сайтов: наличие контактов для связи с международным офисом организации, использование раздела сайта или отдельного сайта для размещения информации, адаптация сайтов под мобильные устройства.

Главными отрицательными сторонами стали отсутствие отзывов и списка вузов-партнеров в открытом доступе.

На основе проведенного сравнительного анализа можно дать следующие рекомендации:

- университетам следует использовать больше визуальных материалов на сайте для улучшения восприятия информации через различные каналы;
- обязательно размещение на сайте гида или руководства с подробным описанием процесса подачи на участие в программах мобильности и раздела “часто задаваемые вопросы”, что позволит увеличить количество участников, а также снять часть нагрузки с международных отделов;

- необходимо пересмотреть структуру расположения информации на сайте, адаптировать ее под пользователей, а также проверить ссылки на кликабельность. Это целесообразно, так как доступность информации напрямую влияет на трафик сайта и количество целевых действий на нем;

- большим преимуществом стал бы раздел “отзывы” и размещение в нем впечатлений студентов, которые уже приняли участие в программах мобильности. Это важное социальное доказательство, которое побуждает потенциальных участников мобильности преодолеть возможные страхи;

- следует расположить на сайте ссылки на другие социальные сети вуза, которые связаны с распространением информации о программах академической мобильности, так как информация на различных платформах как правило не дублируется или подается в другом виде, что позволяет ознакомиться с ней более детально. Также, некоторые социальные сети дают возможность подписаться на оповещения о выходе новых постов, что позволит не пропустить важную информацию и обновления сообществ;

- желательно размещать контактные данные конкретных лиц, к которым можно обратиться в случае возникновения вопросов для эффективной коммуникации сторон;

- вузам следует размещать список вузов-партнеров в открытом доступе. В этом случае абитуриенты, их родители, студенты, спонсоры и другие заинтересованные стороны смогут получить понимание статуса учебного заведения и возможностей, которые оно предоставляет.

Присутствие образовательных заведений в интернет-пространстве обусловлено цифровизацией общества в целом. В ходе поиска наиболее эффективных точек соприкосновения с целевой аудиторией вузы используют различные digital-платформы: социальные сети, интернет-сайты и др. Однако не только нахождение в интернет-поле аудитории играет важную роль, также необходимо обратить особое внимание на качество предоставляемой информации и удобство ее поиска и обработки пользователем. Официальный сайт университета, его структура, доступность и простота навигации, полнота и презентабельность информации создают имидж самого учебного заведения. Соответственно, неудобный в использовании сайт будет препятствовать построению позитивного образа заведения и, возможно, отталкивать потенциальных студентов-участников программ обмена. Необходимо учитывать ряд критериев при создании сайта: использовать пошаговые гиды и руководства, разделять информацию по разделам, применять большое количество графического материала (фото, видео, инфографика), делиться в открытом доступе отзывами об участии в программах и информацией о вузах-партнерах. Все это будет способствовать формированию положительного имиджа учебного заведения и долгосрочного предпочтения со стороны не только абитуриентов, но и других приоритетных целевых аудиторий.



### **Список используемых источников:**

1. Гавра Д.П. / Социально-коммуникативные технологии: сегодня и завтра. PR диалог. – 2019. – № 2/3 (25/26). – С. 10-13
2. Калмыков А.А., Денисова М.А. / Системное описание PR-технологии. URL: <http://jarki.ru/wpress/2010/02/15/430/> (дата обращения: 17.11.2021)
3. Савченко Е.А., Макарова Т.П. / PR и PR-технологии: сущность, цели, задачи, функции // Образование. Наука. Научные кадры. – 2019. – №3 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pr-i-pr-tehnologii-suschnost-tseli-zadachi-funksii> (дата обращения: 16.11.2021).
4. Григашкина С.И., Бугрова С.М. / Академическая мобильность в вузе // УЭКС. – 2015. – №4 (76). – С. 1-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akademicheskaya-mobilnost-v-vuze>. (дата обращения: 16.11.2021)
5. Рязанцев С.В., Ростовская Т.К., Скоробогатова В.И., Безвербный В.А. / Международная академическая мобильность в России: тенденции, виды, государственное стимулирование // Экономика региона. 2019. – Т. 15. – № 2. – С. 420-435. URL: <http://doi.org/10.17059/2019-2-9>.
6. Провалинский Д.И. / Академическая мобильность в россии: теоретико-правовые вопросы и пути совершенствования // Общество: политика, экономика, право. – 2021. – №2 (91) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akademicheskaya-mobilnost-v-rossii-teoretiko-pravovye-voprosy-i-puti-sovershenstvovaniya> (дата обращения: 16.11.2021).
7. Ростовцева В.М., Извеков В.В. / Академическая мобильность студентов в контексте компетентного подхода: герменевтический аспект // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16346> (дата обращения: 17.11.2021).
8. Quacquarelli Symonds: QS World University Rankings 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2022> (дата обращения: 17.11.2021)
9. Санкт-Петербургский государственный университет Международная деятельность: Студенческая мобильность [Электронный ресурс]. URL: <https://ifea.spbu.ru/%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD> (дата обращения: 17.11.2021)
10. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра-Великого: Академическая мобильность [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spbstu.ru/international-cooperation/international-activities/academic-mobility/> (дата обращения: 17.11.2021)
11. Международная деятельность университета ИТМО: Международная мобильность [Электронный ресурс]. URL: [https://int.itmo.ru/ru/for\\_students](https://int.itmo.ru/ru/for_students) (дата обращения: 17.11.2021)

## ПРОДВИЖЕНИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА ПОСРЕДСТВОМ РЕКЛАМЫ И СВЯЗИ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ

**А.С. Кутасов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*В современном мире малый бизнес часто сталкивается с проблемой привлечения целевой аудитории. В связи с этим начинающему бизнесу необходимо заняться изучением своей целевой аудитории и способам ее привлечения. Для этого нужно разобраться, почему часто не удается вызвать интерес у потребителей, разобраться в работе таргетированной рекламы и узнать о способах продвижения с помощью современных технологий.*

*маркетинговая воронка, целевая аудитория, малый бизнес, реклама*

### **Маркетинговая воронка**

Как бизнес доносит до потребителя информацию о своих предложениях. В первую очередь потенциальный клиент должен узнать о вашем предложении. Пока этого не случилось, вы — вместе с вашим товаром или услугой — для него попросту не существуете.

Маркетинговая воронка – последовательность этапов привлечения покупателей. Она идет от первого контакта с брендом (или конкретным продуктом) до целевого действия (заявки, заказа). Такая последовательность визуализируется в форме воронки, так как на каждом последующем этапе количество людей уменьшается.

Воронки общего плана визуализируют полный путь пользователей: от самого первого контакта с брендом до покупки. Воронка для отдельного рекламного канала (например, для таргетированной или контекстной рекламы) может отображать только часть этого пути, так как пользователь может взаимодействовать с брендом в других каналах.

В зависимости от специфики бизнеса и продукта воронки могут отличаться, например иметь дополнительные этапы. Но базовая структура воронки почти всегда одинаковая (рис.1).



Рис.1. Маркетинговая воронка

Узнаваемость – на этом этапе пользователи с определенной потребностью или проблемой узнают о вашем продукте (который связан с этой потребностью или проблемой).

Интерес – на этот этап попадают пользователи, которые проявили интерес к продукту при первом контакте. Они хотят (или не против) узнать больше.

Принятие решения – на этом этапе пользователи уже знают о продукте и проблеме, которую он решает. Перед принятием окончательного решения они изучают возможные варианты: сравнивают ваше предложение с предложениями других компаний, подробно изучают характеристики и особенности продукта и т. д. Чем дороже и сложнее продукт, тем дольше времени может занимать этот этап.

Действие – Потенциальный клиент готов покупать. Ваша задача на этом этапе – подтолкнуть его к покупке.

Удержание/повторные продажи – последний, но не менее важный этап. Подразумевает повторные продажи тем, кто уже стал вашим клиентом. Пользователь уже знаком с вашим продуктом и компанией, а значит повторную продажу будет проще осуществить [2].

Маркетинговая воронка выполняет две важные функции:

- визуализацию пути пользователя от первого контакта до продажи. Это позволяет наглядно увидеть последовательность шагов и подготовить релевантную коммуникацию с потенциальными клиентами на разных этапах;
- постановку KPI и оценку эффективности. С помощью метрик эффективности можно находить узкие места в воронке, которые следует проработать, чтобы улучшить общие результаты.

Для донесения информации до потребителей используются радио и телевидение, печатная и наружная реклама, а также разнообразные приемы директ-маркетинга.

### **Почему не удается вызвать интерес**

Лишь немногие товары и услуги – такие, как продукты питания – требуются всем. В остальных случаях существует целевая аудитория – именно те люди, которые нуждаются в вашем предложении. Реклама маникюрного салона не представляет интереса для мужчин. Магазин рыболовных товаров бессмысленно рекламировать в журнале для молодых мам. Тем, кто не пьет ничего крепче чая, бесполезно предлагать алкоголь, а реклама ювелирного салона окажется неэффективной среди лиц с низким уровнем дохода. Чтобы реклама привлекала потребителей, требуется ее таргетирование, т. е. нацеливание на нужную целевую аудиторию — лиц, потенциально заинтересованных в приобретении данного товара или услуги.

Целевой аудиторией считаются люди, которые:

- являются хотя бы эпизодическими потребителями подобной продукции;
- физически способны воспользоваться предложением;
- соответствуют определенному полу и возрасту;

- имеют определенный доход.

Попытки предложить ненужный товар, слишком дорогой или слишком дешевый товар, а также товар, которым адресат не сумеет воспользоваться не принесут желаемого результата, а лишь наоборот, могут оттолкнуть покупателя.

Рекламу можно нацеливать на нужную аудиторию по таким критериям, как местонахождение потребителя (геотаргетинг), его пол, возраст, уровень дохода, профессиональные и личные интересы. В некоторых случаях может оказаться полезным выбор языка, на котором общается адресат [1].

### **Как современные технологии позволяют выйти на целевую аудиторию**

Реклама в сети Интернет, адресные рассылки по электронной почте и СМС-рассылки обходятся очень дешево и позволяют выбирать адресатов по множеству параметров, включая местоположение и интересы.

Информацию об уровне доходов, интересах и потребительских привычках получить очень непросто. Сегодня для этого применяются современные технологии анализа больших объемов данных (Big Data). У небольших компаний не так много возможностей получить доступ к огромным массивам информации, но это не значит, что малому бизнесу нужно отказываться от высоких технологий.

Сейчас небольшое предприятие и даже индивидуальный предприниматель может самостоятельно запустить рекламу, учитывающую множество данных о нужном ему клиенте. Для продвижения малого бизнеса достаточно воспользоваться специальным сервисом, позволяющим самостоятельно настраивать и запускать кампании. Сейчас такие сервисы активно развиваются – например, в Скандинавии доступ к таргетированному продвижению дает платформа Upsales.

В России же по такому принципу работает «МТС Маркетолог». В нем можно задать не только требуемые пол и возраст, но и интересы, рассчитанный при помощи специальных алгоритмов уровень его дохода и даже места, которые он посещает, – в общей сложности более чем 120 параметров, которые подбираются на основе больших данных. В качестве каналов коммуникации можно выбрать как мобильные инструменты (SMS, Viber, E-mail), так и медийные (баннеры или реклама в социальных сетях).

### **Список используемых источников**

1. Продвижение малого бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/putevoditel/biznes/prodvizhenie-malogo-biznesa/> (дата обращения 12.11.2021).
2. Воронка в таргетированной рекламе: особенности, метрики [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.click.ru/target/targetirovannaya-reklama/> (дата обращения 12.11.2021).

## ПРОДВИЖЕНИЕ НОЧНОГО ТУРИЗМА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**Г. Менабдишвили, А.С. Сафонова**

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

*Туризм – динамично развивающаяся отрасль российской экономики. Наряду с разнообразием туристических продуктов в Санкт-Петербурге существует такой нереализованный вид туристической отрасли как ночной туризм. Санкт-Петербург – это город с развитой инфраструктурой, сложившемся брендом и высокой узнаваемостью за рубежом, обладающий значительным потенциалом в развитии такого вида туристического направления как ночной туризм.*

***туризм, территориальный брендинг, ночной туризм, продвижение, Санкт-Петербург***

С конца XX столетия российская индустрия туризма активно развивается в соответствии с глобальными трендами, продвигая отечественные туристические продукты не только среди иностранной целевой аудитории, но и среди соотечественников. Стратегическое развитие и регулирование индустрии туризма в России происходит на государственном уровне с учетом пожеланий и требований представителей горизонтального и вертикального уровней отрасли, а также потребителей туристических услуг. Несмотря на деструктивные последствия пандемии и последующие ограничения в целях нераспространения новой коронавирусной инфекции, практически во всех сферах социально-экономической деятельности бизнеса и общества, представители туристической отрасли работают над устойчивостью и диверсификацией туристических решений на территории РФ для местных и иностранных путешественников.

Сегодня Россия одна из лидирующих экономик в мировом туризме, предлагающая разнообразные туристические продукты как в крупных городах миллионниках, так и в небольших, удаленных регионах. За период активного развития и становления отрасли сформировано портфолио разных туристических решений: деловой туризм, медицинский туризм, образовательный туризм, рекреационный туризм, круизный туризм, культурно-просветительный туризм, детский туризм и т.д. Для России также характерно аккумуляция разновидностей туристических направлений в таких крупных городах как Санкт-Петербург: здесь развит культурно-просветительный, круизный, развлекательный, рекреационный, деловой, инвестиционный туризм и т.д. В представлении местных жителей и гостей города образ Санкт-Петербурга – это белые ночи, музей, алые паруса, развод мостов, памятники культуры и архитектуры. По мнению авторов, существует

еще один нереализованный вид туризма в Санкт-Петербурге – это ночной туризм. Под термином «ночной туризм» мы понимаем совокупность всех возможных ночных туристических направлений для досуга, развлечения и времяпровождения, количеством которых Петербург не отстает от зарубежных «коллег». В городе представлены всевозможные варианты ночного досуга и отдыха: прогулки по рекам и каналам, разведение мостов, культурные мероприятия, белые ночи, бары, рестораны, кафе, дискотеки т.д.

Актуальность продвижения ночного туризма в г. Санкт-Петербург подкреплена данными *PwC Global Entertainment and Media Outlook*, согласно которым российский рынок индустрии развлечений является самым динамичным среди регионов Восточной Европы, Среднего Востока и Африки, хоть и отстает от западных стран [1]. По версии *World Travel Awards* Петербург получил звание «Ведущего города Европы с культурно-историческим наследием 2021» [2]. Данные факты позволяют выдвинуть гипотезу, что Санкт-Петербург представляет собой город со значительным потенциалом, инфраструктурой, сложившемся брендом и узнаваемостью за границами России, для развития нового вида туристического направления – ночного туризма.

Несмотря на отрицательный эффект от коронавирусных ограничений на индустрию ночных заведений, статистика, опубликованная аналитиками «СберИндекса», позволяет прогнозировать позитивный рост данной отрасли в будущем. «После снятия ограничений на ночную работу кафе и ресторанов в Санкт-Петербурге 30 января 2021 гг., доля клиентов после 23:00 выросла с 4.8% в начале года до 6.6% 30-31 января по сравнению с показателем 2020 гг. – 8.3%. Также был зафиксирован рост среднего чека до уровня 2020 гг. – 33%, от 600 рублей до 798 рублей [3].

В конце XX столетия в области брендинга и бренд-менеджмента появилась концепция – «продвижения территорий», которая подразумевает продвижение городов, стран и отдельных мест с целью повышения уровня привлекательности территории для туристических и экономических деятельности, инвестиций, повышения дохода и уровня жизни граждан [4]. Продвижение ночного туризма в г. Санкт-Петербург тесно взаимосвязано с территориальным брендингом. Понятие бренд города многогранное и неоднозначное. Например, исследователи Тиму Миоланен и Сеппо Райнисто определяют его как впечатление, которое город производит на целевую аудиторию, и сумму «всех материальных и символических элементов, которые делают город уникальным» [5]. В тоже время, бренд города – это не только выявление его уникальности, а формирование ассоциаций [6]. Это то, как целевая аудитория воспринимает его в своем сознании. Необходимо правильное построение идентичности бренда и подкрепление его соответствующими усилиями и политикой регионального стратегического развития [7].

Для продвижения ночного туризма в г. Санкт-Петербург, по мнению авторов, необходимо:

1. Изучить инфраструктурное развитие города с точки зрения доступности и безопасности;
2. Исследовать стейкхолдеров территориального брендинга, а именно: СМИ, бизнес, инвесторы, жителей и государственные институты.
3. Изучить существующую коммуникационную базу сегмента ночных развлекательных услуг.
4. Провести ситуационный анализ текущего положения ночного туризма.
5. Изучить мотивационный базис выбора объектов ночного туризма целевой аудиторией.
6. Разработать рекомендации по продвижению ночного туризма в г. Санкт-Петербурге.

Несмотря на высокую конкуренцию, сфера ночных заведений Санкт-Петербурга довольно многогранна. Разные сегменты аудитории могут найти подходящие для себя времяпрепровождение, исходя из интересов, предпочтений, тематики и финансовых возможностей. Для продвижения ночных заведений необходимо идентифицировать самые развитые районы с точки зрения доступности инфраструктуры для развлечения. Согласно аналитике Яндекса, Центральный, Адмиралтейский и Петроградский районы приходятся самыми удобными с точки зрения шаговой доступности для развлечения. Процентное соотношение культурно-развлекательных заведений в этих районах колеблется между 94%-96%, свидетельствуя о том, что в данных пунктах находится наибольшее количество досуговых организаций. Одновременно, эти районы являются самыми привлекательными и наиболее посещаемыми в г. Санкт-Петербург.

В словаре по связям с общественностью продвижение определяется как любая форма информирования потребителей о товарах, услугах и деятельности компании [8]. Ниже представлен медийный анализ онлайн ресурсов «сайтов-отзывиков».

ТАБЛИЦА 1. Медийный анализ сайтов-отзывников Санкт-Петербурга

Ключевой запрос: «Ночная жизнь в Санкт-Петербурге»	Ключевой запрос: «Night life in St. Petersburg»
Площадка:	Площадка:
<a href="https://www.tripadvisor.ru">https://www.tripadvisor.ru</a>	<a href="http://www.nightlife-cityguide.com/en/guide-nightlife/vita-notturna-san-pietroburgo-nightlife-discoteche-locali/">http://www.nightlife-cityguide.com/en/guide-nightlife/vita-notturna-san-pietroburgo-nightlife-discoteche-locali/</a> . (2016)
<a href="https://kudago.com/spb/activity/at-night/">https://kudago.com/spb/activity/at-night/</a>	<a href="https://www.10best.com/destinations/florida/st-petersburg/nightlife/best-nightlife/">https://www.10best.com/destinations/florida/st-petersburg/nightlife/best-nightlife/</a>
<a href="https://kuda-spb.ru/place/club/">https://kuda-spb.ru/place/club/</a>	<a href="https://www.likealocalguide.com/st-petersburg/nightlife">https://www.likealocalguide.com/st-petersburg/nightlife</a>
<a href="https://www.restoclub.ru/spb/search/kluby-peterburga">https://www.restoclub.ru/spb/search/kluby-peterburga</a>	<a href="https://www.expresstorussia.com/guide/st-petersburg-s-nightlife.html">https://www.expresstorussia.com/guide/st-petersburg-s-nightlife.html</a>
<a href="https://spb.zoon.ru/night_clubs/">https://spb.zoon.ru/night_clubs/</a>	<a href="https://www.worldtravelguide.net/guides/europe/russia/st-petersburg/nightlife/">https://www.worldtravelguide.net/guides/europe/russia/st-petersburg/nightlife/</a>
<a href="https://www.corinthia.com/ru/st-petersburg">https://www.corinthia.com/ru/st-petersburg</a>	<a href="https://theculturetrip.com/europe/russia/articles/an-insiders-guide-to-st-petersburgs-nightlife/">https://theculturetrip.com/europe/russia/articles/an-insiders-guide-to-st-petersburgs-nightlife/</a>

Выявлены основные проблемы подобных сайтов как на английском, так и на русском языках:

1. Отсутствие возможности автоматического перевода информации на сайте на английский язык. Вследствии этого, данные ресурсы не рассчитаны для пользования иностранными гостями и жителями.

2. Устаревшая информация говорит о том, что владельцы сайтов не обновляют и не актуализируют данные. Отсутствие систематического обновления может привести к заблуждению гостей и жителей города, вызывая негативные эмоции и впечатления. Также, это говорит об отсутствии контроля над контентом со стороны игроков туристического и развлекательного бизнеса.

3. Отсутствие классификаций заведений по интересам и запросам усложняет поиск нужного заведения (бара, ресторана, клуба и т.п.), что требует от пользователей траты большего времени и ресурсов.

Для выявления потенциальных проблем и нереализованных перспектив в процессе продвижения ночного туризма в г. Санкт-Петербург, авторами был проведен ситуационный анализ. Результаты представлены в SWOT-таблице.

ТАБЛИЦА 2. SWOT-анализ сегмента ночных заведений в г. Санкт-Петербург

Сильные стороны	Слабые стороны
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Развитая инфраструктура</li><li>2. Большой выбор заведений</li><li>3. Наличие дополнительных отраслевых услуг, например: тур по барам.</li><li>4. Интересный интерьер заведений.</li><li>5. Доступные цены.</li><li>6. Интеграция в социальных сетях.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Отсутствие рекламы ночного туризма.</li><li>2. Неэффективно построенная коммуникация.</li><li>3. Отсутствие стратегического планирования на административном уровне города.</li><li>4. Проблемы с безопасностью посетителей.</li><li>5. Некачественные сайты-отзовики.</li><li>6. Отсутствие единой стандартизаций рынка (мобильное приложение, сайт).</li><li>7. Нехватка информации на иностранных языках.</li></ol>
Возможности	Угрозы
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Большой потенциал для продвижения ночного туризма в г. Санкт-Петербурга.</li><li>2. Постепенный позитивный рост количества туристов (местных, иностранных) в периоде пост пандемии.</li><li>3. Узнаваемость Санкт-Петербурга за рубежом.</li><li>4. Устойчивый бренд Санкт-Петербург.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Введение ограничительных мер на деятельность ночных заведений в связи с новой волной <i>Covid-19</i>.</li><li>2. Смена предпочтении туристической дестинации после открытия границ.</li></ol>



В заключении, авторами предложено несколько рекомендаций по продвижению ночного туризма в г. Санкт-Петербург:

1. Работа со СМИ и лидерами мнений;
2. Проведение рекламной кампании в российских и зарубежных источниках;
3. Разработка и внедрение единой стандартизированной онлайн платформы с актуальной информацией;
4. Создание и популяризация единого хештега для социальных медиа;
5. Сотрудничество с Комитетом по развитию туризма Санкт-Петербурга по разработке дорожной карты стратегического развития ночного туризма.

#### **Список используемых источников**

1. Global Entertainment & Media Outlook 2018–2022. Trending now: convergence, connections and trust. [Электронный ресурс] // PwC Global. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/media/outlook.html/> (дата обращения: 11.11.21).
2. Петербург признали лучшим городом Европы для коротких поездок [электронный ресурс] // Коммерсант. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5048836> (дата обращения 11.11.2021)
3. Ночная жизнь Москвы и Санкт-Петербурга после смягчения ограничений. [электронный ресурс] // Сбер Индекс. URL: <https://sberindex.ru/ru/researches/nochnaya-zhizn-moskvu-i-sankt-peterburga-posle-smyagcheniya-ogranichenii> (дата обращения 11.11.21).
4. Пашкус В.Ю., Пашкус Н.А., Пашкус М.В. Формирование сильного культурного бренда Санкт-Петербурга // Региональная экономика: теория и практика. 2016. №2 (425).
5. Moilanen T., Rainisto S. How to Brand Nations, Cities and Destinations // A Planning Book for Place Branding. Palgrave Macmillan, 2009, 230 p.
6. Braun E., Kavaratzis M., Zenker S. My City – My Brand: The Role of Residents in Place Branding // Journal of Place Management and Development, 2013, vol. 6, no. 1, pp. 18–28.
7. M. Kavaratzis, M.J. Hatch, The Dynamics of Place Brands: An identity Based Approach to Place Branding Theory, Marketing Theory, 13 (1) (2013) 1— 18.
8. Васильев В.Н. Техника продвижения товаров и услуг на рынок // Российское предпринимательство, 2000. Том 1. No 10. С. 54-59.

## РАЗВИТИЕ РЫНКА ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В ПЕРИОД ОГРАНИЧЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПАНДЕМИЕЙ COVID-19

**В.Н. Николаев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрено современное состояние рынка деревянных домов, а также изучен вопрос функционирования компаний деревянного домостроения в период правительственных ограничений, введенных из-за пандемии коронавируса, методы кризисного управления и возможности использования ситуации для извлечения максимальной выгоды из априори неблагоприятных условий.*

### *деревянное домостроение, ограничения, COVID-19*

Пандемия COVID-19 вызвала огромный ряд серьезных изменений практически во всех сферах жизни. В первую очередь изменения спровоцированы ограничениями, которые правительства различных стран – в том числе России – ввели с целью предотвращения коллапса системы здравоохранения.

Если для большинства сфер экономики коронавирус стал тяжёлым испытанием, вызвав много трудностей, то для сферы деревянного домостроения всё обстоит совсем по-другому. Хотя для рынка деревянного домостроения, как и для всего лесопромышленного комплекса, карантин, вызванный пандемией коронавируса и стал настоящим испытанием, вместе с этим это вызвало настоящий бум спроса на деревянные дома в России.

Стоит отметить, что рост спроса на деревянные дома был и до пандемии. Если тогда рост ввода деревянных домов в 2019 году составил более 22% в годовом исчислении, то с началом пандемии этот показатель вырос на 15%, из-за чего доля деревянного домостроения увеличилась с 34 до 37% [1]. Одним из последствий пандемии стал скачок спроса на индивидуальное загородное жилье из дерева. За городом люди чувствуют себя безопаснее.

Ассоциация деревянного домостроения (АДД) в прошлом году отмечала, что с началом эпидемии коронавируса целый ряд ведущих компаний отрасли отметили резкий рост обращений по поводу строительства деревянных домов. Количество заявок на строительство деревянных домов в марте - апреле 2020 года выросло на 30% в сравнении с аналогичным периодом прошлого года. В течение полугода общий объем производства, возведения и продаж такого жилья вырос на 10 - 15%. Показатели увеличились за счет реализации отложенного спроса, который подстегнула изменчивость валютных курсов. В условиях самоизоляции из-за карантина многие россияне поняли, что им хотелось бы иметь загородное жилье [2].

Член правления АДД Максим Молчанов отмечал, что в большинстве регионов строительство все равно продолжалось, и рынок строительных

конструкций поддерживался спросом, вызванным пандемией. Для многих стало жизненно необходимой целью обзавестись какой-то загородной недвижимостью, чтобы в случае карантинных ограничений не оставаться в городских бетонных клетках. Сейчас большинство производителей клееного бруса и домов из него получили заказы на три-четыре, а кто-то даже на пять месяцев вперед. [2].

Примечательно, что государство в последнее время стало больше уделять внимание спросу деревянных домов на рынке, поддерживая предприятия лесопромышленного комплекса, улучшая правовую базу и запуская программу субсидирования ипотеки на частные дома. Рассматривая загородную недвижимость в качестве вложения накоплений, выбор делают в пользу индивидуального дома как наиболее ликвидного объекта. Индивидуальные домовладения в условиях дистанционной работы и вынужденной изоляции оказались наиболее предпочтительными объектами для проживания. Для горожан наличие загородного дома стало более актуальным, корректируются планы и по покупке первого собственного жилья. Человек хочет ощущать себя в безопасности, иметь больше пространства для жизни. Покупатели уделяют все больше внимания дизайну, качеству и энергоэффективности и экологичности будущего строения, поэтому наименее популярными в прошедшем сезоне были дома без отделки и строительство из цельной древесины (оцилиндрованного бревна, лафета, строганого бруса). Зато все чаще заказывают деревянный дом под ключ [3]. По данным опроса домостроительных компаний, ограничения, связанные с пандемией, стали основной причиной повышения спроса на деревянные дома.

Но несмотря на огромный рост деревянных домов в стране, применение продукции деревянного домостроения в жилищном строительстве сейчас составляет всего 10%. При этом в Канаде и северных европейских странах этот показатель превышает 40%, иногда даже до 60% [4]. Кроме этого, эксперты отмечали к началу 2021 года, что количество заказов за последний год увеличилось у 83% компаний отрасли, а у 17% осталось на том же уровне. При этом цены на материалы и работы повысились в среднем на 20–30%. Из-за изоляции стран и закрытия границ при пандемии отмечается дефицит рабочей силы.

Спрос сместился в сторону домов меньшей площади, как уверяют почти в половине компаний. В 25% компаний площадь заказываемых домов не изменилась, строительство ведется по типовым проектам. И лишь 16% опрошенных получили портфель заказов на строительство домов большого метража [5].

На текущий момент, деревянное домостроение продолжает занимать существенную долю в сегменте загородного строительства, а с усилением тренда на экологичность, развитием современных технологий производства стройматериалов из древесины популярность деревянных домов продолжает только нарастать. Кроме этого на всём рынке лесной промышленности

наблюдается стремительный рост вакансий на работников. Причём работодатели ищут работников из разных профобластей, от производителей до маркетологов [6].

Условия рынка постоянно меняются и компаниям деревянного домостроения приходится постоянно подстраиваться под постоянно меняющиеся повестку и демонстративно проявлять свою гибкость.

Методы кризисного управления в контекст сегодняшнего состояния отрасли деревянного домостроения обычно подразделяются на два способа:

1) Продвижение через агентство. Самый простой шаг с точки зрения организации, однако сулящий серьёзные финансовые потери (на оформление и продвижение сайта и групп в социальных сетях, контекстную рекламу, конкурентный анализ и т.д.). Такой способ используется компаниями, которые имеют достаточно средств на продвижение, такие как ESG [7] и WoodMark [8].

2) Самостоятельное продвижение. Самый дешёвый вариант, который предполагает бесплатное продвижение с помощью работников компаний. Как правило, этот путь продвижения используется компаниями, которые не имеют достаточно средств на рекламу. В качестве каналов продвижения, в основном, используются контекстная реклама, оформление и продвижение сайта, поскольку эти способы позволяют не пустить деньги на ветер.

Вариантов решения проблем, возникающих из-за очевидной непредсказуемости глобальной эпидемиологической обстановки, множество – как в целом, так и в частности. В данной статье мы рассмотрели самые распространённые подходы, однако данный вопрос требует более детального изучения и анализа постфактум – после окончательного завершения пандемии и снятия соответствующих ограничений. Таким образом, в текущих кризисных условиях отрасль деревянного домостроения столкнулась с существенными трудностями, но при этом деревянное домостроение смогло вызвать бум спроса среди населения.

Продолжение ограничений из-за COVID-19 может усугубить ситуацию, вытеснив слабые компании деревянного домостроения с рынка, а при нормализации ситуации стоимость деревянных домов может возрасти у некоторых фирм, поскольку потребуется компенсировать недополученную прибыль. С другой стороны, кризисные условия способствуют поиску новых форм и методов проведения мероприятий и их монетизации, что в свою очередь может способствовать выходу индустрии на новый уровень.

#### **Список используемых источников:**

1. В 2020 году в России резко вырос спрос на деревянные дома [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/news.html?id=13649> (Дата обращения: 04.11.2021);
2. Пандемия подхлестнула тренд на деревянные дома [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/daily/21712099/4338319/> (Дата обращения: 04.11.2021);
3. Строительство из древесины: тенденции развития [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6019> (Дата обращения: 05.11.2021);

4. Куда ветер подует? Предложения в стратегию развития лесного комплекса до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5811> (Дата обращения: 05.11.2021);
5. Деревянное строительство в России. Ситуация к началу 2021 года [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5884> (Дата обращения: 05.11.2021);
6. Почти 10 тысяч россиян ищут работу в лесной промышленности [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6058> (Дата обращения: 06.11.2021);
7. Esg-moscow.ru – строительная компания [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hay-studio.ru/portfolio/esg> (Дата обращения: 06.11.2021);
8. Кейс по продвижению строительства домов из бруса [Электронный ресурс]. URL: <https://up-advert.ru/derevo/> (Дата обращения: 06.11.2021);

## ПРОДАКТ-ПЛЕЙСМЕНТ В СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ НОВОГОДНИХ ФИЛЬМАХ

**А.В. Тертычная, К.Е. Демидчик**

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск

*Продакт-плейсмент является одним из популярных видов скрытой рекламы, которая размещается в кино и телефильмах, передачах, мультипликации. Продакт-плейсмент направлен на привлечение внимания потребителя в условиях, когда прямая реклама неохотно просматривается зрителем. Особенно благоприятным периодом кинопросмотра являются новогодние каникулы, когда потребители проводят довольно много времени у экранов и размещение рекламы в новогодних фильмах может напоминать о брендах и встраивать их в контекст новогоднего праздника. Данная работа направлена на изучение использования продакт-плейсмента в современном российском кино.*

### **реклама, продакт-плейсмент, новогодние фильмы**

В настоящее время все больше абонентов предпочитают для получения медиаконтента использовать мобильные устройства. По статистике Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ объемы данных, переданных с использованием мобильных устройств, с каждым годом неуклонно растут [1], что представлено на рис. 1.

Интеграция рекламы в кино стала одной из неотъемлемых частей современного общества. Первая скрытая реклама в России была использована в фильме «Иван Васильевич меняет профессию» (1973 г.). Прибыль от скрытой рекламы в фильме может полностью окупить фильм еще до начала проката его в кинотеатре. Поэтому зритель во время просмотра фильма может увидеть множество знакомых брендов.

Американский исследователь Мэри-Лу Галисиан утверждает, что продакт-плейсмент предполагает интеграцию брендов в сюжет фильма в обмен на денежное или иное вознаграждение, а также утверждает, что традиционно продакт-плейсмент определяется как система манипулирования средствами телевидения и художественного кино [1]. Ф. Котлер описывает продакт-плейсмент как технологию размещения товара, которая применяется продюсерами в кинофильмах для продвижения товара [1].

В России исследованию технологии product-placement посвящены работы М.М. Кузовлева, В. Л. Музыканта, П. А. Киселевой, О. П. Березкина и др. [2].

Самое популярное применение product-placement наблюдается в киноиндустрии. Это довольно эффективный способ продемонстрировать тот или иной товар, пока потребитель наблюдает за сюжетом фильма, один из актеров начинает упоминать о продукте [3].

Изучение продакт-плейсмента проводится при просмотре фильма и фиксации как, когда и при каких обстоятельствах бренд появляется на киноэкране. Привлечение именитых актеров может помочь в распространении скрытой рекламы [4]. А. Оришев в работе «Экономика и рекламные технологии: продакт-плейсмент» говорит о том, что в России продакт-плейсмент преподносится как альтернатива прямой рекламе, способ избежать так называемого «рекламного фильтра», который неизбежно образуется в сознании потребителя, старающегося защититься от непрерывного потока информации. Данная технология уже давно доказала свою действенность, и многие компании готовы платить миллионы долларов за размещение своей продукции в крупнобюджетном фильме [5].

К.С. Каюдина в статье «Скрытая реклама в российских кинофильмах» раскрывает тему типов продакт-плейсмента в российском кино. Существует три вида скрытой рекламы: визуальная, аудиальная и казуальная. С их помощью product placement выполняет свои рекламные функции и активно используется в сети Интернет, на радио, телевиденье и в кинематографе [6]. Бакеева Д.А., Яшина А.Р. приводят примеры Food-контента в формате отдельной рекламы или внутри передач, а food-маркетинг рассматривают как одну из наиболее популярных тем в информационном пространстве [7].

Е.А. Пашина раскрывает тему скрытой рекламы как технологии управления массовым сознанием и покупательским поведением. От постоянного присутствия рекламы общество устает. Уровень доверия к прямой рекламе падает (с доверием относится не более 20% россиян) и общество начинает игнорировать рекламные сообщения. В связи с этим возникла необходимость применения скрытой неназойливой рекламы, которая уместно рассказывает о товаре в тот момент, когда вовсе не ждешь. Наибольшее распространение технология скрытой рекламы нашла в киноиндустрии, потому что это эффективный способ продемонстрировать товар в момент, когда потребитель наблюдает за картиной фильма, а один из актеров упоминает о продукте, который подсознательно откладывается у зрителя [8].

Е.А. Свиридова и Р.Х. Тюрязев рассматривают правовые аспекты использования продакт-плейсмента [9,10].

Методология. Интерес для данной работы представляет продакт-плейсмент в российском кинематографе. Для исследования в выборку были включены российские новогодние фильмы, которые были сняты в период с 2015 по 2020 год. Фокус исследования: скрытая реклама, представленная в данных фильмах. Цель исследования: изучить использование продакт-плейсмента в современном кинематографе на примере новогоднего кино. Для того чтобы сделать выборку фильмов были изучены рейтинги на стриминговых платформах ИВИ и Кинопоиск. Было выявлено, что лидерами в выбранной категории являются фильмы из кинофраншизы Ёлки. В выбранный для исследования временной отрезок входят такие фильмы, как Ёлки 5 (2016) и Ёлки Последние (2018), которые и стали предметом для

дальнейшего изучения. За единицу измерения было взято наличие бренда в кадре.

Результаты. Исследование показало, что использование скрытой рекламы в российском кинематографе является весьма популярным приемом, в особенности в новогодних фильмах, которые собирают большое количество просмотров в кинотеатрах.

Фильм «Елки 5» показывает в кадре продакт-плейсмент каждые 3-10 минут. Скрытую рекламу в нем можно отнести к эпизодической. Это говорит о том, что режиссер вставлял скрытую рекламу в фильм плавно, чтобы не вызвать резонанс в глазах зрителя. Рекламуемые бренды не связаны напрямую с сюжетной линией фильма, поэтому практически не заметны и грамотно расставлены по всей кинокартине. Бренды почти не повторяются и стараются не делать на себе большой акцент. В таблице 1 приведен перечень брендов, время и способ их демонстрации в фильме «Елки 5».

ТАБЛИЦА 1. Продакт-плейсмент в фильме «Елки 5»

Продукт	Момент	Как показан
Авиакомпания S7 Airlines	09:04	Взлет самолета
Квадрокоптер Phantom4 x54	11:07	Распаковка новогоднего подарка
Перекресток супермаркет	13:31	Распаковка продуктов из фирменных пакетов магазина
Коровка конфеты	17:40	Сворачивание фантика
Авиакомпания ГазпромАвиа	22:25	Приземление вертолета
Перекресток супермаркет	27:54	Видео со скрытой камеры в магазине
Соц.сеть ВКонтакте	30:43	Показана личная страничка
Яндекс такси	36:05	Вызов такси
Газета Комсомольская правда	37:27	Чтение газеты
Rutube российский видеохостинг	39:07	Показано видео с пингвином
Google поисковик	43:07	Аудио запрос в поисковике
Яндекс такси	46:59	Машина приехала к месту назначения
Шампанское Лев Голицын	58:32	Шампанское охлаждается в снегу
Сок J7	1:09:26	Девушка держит сок в руках, далее пьет

Фильм «Елки Последние» имеет большее количество продакт-плейсмента. Показ брендов в кадре не очень плавный, т.к. время показа рекламы варьируется от 30 секунд до 20 и более минут. Две новеллы полностью завязаны на одном конкретном бренде, поэтому зритель наблюдает одну большую скрытую рекламу на протяжении всего фильма, где история возвращается к героям, которые обитают в локации бренда. Это делает рекламу более навязчивой, чем в предыдущем фильме. Можно заметить, что режиссер пытается внедрить продакт-плейсмент в историю фильма и сделать его менее заметным для зрителя, но настолько узнаваемые бренды все же бросаются в глаза. Что касается эпизодической скрытой рекламы, то она внедрена более плавно, и для зрителя не знакомого с брендом может быть даже незаметной. В таблице 2 приведен перечень брендов, время и способ их демонстрации в фильме «Елки последние».



ТАБЛИЦА 2. Продакт-плейсмент в фильме «Елки последние»

Продукт	Момент	Как показан
Магазин Эльдорадо	1:47 3:13	Логотип магазина выведен на экран телевизора на заднем плане Герой фильма одет в униформу с эмблемой магазина
Сбербанк	3:49 4:25	Героиня фильма работает в банке, одета в униформу, находится в одном из офисов банка логотип банка крупным планом
РЖД	с 07:31	Логотип компании на поезде на заднем плане Одна из новел фильма происходит в поезде, где периодически видна символика компании на заднем плане
Газета Комсомольская правда	07:58	Газета в руках у героини крупным планом
Макдональдс	9:40 9:44 21:40 50:00	Герои в униформе вывеска крупным планом Одна из новел происходит в одном из ресторанов, где периодически всплывает символика компании на заднем плане
Авиакомпания S7 Airlines	17:30 18:41	Объявление посадки самолета по громкоговорителю в аэропорту герои внутри самолета
Чупа-чупс	20:23	Героиня ест мармелад этикетка строго в камеру
Соц.сеть Одноклассники	45:33	Герои передают историю через соц.сеть
Apple	46:27	Ноутбук, который использует герой логотип в камеру
Беру!	50:10	Герои используют мобильное приложение
Русское радио	58:00	Сингл на фоне разговора
Социальная сеть ВКонтакте	58:10	Герой использует соц.сеть, отправляет сообщения и слушает музыку
LG	01:01:19	Коробка из-под телевизора в кадре
Сервис docdoc от Сбера	01:05:04	Консультация врача с пациентом онлайн
Мобильное приложение Сбер	01:05:52	Герой открывает приложение на смартфоне
Modi	1:07:52	Пакет магазина моды на заднем плане
Шампанское Лев Голицын	1:12:01	Шампанское в руках у героини этикеткой в кадр
Такси Ситимобил	1:16:08	Машина с логотипом, на которой герои уезжают в аэропорт

Продакт-плейсмент в современных новогодних российских фильмах используется достаточно широко. В фильмах рекламируются бренды, хорошо известные потребителям, в особенности жителям столицы и больших городов. Продакт-плейсмент включен в истории фильмов, и иногда даже имеет влияние на сюжет. Чем старше фильм, тем меньше по объему и частоте в нем продакт-плейсмента. Рекламуемые бренды имеют громкое имя на рынке и пользуются уважением у потребителя. Их рекламу зритель может видеть на многих площадках, поэтому их размещение в популярном кинопроекте может быть рассмотрено как эффективный рекламный прием.

### **Список используемых источников:**

1. Иванова А. А. Прикладные аспекты применения продакт плейсмент на российском телевидении / А. А. Иванова // Вопросы теории и практики журналистики. — 2016. — Т. 5, № 1. — С. 81–99. — DOI : 10.17150/2308-6203.2016.5(1).81-99.
2. Пинчук О.В. Явление product placement в мультипликационном телевизионном контенте: типология и анализ // Знак: проблемное поле медиаобразования. – 2018. – № 1 (27). – С. 34-40.
3. Тисенкова О.А., Мельникова С.А. Product Placement: технология скрытой рекламы // Проблемы экономики и менеджмента. – 2016. – № 5 (57). – С. 120-125.
4. Бабичева А.А., Шинков М.А. Использование product placement в фильме «Кадры» // Ученые записки орловского государственного университета– 2016. – № 1 (70). – С. 59-60.
5. Оришев А.Б. Экономика и рекламные технологии: продакт-плейсмент. Бизнес и дизайн ревью. – 2017. – №1 (5).
6. Каюдина К.С. Скрытая реклама в российских кинофильмах // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – №12 (29). – С. 274-276.
7. Бакеева Д.А., Яшина А.Р. Food-контент в условиях new media: анализ рекламных стратегий телевидения и кроссплатформ // Знак: проблемное поле медиаобразования. – 2020. – № 2 (36). – С.45–53. DOI: 10.24411/2070-0695-2020-10205
8. Пашина Е.А. Технология скрытой рекламы технологии // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 1 (13). – С. 95-96.
9. Свиридова Е.А. Институт продакт плейсмент в российском и зарубежном законодательстве о рекламе // Образование и право. – 2017. –№ 4.– С.170-178.
10. Тюрчев Р.Х. Проблемы правового регулирования product placement в Российской Федерации // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 15 (27). – С. 85-89.

## ПРОДВИЖЕНИЕ БРЕНДА «SNKRS Clean» ПОСРЕДСТВОМ РЕКЛАМЫ И СВЯЗИ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ

**В.А. Ядрышников**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

*В современном мире продвижение совершенно нового бренда вызывает достаточно много трудностей. Клиент еще не знаком с новой услугой и товаром. В связи с этим предпринимателям приходится заняться изучением своей целевой аудитории и способами её привлечь. Для этого стоит разобраться в работе таргетированной рекламы и узнать о способах привлечения аудитории с помощью современных технологий [1].*

### *таргетированная реклама, целевая аудитория, химчистка, кроссовки*

Кроссовки давно перестали быть просто предметом гардероба – из практичной обуви они превратились в объект вождления коллекционеров, реселлеров и модников. Высокие цены на некоторые модели – на редкие экземпляры они могут достигать десятков, а на аукционах и вовсе сотен тысяч долларов – поставили ребром вопрос об уходе за такой обувью. Даже в случае с менее дорогими сникерами их владельцы будут рады продлить жизнь своих «любимцев», вот только сделать это в домашних условиях довольно проблематично. Все это дало развитие новой нише в сфере услуг – рынку химчисток для кроссовок.

Сегодня они не выглядят экзотикой – даже в России работает уже несколько игроков, включая сеть магазинов кроссовок и кед Street Beat, запустившую собственную услугу очистки и реставрации сникеров в конце прошлого года. Однако толчок к развитию этого бизнеса в минувшем десятилетии дали энтузиасты, которые увидели серьезный пробел на рынке и не побоялись запустить собственное дело. Их всех объединяет большая любовь к кроссовкам и желание создать нечто большее, чем просто качественный сервис, – они успешно собирают вокруг себя сообщества единомышленников, сделав из своих проектов настоящие lifestyle-бренды [2].

Сегодня на рынок выходит совершенной новый бренд «SNKRS Clean» который занимается не только химчисткой, но и реставрацией, а также кастомайзингом. Данное предприятие будет продвигаться по большей части в интернете по средствам таргетированной рекламы в социальных сетях (Instagram, Вконтакте).

На данный момент у компании разработан собственный логотип и снимается промо ролик.

С помощью маркетингово исследования было выявлено, что целевой аудиторией данного бренда будут люди в возрасте от 16 до 45 лет. Так же было проведено исследование рынка, с помощью которого были выявлены главные конкуренты и основные направления движения бренда.

### Промо ролик

Основная концепция ролика будет строиться на основе экологии. В нём будет рассказываться о том сколько времени разлагается обувь и какой вред она наносит окружающей среде. Так же в нём будет показана основная идеология бренда. Она заключается в том, что нет разницы какая пара обуви у вас, самое главное, как вы себя в ней ощущаете и хотите ли вы за ней ухаживать, ведь бренд и стоимость совсем не важны. Самым важным является внешний вид и привлекательность. В ролике будет рассказываться причина выбора самого логотипа бренда (рис. 1), а также его цветовая гамма. Логотип был сделан на основе логотипа лондонского метро (рис. 2), а цветовая гамма была заимствована у самой первой расцветки модели Nike Air Jordan 1(рис.3). Данный ролик будет показываться исключительно в Instagram посредством таргетированной рекламы. Таргетированная реклама — это способ продвижения в интернете, который позволяет показывать объявление определенной целевой аудитории с заданными параметрами [3]. Нашей основной аудиторией будут являться люди в возрасте от 16 до 45 лет, которые так или иначе интересуются модой.



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.

### **Плюсы для клиентов.**

Что отличает данный бренд от его конкурентов так это то, что у него достаточно много плюсов для своих клиентов.

Первым из них является то, что клиенту не нужно заморачиваться с тем, как, когда и куда привезти свою пару обуви. После оформления заказа на услугу у клиента интересуются, когда и откуда ему удобно будет передать обувь. Курьер сам заедет за парой и за данную услугу не взимается плата, она уже заложена в стоимость услуги.

Вторым из плюсов является индивидуальный подход к каждой паре, вне зависимости от бренда и его цены. Специалисты тщательно, вручную сначала очищают пару от пыли, а затем так же вручную с использованием профессиональных средств вернут паре первоначальный блеск.

Третий плюс для клиента — это то, что каждая пара, независимо от количества сданных пар, привозится в отдельном брендированном пакете.

Четвертым плюсом является маленький подарок нашим клиентам в виде пары очищающих салфеток, которые помогут продержат кроссовки в чистоте как можно дольше.

### **Список используемых источников:**

1. Продвижение малого бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/putevoditel/biznes/prodvizhenie-malogo-biznesa/> (дата обращения 12.11.2021).

2. Мойдодыр для сникерхэдов [Электронный ресурс]. URL: <https://profashion.ru/business/marketing/moydodyr-dlya-snikerkhedov/> (дата обращения 12.11.2021).

3. Что такое таргетированная реклама? [Электронный ресурс]. URL: <https://target.my.com/pro/education/online-course/start/targeted-advertising> (дата обращения 12.11.2021).

**Секция 5.3.**  
**Экология формирования информационного пространства**

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕАГЕНТНОЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ

**К.Б. Греков, А.А. Карпекин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассмотрены проблемы образования и переработки отходов электронного и электрического оборудования (электронных отходов). Проведен анализ химических и физико-химических процессов, позволяющих выделять благородные и редкоземельные металлы из разбавленных растворов, образующихся в процессе переработки электронных отходов гидрометаллургическими методами. Рассмотрена возможность повышения экологической безопасности гидрометаллургических методов переработки благодаря применению метода реагентной ультрафильтрации, позволяющему извлекать из разбавленных растворов ионы редкоземельных и драгоценных металлов в виде малорастворимых соединений в коллоидной форме или в форме комплексных ионов.*

***переработка электронных отходов, гидрометаллургические методы переработки, ионы редкоземельных и драгоценных металлов, метод реагентной ультрафильтрации***

Переработка отходов электрического и электронного оборудования (электронных отходов) на сегодняшний день является важной и актуальной проблемой, поскольку их объем во всем мире постоянно увеличивается. Так, только в России ежегодно образуется 1-2 млн. т таких отходов. В Санкт-Петербурге только от населения за год собирается до 150 т электронных и других опасных отходов, которые направляются на предприятие «Экострой», а их общий ежегодный объем в нашем городе может оцениваться в десятки тыс. т. Часть указанных отходов перерабатывается разными мелкими организациями, хотя не всегда такая переработка может считаться полной. В процессе такой переработки из отходов извлекаются благородные и редкоземельные металлы. Для этих целей могут применяться гидрометаллургические методы, использование которых связано с образованием разбавленных благородные и редкоземельные металлы растворов соединений этих металлов [1,2].

В настоящее время благородные и редкоземельные металлы выделяют и концентрируют с помощью различных химических и физико-химических процессов, таких как экстракция с применением органических растворителей, осаждение, цементация, ионный обмен и дистилляция. Каждый из перечисленных методов обладает определенными недостатками.

Метод экстракции связан с необходимостью использовать различные органические растворители, которые зачастую являются токсичными и

дорогостоящими. Кроме этого, возможно вторичное загрязнение воды указанными растворителями.

Методы осаждения и цементации могут быть недостаточно эффективными для разбавленных растворов.

Метод ионного обмена обычно предполагает использование стадии регенерации ионитов, что существенно усложняет технологическую схему построения процесса извлечения ионов металлов. Обменная емкость ионитов в реальных условиях эксплуатации может быть недостаточно высокой.

Метод дистилляции является высокоэнергоемким.

В качестве альтернативной технологии для концентрирования и извлечения различных металлов, в том числе благородных и редкоземельных, из разбавленных технологических растворов, сточных, промывных вод и жидких отходов могут быть использованы методы мембранной технологии – обратный осмос, нано, микро и ультрафильтрация. Среди этих методов особое место занимает реагентная, или мицеллярно-усиленная ультрафильтрация [3].

Метод реагентной ультрафильтрации – это метод мембранного разделения, использующий перевод низкомолекулярных компонентов в новые ассоциативные молекулярные или коллоидные состояния, с последующим отделением образующихся ассоциативных форм на макропористой мембране. Этот метод позволяет извлекать из растворов ионные соединения, не используя высоких давлений.

Известны различные технологические приемы, позволяющие реализовать метод реагентной ультрафильтрации, однако наиболее доступными на сегодняшний день являются следующие:

1. Перевод выделяемого компонента в нерастворимую форму производится путем добавления в обрабатываемый раствор реагентов-осадителей. В отличие от метода реагентного осаждения в данном случае образование осадка должно быть остановлено на стадии формирования коллоидной фазы;

2. Формирование в растворе комплексных ионов более крупных по сравнению с исходными ионами выделяемого металла за счет введения специально подобранного комплексообразователя.

Широкий спектр ультра- и микрофильтрационных мембран как отечественного, так и зарубежного производства, на базе которых выпускаются разделительные аппараты различных типов (аппараты для плоских полимерных мембран типа «фильтр-пресс», аппараты с рулонными либо с трубчатыми разделительными элементами, разделительные аппараты с половолоконными мембранами и др.), позволяет осуществить выбор мембраны и аппарата, наиболее приемлемых для выделения конкретного металла (или группы металлов).

Метод реагентной ультрафильтрации обладает по сравнению с другими технологиями обезвреживания такими преимуществами как исключение фазовых переходов и применения растворителей, энергосбережение,



экологическая чистота, низкие температуры, простота технологического оформления, сравнительно низкая стоимость.

В ходе научно-исследовательских работ и лабораторных испытаний была показана возможность применения технологии реагентной ультрафильтрации как с использованием плоских (листовых) мембран (например, типа МФАС-Б-1), так и половолоконных мембран типа ВПУ-15АП [4,5], а также опробованы специально синтезированные мембраны нового поколения.

Показана возможность использования в качестве осадителя-комплексообразователя насыщенного раствора хлорида натрия для извлечения из разбавленных растворов комплексных соединений серебра, что обеспечивает практически полное его извлечение.

Установлено, что половолоконная мембрана ВПУ-15АП показывает достаточно высокую задерживающую способность по комплексным соединениям серебра (до 91%), лантана (до 86,5%), и церия (до 75,5%).

Получение очищенной промывной воды, пригодной для использования в основном технологическом процессе, а также концентрата комплексных соединений серебра и лантана, и церия позволяют использовать полученные данные для разработки соответствующего технологического процесса.

В дальнейшем необходимо провести более широкий круг исследований с другими редкоземельными металлами, а также использованием нового класса комплексообразователей.

В настоящее время в рамках международного проекта «Балтийский промышленный симбиоз», проектов «Центр промышленных симбиозов России», «Санкт-Петербургский кластер чистых технологий для городской среды», «Живая лаборатория» планируется создание эко-индустриальных парков в большинстве регионов России, в том числе и в Санкт-Петербурге. Важным элементом таких структур должна стать переработка электронных отходов, где и может быть внедрена разрабатываемая технология.

Учитывая, что средняя стоимость услуг на лицензированную переработку и утилизацию электронных отходов в настоящее время находится в пределах 10–25 тыс. руб. за тонну (в зависимости от компонентного состава и сложности утилизируемой техники), можно сказать, что общий объем инвестиций на переработку этого вида отходов должен составить для нашего города не менее 500 млн. руб.

#### **Список используемых источников:**

1. Греков К.Б. Электронные отходы и проблемы безопасности. СПб. : СПбГУТ, 2018. 160 с.
2. Медведев А., Арсентьев С. Утилизация продуктов производства электроники // Компоненты и технологии. 2008. №10. С.153-159. URL: <http://www.kit-e.ru/> (дата обращения: 31.08.2018).
3. Свитцов А.А., Абылгазиев Т.Ж. Мицеллярно усиленная (реагентная) ультрафильтрация // Успехи химии. 1991. Т.60. Вып.11. С.2463-2468.
4. Греков К.Б., Владимирова Е.С. Ультрафильтрация комплексных соединений серебра с использованием половолоконных модулей при переработке электронных

отходов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 134–138.

5. Греков К.Б., Федоров А.Д. Экологическая безопасность при реализации гидromеталлургических методов переработки электронных отходов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2019. Т. 4. С.190-194.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА

**Н.М. Загребаева**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Схема по обращению с отходами является эффективным инструментом для планирования деятельности и затрат в области обращения с отходами. Такая схема может лежать в основе компромисса между финансовыми затратами и экологической эффективностью производства.*

### ***производство цемента, отходы, утилизация, размещение, обезвреживание***

Одной из основных экологических проблем России на сегодняшний день является проблема отходов, которая возникла после распада Советского Союза с наступлением эпохи массового потребления. На протяжении длительного времени основным способом обращения с отходами в стране оставалось их размещение на полигонах, что привело к созданию большого количества новых объектов размещения и росту несанкционированных свалок.

К 2018 году проблема отходов обострилась, в особенности в крупных городах. В связи с чем, согласно указу Президента от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Правительством Российской Федерации был разработан федеральный проект «Комплексная система обращения с ТКО», со сроком реализации до конца 2024 года [1].

В проекте установлены основные целевые показатели, для реализации которых были предприняты попытки выстраивания политики в области обращения с отходами в каждом субъекте страны. Они показали, что основным в планировании деятельности является оценка затрат на её реализацию. Поэтому, главным инструментом в достижении целевых показателей стали схемы по обращению с отходами, разрабатываемые на федеральном и региональном уровнях. Однако, разработка подобных схем также может быть эффективной политикой и в отношении промышленных отходов.

Для оценки эффективности планирования деятельности по обращению с отходами в промышленности в качестве примера было взято крупное предприятие цементной отрасли – АО «Себряковцемент». Завод расположен в Волгоградской области в г. Михайловка. Основной вид деятельности завода – полный цикл производства цемента и сухих строительных смесей на его основе по «мокрому» и «сухому» способам. На сегодняшний день мощность завода составляет более 4 млн. тонн выпускаемой продукции в год.

В рамках работ по разработке комплексного экологического разрешения в 2020 году была произведена инвентаризация отходов производства и потребления АО «Себряковцемент» [2]. По результатам инвентаризации было выявлено 82 отхода и рассчитаны нормативы их образования, общее число которых составляет 2311,018 тонн.

Был выполнен анализ распределения отходов по классам опасности для того, чтобы в дальнейшем произвести расчет мест их временного накопления. Результат анализа представлен на рис. 1.

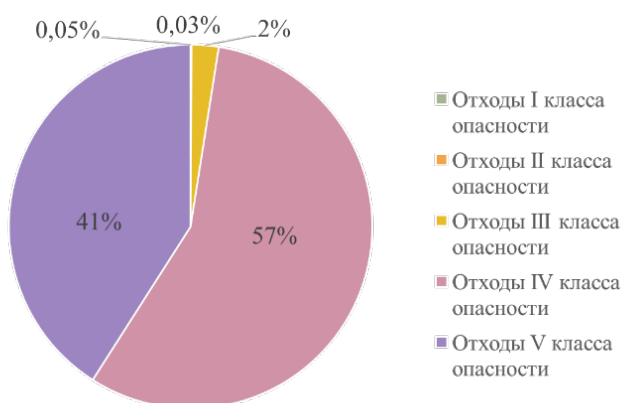


Рис. 1. Распределение отходов по классам опасности

Далее было выполнено распределение рассчитанных объемов по местам временного накопления отходов. На предприятии организован контейнерный сбор, поэтому было рассчитано количество необходимых для установки контейнеров, количество контейнерных площадок и их территориальное расположение – всего 32 места и 110 контейнерных площадок.

На основе выполненных работ была определена схема обращения с отходами производства и потребления АО «Себряковцемент», представленная на рис. 2, с процентным распределением отходов в соответствии с дальнейшей планируемой деятельностью.

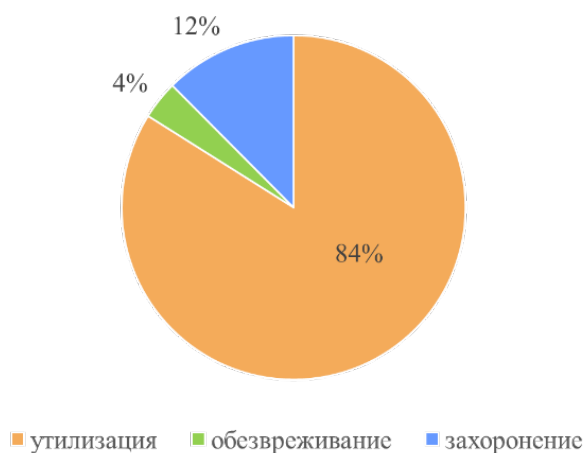


Рис. 2. Схема по обращению с отходами на данный момент

Для визуализации процентного соотношения отходов с планируемой деятельностью была разработана схема, представленная на рис. 3,

центральным звеном которой являются разработанные для их сбора места временного накопления.

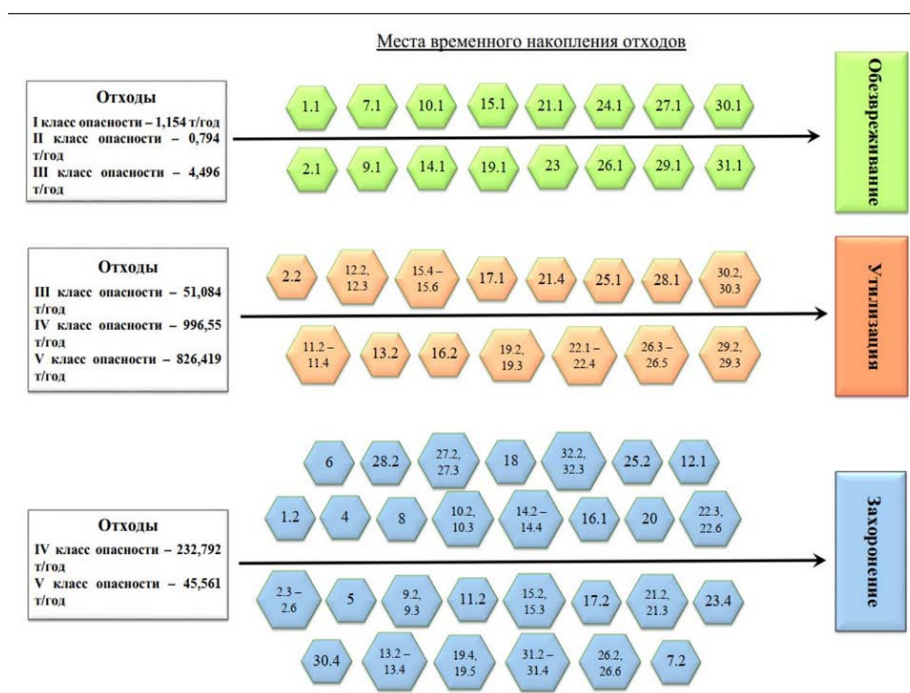


Рис. 3. Схема по обращению с отходами, реализуемая на «Себряковцемент»

На основе уже имеющихся данных была разработана альтернативная схема обращения с отходами, целью которой являлось увеличение количества отходов, направляемых на утилизацию, поскольку данный метод обращения является наиболее экологичным, и сведению к минимуму объемов отходов, направляемых на полигон. В результате расчетов было определено процентное распределение отходов в соответствии с дальнейшей планируемой деятельностью, представленное на рис. 4.

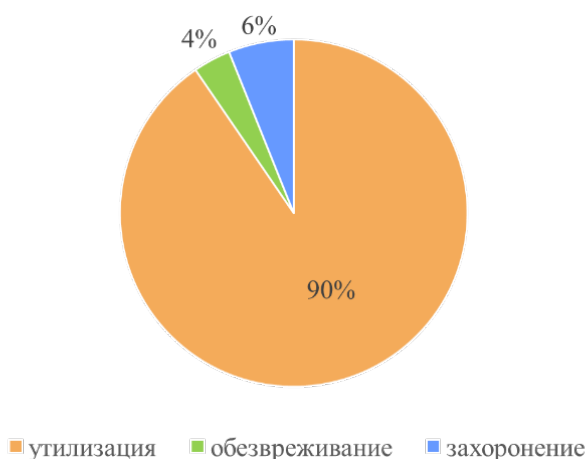


Рис. 4. Альтернативная схема по обращению с отходами

Визуально альтернативная схема по обращению с отходами АО «Себряковцемент» представлена на рис. 5, из которого видно, что количество

отходов, направляемых на полигон резко сократилось, тогда как количество отходов на утилизацию возросло.

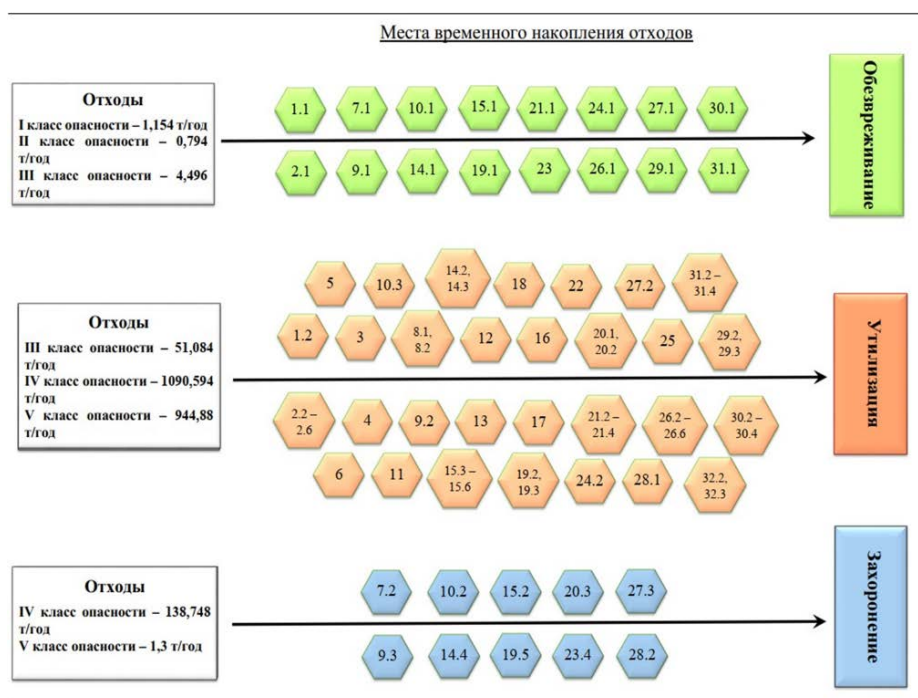


Рис. 5. Альтернативная схема по обращению с отходами производства АО «Себряковцемент»

Основой планирования деятельности по обращению с отходами является оценка затрат на её реализацию. Поэтому, также был произведен анализ затрат предприятия на реализацию уже имеющейся схемы и альтернативной, представленный на рис. 6. В результате, было установлено, что стоимость на реализацию альтернативной схемы с увеличением утилизации и минимизацией захоронения, намного выше, чем стоимость уже реализуемой схемы. Однако, если исходить из экологической целесообразности, применение альтернативной схемы поможет существенно снизить негативное воздействие предприятия на окружающую среду [3].



Рис. 6. График сравнительного анализа экономической составляющей

Схема по обращению с отходами является эффективным инструментом, позволяющим планировать затраты на осуществление деятельности в области отходов. Она также является показателем того, что захоронение отходов – самый дешевый способ обращения, а передовые технологии по утилизации и обезвреживанию существенно увеличивают затраты на следование экологическим тенденциям. На примере АО «Себряковцемент» можно убедиться, что для решения экологических проблем нужно быть готовыми к серьезным финансовым затратам не только в масштабах одного предприятия, но и всей страны в целом.

**Список используемых источников:**

1. Указ Президента РФ от 07.05.2018 №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 7 декабря 2020 года №1021 «Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».
3. Постановление Правительства РФ от 3 марта 2017 года №255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду».

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСТВА ЧЕРЕЗ ЦИФРОВУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СРЕДУ ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ СПбПУ)

**А.И. Комиссарова**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Для предотвращения возможных экологических катастроф необходимо экологическое просвещение мирового сообщества, в том числе посредством формирования цифровой информационной экологической среды. Особое значение в системе экологической грамотности имеет просвещение студенческой молодежи через цифровые информационно-коммуникационные ресурсы вузов. В данной статье исследуется цифровая информационная среда Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого с позиции экопросвещения студенчества.*

**экологическое мышление, цифровое пространство, экологизация информационной среды вуза**

В начале 21 века произошло значительное количество экологических катастроф как национального, так и глобального уровней. В их числе такие крупные происшествия как массовая гибель морских животных на полуострове Камчатка, вследствие загрязнения вредными выбросами придонного слоя; образование Большого тихоокеанского мусорного пятна и др. Для того, чтобы повысить экологическую грамотность мирового сообщества и привлечь его интерес к проблемам планеты и окружающей среды, необходимо создавать локальные информационные пространства, формирующие у населения культуру рационального использования ресурсов и бережного отношения к окружающей среде.

Важная роль в формировании экомышления отведена учебным заведениям, в частности вузам, так как именно они готовят специалистов высокого уровня, способных в будущем участвовать в принятии решений по ключевым вопросам регионального, национального и мирового уровней. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого готовит квалифицированных технических специалистов, профессиональная деятельность которых может бы связана с внедрением инновационных технических решений, способствующих сбережению ресурсов и большей экологичности производств. Наряду с этим, в СПбПУ реализуются программы подготовки специалистов по связям с общественностью, «инженеров смыслов», профессиональная деятельность которых может быть сосредоточена на формировании общественной повестки, в том числе экологического направления.

**Основная цель** данного исследования – анализ информационной среды вуза с позиции развития экологического мышления у студентов Санкт-Петербургского политехнического университета. Методологической базой исследования являются метод наблюдения, анализ цифрового



информационного пространства вуза, а также опросный метод, нацеленный на выявление степени удовлетворенности студентов уровнем освещения экологической проблематики информационными ресурсами СПбПУ.

Основные цели цифровых информационных ресурсов – информировать, просвещать и образовывать студентов в разных сферах, в том числе развивать их экологическое мышление. Различают разные типы мышления в зависимости от социальной среды, в которой находится индивид, а также его профессиональной сферы. Выделяют экономическое, техническое, историческое, инженерное, математическое, экологическое мышление и т.д. [1].

Об экологическом мышлении впервые заговорили лишь в середине XX века. Термин «экологическое мышление» отражал приобретение индивидом знаний о взаимосвязи природы и общества. Позднее появился уточненный термин – «экосистемное мышление». Он обозначал анализ процессов и закономерностей взаимодействия человека и природы [1]. Формирование экосистемного мышления зависит от цивилизационных, национальных, экономических и других факторов. Соответственно, специфика формирования экосистемного мышления различается в разных регионах мира. Так в Скандинавских странах (Швеция, Финляндия) формирование экосистемного мышления входит в образовательную политику государства. Например, о важности сортировки отходов и рациональном потреблении в Швеции говорят уже в детском саду [2]. В таких крупных государствах как Россия и Китай система образования в меньшей степени нацелена на формирование экологической грамотности детей и молодежи. В вузах существуют специализированные программы для подготовки специалистов в области экологии, в школах о проблемах окружающей среды говорят в рамках естественнонаучных дисциплин и в рамках тематических классных часов, однако этого недостаточно для поднятия уровня экологической грамотности населения всей страны.

Вместе с этим, экосистемное мышление невозможно без специализированных экологических знаний. Их формирование посредством образовательных программ высшего образования, волонтерской деятельности и дополнительного просвещения зависит во многом от молодежной политики вуза. Так, большинство университетов России постепенно становятся на путь экологизации своего физического и цифрового пространства. Ключевую роль в формировании экосистемного мышления играет цифровая информационная среда.

В первую очередь необходимо дать определение термину «информационная среда». Это «техническое, программно-методическое и организационное ресурсное обеспечение системы образовательного учреждения, а также интеллектуальное, культурное пространство, способствующее формированию потенциальных возможностей обучаемых и педагогов» [3]. Экологическое информационное пространство составляет часть всего информационного пространства вуза и является экологически направленным.

Изучим цифровое информационное пространство СПбПУ. Информационное пространство данного вуза тематически разнонаправленно.

Это связано с тем, что СПбПУ один из крупнейших вузов России: общее количество студентов составляет около 32 тысяч человек, а преподавателей – 2,5 тысячи человек [4]. Ведущую роль в формировании информационного пространства СПбПУ играют цифровые ресурсы: официальный сайт вуза; официальные аккаунты, публичные страницы и группы институтов и высших школ СПбПУ в социальных сетях; аккаунты, публичные страницы и группы студенческих клубов и объединений волонтерской, спортивной, просветительской и культурно-досуговой направленности.

Обозначим три направления через которые формируется и развивается экологическое мышление студенчества:

1. Основной образовательный процесс.
2. Официальные страницы вуза и его подразделений в интернете [5]:
  - Официальный сайт СПбПУ.
  - Официальная группа в социальной сети «ВКонтакте».
  - Официальная страница в социальной сети Instagram.
  - Официальный канал в Telegram.
  - Официальная страница в социальной сети Facebook.
  - Официальная страница в социальной сети Twitter.
  - Официальный канал на видео-хостинге YouTube.
3. Деятельность студенческих сообществ, а также их официальные страницы в социальных сетях.

СПбПУ является членом Ассоциации «зеленых» вузов России, целью которой является создание экологического студенческого движения и экопросвещения молодежи. Членство в Ассоциации определяет «зеленый» курс дальнейших инновационных разработок Политеха. Так одним из важнейших достижений 2021 года стала презентация компактного электрического смарт-кроссовера, разработанного и изготовленного на основе технологии цифровых двойников и наукоемких платформенных решений «Кама-1». Такой автомобиль является высокоэкологичным, так как работает от электричества, а не от природного топлива.

Инновационные решения и новейшие разработки инженеров Политеха освещаются федеральными и региональными СМИ. В 2020 году новостное агентство «ТАСС» опубликовало статью о разработке СПбПУ фильтров для городских систем очистки дождевого стока, которые позволяют усилить защиту водоемов от загрязнений [5]. При более подробном анализе статей о новейших разработках на сайте Политеха и на других новостных ресурсах, можно сделать вывод, что большинство инженерных решений соответствует требованиям экологической повестке дня. Для более подробного освещения в социальных сетях вуза экологических тем и экоразработок август 2021 года был объявлен месяцем климата и экологии.

Помимо этого, в экологическую информационную цифровую среду СПбПУ активно встраиваются студенческие объединения, ведущие свою деятельность в офлайн и онлайн:

- ReGreen при поддержке Профа (Профсоюзная организация) [6].

ReGreen – это студенческое экологическое объединение СПбПУ, которое входит в систему Профсоюзной организации вуза. Основной целью отдела является приобщение обучающихся и работников университета к

экологически сознательному образу жизни, направленному на сохранение окружающей среды и природных ресурсов. Объединение возникло в 2017 году сначала как группа инициативных студентов, популяризирующих eco-friendly образ жизни. В марте 2020 года ReGreen стал официальной частью Профсоюзной организации СПбПУ, что означало официальную поддержку «зеленой» инициативы вузом. Команда регулярно организует мастер-классы, лекции, встречи со спикерами и фестивали. В 2019 году команда получила грантовую поддержку на реализацию системы сбора отходов в университете. В начале 2020 года в кампусе стали появляться контейнеры для раздельно сбора. К 2021 году на территории всего кампуса установлены контейнеры для пластика и для макулатуры, а в Студклубе СПбПУ размещены контейнеры для металла, стекла и тетрапака.

Еще одним прорывом стала разработка по инициативе ReGreen веганского меню в столовой корпуса №4 СПбПУ в ноябре 2021 года (постепенно планируется ввести веганское питание на территории всего кампуса). Подобное нововведение стало на сегодняшний день первым и пока единственным среди вузов России [7].

- Центр молодежных проектов «Гармония» [8].

Центр возник в 2015 году по инициативе директора Гуманитарного института СПбПУ Н.И. Алмазовой и Совета по культуре СПбПУ как площадка для инициативных студентов. «Гармония» неоднократно являлась организатором общеуниверситетских и городских мероприятий. Одной из крупнейших «зеленых» инициатив была «Неделя эковолонтерства» весной 2021 года. Помимо этого, на площадках Центра регулярно проходят встречи с целью экопросвещения студентов, выступают спикеры, например, Сергей Королёв – опытный эко-активист, Светлана Нечаева – эколог, волонтер и спикер Экологического движения «Раздельный Сбор», куратор «Крышечек ДоброТЫ».

Значительная часть работы по организации мероприятий и экопросветительской деятельности проводится студенческими объединениями. Ведущую роль в экопросвещении студенчества играет студенческое объединение ReGreen, которое помимо очных мероприятий использует социальные сети для оперативного продвижения информации о своих инициативах, полезных привычках, а также сервисах и магазинах, поддерживающих экотенденции.

Для выявления удовлетворенности экопросветительскими ресурсами в СПбПУ был проведен опрос студентов. Выборка составила 38 респондентов. Опрос проводился через Google-формы. В ходе опроса выяснилось, что 62% опрошенных интересуются экологией, 65% знакомы с различными формами экопросвещения и им комфортно поддерживать свои экопривычки в университете. Самый популярный экопросветитель в вузе, по мнению опрошенных, – студенческое объединение ReGreen. Более половины студентов частично или полностью удовлетворены «зеленой» деятельностью вуза, а также качеством просветительского контента и его доступностью.

Следовательно, цифровая информационная экологическая среда в СПбПУ является высококачественной.

Таким образом, в ходе исследования был проведен анализ цифровой информационной среды СПбПУ на предмет развития экологического мышления всех участников образовательного процесса. Формирование позитивного эко-образа вуза в настоящее время возможно во многом благодаря студенческим инициативам. Значительную роль играет административная поддержка, которую вуз оказывает студенческим экологическим инициативам в полной мере.

В качестве рекомендаций для развития цифровой информационной экологической среды СПбПУ можно обозначить следующие:

- введение предмета «Экология: актуальные вопросы и проблемы» на всех направлениях подготовки в качестве факультативной дисциплины.
- Организация масштабного ежегодного просветительского мероприятия для просвещения студентов и преподавателей (ежегодные эко-недели / эко-фестиваль).
- Введение специальной постоянной рубрики на официальном сайте СПбПУ и в его социальных сетях, посвященной экопривычкам и экологическим тенденциям в формате подкастов или видеороликов экологической направленности.

#### **Список используемых источников:**

1. Колина Е. С. Анализ подходов к формированию экологического мышления // Современное педагогическое образование. 2021. №2 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-podhodov-k-formirovaniyu-ekologicheskogo-myshleniya> (дата обращения: 20.11.2021).
2. Королева Е. Везите еще: как Швеция наживается на мусоре? Газета.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2019/05/12/12350401.shtml> (дата обращения: 19.11.2021).
3. Василина Д. С., Нуриева Г. Ю., Юланова Д. М. Информационно-образовательная среда современного вуза // Известия ВГПУ. 2017. №2 (115) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-obrazovatel'naya-sreda-sovremennogo-vuza-2> (дата обращения: 19.11.2021).
4. Мое образование. Самые крупные вузы России [Электронный ресурс]. URL: [https://moeobrazovanie.ru/samye\\_krupnye\\_vuzy\\_rossii.html](https://moeobrazovanie.ru/samye_krupnye_vuzy_rossii.html) (дата обращения: 16.11.2021).
5. Информационное агенство «ТАСС». В петербургском Политехе разработали экологичные фильтры для очистки дождевого стока [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/nacionalnye-proekty/10211987> (дата обращения: 18.11.2021).
6. Официальный сайт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spbstu.ru/> (дата обращения: 18.11.2021).
7. Официальная страница студенческого объединения «ReGreen» в социальной сети «ВКонтакте» [Электронный ресурс]. URL: [https://vk.com/regreen\\_polytech](https://vk.com/regreen_polytech) (дата обращения: 18.11.2021).
8. The Village. Как петербургский Политех первым среди российских вузов вводит столовых веганское меню [Электронный ресурс]. URL: <https://www.the-village.ru/food/obschepit/vegany-politeh> (дата обращения: 17.11.2021).
9. Официальная сайт ЦМП «Гармония» [Электронный ресурс]. URL: <https://kpc.spbstu.ru/> (дата обращения: 17.11.2021).

## ИНСТРУМЕНТЫ И КАНАЛЫ ЦИФРОВОЙ КОММУНИКАЦИИ В ПРОДВИЖЕНИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**А.А. Мелентьева, А.Г. Танова**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В рамках данной исследовательской работы подробно описываются используемые каналы и инструменты цифровой коммуникации в сфере здравоохранения и здоровьесбережения на примере модели PESO. Автор обращает внимание на различия между каналами, представленными в рамках этой модели. Основной целью продвижения здоровьесбережения является изменение моделей поведения населения страны в сторону заботы о своем здоровье, профилактики заболеваний и приобщения к здоровому образу жизни.*

***здоровье, здоровьесбережение, здоровьесберегающие технологии, модель PESO, каналы коммуникации, здоровьесберегающее поведение***

Сначала необходимо отметить, что под здоровьесбережением мы понимаем определенную деятельность как отдельной личности, так и общества, и государства в целом, направленную на сохранение и укрепление здоровья и в итоге на повышение уровня здоровья населения.

Модель PESO была опубликована основательницей рекламного агентства Spin Sucks Джини Дитрих в книге «Spin Sucks: Communication and Reputation Management in the Digital Age» [1]. Исследование Дитрих является современной трактовкой концепции интегрированных маркетинговых коммуникаций с учетом особенностей внедрения информационных технологий, получивших развитие вследствие цифровой трансформации общества. Данная маркетинговая концепция представляет собой совокупность каналов коммуникации, с помощью которых осуществляется взаимодействие между производителем и потребителем. Все каналы были разделены Дитрих на четыре группы:

1. Paid (платные каналы);
2. Earned (заработанные каналы);
3. Shared (социальные медиа);
4. Owned (собственные каналы) [1].

Каждый канал обладает специфическими особенностями, связанными с характером размещаемого материала и включает в себя инструменты, направленные на решение определённых коммуникационных задач организации.

Платные цифровые каналы призваны рассказать о компании или ее продукте. Они включают в себя спонсорские публикации на сайтах и в блогах, а также рекламу с помощью лидеров мнений и амбассадоров бренда. Именно последние чаще всего привлекаются к коммуникационной

деятельности в рамках проведения медийных кампаний. Например, Центр общественного здоровья и медицинской профилактики города Москвы в 2021 году запустил конкурс по созданию сообщества инструкторов ЗОЖ. Стратегическая задача конкурса заключается в отборе потенциальных участников и создании команды, которая способна замотивировать население городских агломераций к осознанному отношению к своему здоровью, формированию устойчивого здоровьесберегающего поведения. Для осуществления коммуникационной деятельности к проекту привлечены «лидеры мнений»: ведущие столичные врачи, организаторы здравоохранения, телеведущие, журналисты. Их основной задачей является активное взаимодействие с широкой аудиторией посредством информационно-коммуникационных кампаний в Интернете. Предполагается, что данная коммуникация позволит повысить уровень приверженности горожан к управлению своим здоровьем и увеличить количество москвичей, ведущих здоровый образ жизни [2].

Заработанные каналы распространения информации включают в себя комментарии, пресс-релизы и новости о компаниях, колонки и прочий контент, который публикуется бесплатно. Новости и медийные кампании в сфере здоровьесбережения относятся к категории социально значимой информации, потому пользуются спросом со стороны федеральных новостных порталов и тиражируются на большую аудиторию. Чаще всего такие материалы направлены на изменение поведения, связанного со здоровьем, и на отказ от вредных привычек: курения, злоупотребления алкоголем и наркотиками. Например, 6 ноября на информационном портале URA.RU (Уральское интернет-агентство) вышла беседа с руководителем Центра профилактики и контроля потребления табака НМИЦ терапии и профилактической медицины Минздрава России Маринэ Гамбарян, посвященная последствиям раннего курения [3]. В этот же день новость была растиражирована на различных российских интернет-порталах (LIFE, Федеральное агентство новостей, Lenta.ru, RuNews24.ru и Общественная служба новостей).

Здоровьесбережение становится популярным медийным трендом. Так, в сетевом издании РИА Новости в период с 1 по 31 октября 2021 года было опубликовано 1158 материалов в рубрике «Здоровье-Общество», что почти в 50 раз больше по сравнению с 2017 годом (23 материала) [4]. Причем акцент в публикациях смещается с организационных вопросов здравоохранения как отрасли на его валеологическую составляющую: происходит переориентация на самого человека, на самоценность его здоровья как главного внутреннего резерва.

В этом же направлении выстраивается современная коммуникационная деятельность в социальных сетях. К социальным сетям стоит относить аккаунт или публичную страницу бренда в социальной сети, которые являются неотъемлемой частью комплекса SMM. По данным опроса россиян ВЦИОМ от 23 сентября 2021 г., наиболее популярными в России оказались

следующие социальные сети и мессенджеры: WhatsApp (83%), YouTube (75%), «ВКонтакте» (61%), Instagram (53%) и Telegram (42%). При этом те же соцсети и мессенджеры имеют наибольшую ежедневную аудиторию: WhatsApp – 63%, YouTube – 39%, Instagram – 33%, «ВКонтакте» – 30% и Telegram – 22% [5].

Одно из главных преимуществ использования брендом социальных сетей — социальная составляющая. Так, бренд «Жить Здорово», под маркой которого выходит ток-шоу на «Первом канале» и выпускается линейка продуктов для здорового питания, имеет свой YouTube-канал (1,39 млн. подписчиков) [6]. Эфирная запись ток-шоу монтируется и размещается в формате коротких видеороликов, тематикой которых является обсуждение проблем дома, питания, медицины и диагностики заболеваний. В комментариях под видеороликами пользователи обсуждают контент с единомышленниками, обмениваются опытом и мнениями. Таким образом происходит переход от монолога (распространение информации посредством одностороннего канала коммуникации - телевидения) к диалогу, в процессе которого моделируется взаимосвязь между пользователями и формируются сетевые взаимоотношения. Данный процесс, основанный на проверенной и достоверной медицинской информации, может оказывать положительное влияние на самообразование Интернет-пользователей и вести к популяризации здорового образа жизни.

В своём исследовании Дитрих не включает аккаунты в социальных сетях в собственные каналы коммуникации, поскольку аккаунты не полностью подконтрольны организации для планирования и публикации контента в связи с правовой политикой сетей и пользовательским соглашением, предусматривающими различные ограничения. К собственным каналам Дитрих относит сайт организации, корпоративный блог, в основе наполнения которых лежит мотивационный и вовлекающий контент, призывающий пользователя совершить какое-либо действие. Для организаций в сфере здравоохранения и здоровьесбережения в качестве такого действия будут выступать трансформации сложившихся поведенческих моделей в области здоровья.

Изменение паттернов поведения в рамках улучшения здоровья является одной из главных управленческих задач в области охраны здоровья граждан Российской Федерации. Министерство здравоохранения Российской Федерации активно выстраивает политику развития цифровой коммуникации в сфере здравоохранения именно посредством собственных каналов коммуникации. На данный момент реализовано несколько крупных интернет-проектов: TakZdorovo.ru - официальный Интернет-портал Министерства здравоохранения Российской Федерации [7]; onco-life.ru – портал об онкологических заболеваниях, профилактике и ранней диагностике рака [8]; O-spide.ru - первый в России государственный Интернет-портал о профилактике и лечении ВИЧ/СПИДа [9]. Главный Интернет-портал TakZdorovo.ru содержит различные информационные материалы

(справочные статьи, новости, авторские колонки, комментарии экспертов и видеоуроки), которые проходят проверку у ведущих специалистов российского здравоохранения и экспертов в области здорового образа жизни. На портале представлены интерактивные сервисы, которые помогают пользователям вести здоровый образ жизни: дневник питания, калькулятор калорий, дневник движения, калькулятор потраченных на сигареты денег и другие. Также, пользователям предоставляется возможность принять участие в онлайн-конференциях, где можно найти единомышленников и задать вопрос авторитетному специалисту.

Анализ опыта российских организаций и брендов свидетельствует о большом разнообразии используемых в отношении потребителей каналов коммуникации, способствующих продвижению здоровьесберегающих технологий. При этом коммерческая направленность уходит на второй план, отдавая приоритет некоммерческому маркетингу с социальной направленностью.

Дальнейшим направлением работы в этой сфере может быть проведение эмпирических исследований, выявляющих, насколько представленные в статье каналы воздействия на аудиторию эффективны, как именно изменилось поведение индивидов после взаимодействия с ключевыми сообщениями базового субъекта PR-деятельности и насколько цели, поставленные в области охраны здоровья граждан, достигнуты.

#### **Список используемых источников:**

1. Dietrich G. Spin Sucks: Communication and Reputation Management in the Digital Age. - Pearson, 2014. p. 37-46.
2. Каменева Т.Н. Амбассадоры ЗОЖ [Электронный ресурс]. URL: <https://niiioz.ru/tsentr-obshchestvennogo-zdorovya/ambasatory-zozh/> (дата обращения 10.11.2021).
3. В Минздраве РФ назвали необратимые последствия раннего курения: информационное агентство [Электронный ресурс] // Информационное агентство URA.RU [сайт]. URL: <https://ura.news/news/1052515127> (дата обращения 12.11.2021).
4. РИА Новости [сайт] URL: <https://ria.ru/>
5. Данные опроса ВЦИОМ от 23 сентября 2021 г.: медиапотребление и активность в интернете [Электронный ресурс]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/mediapotreblenie-i-aktivnost-v-internete> (дата обращения 15.11.2021).
6. Жить Здорово: [сайт] URL: <https://www.zdorovieinfo.ru/ZHITZDOROVO/>
7. TakZdorovo.ru: [сайт] URL: <https://www.takzdorovo.ru/>
8. Onco-life.ru: [сайт] URL: <https://onco-life.ru/>
9. Профилактика ВИЧ/СПИДа в России: [сайт] URL: <https://o-spide.ru/>



## ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПОД ОБЪЕКТЫ АДМИНИСТРАТИВНОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКА КУЗЬМОЛОВСКИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.А. Рубина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Были проведены инженерно-экологические изыскания для административной застройки в поселке Кузьмолдовский Ленинградской области, включающие в себя маршрутное обследование территории, отбор проб воздуха, измерение физических факторов. Полученные результаты удовлетворяют требованиям для административной застройки.*

### ***инженерно-экологические изыскания, административная застройка***

Освоение какой-либо территории – сложный процесс, зависящий как от природных, так и от социальных факторов. Главная задача этого освоения – увидеть особенности территории и преобразовать их в соответствии не только с социальными запросами, но и сохранить равновесие между человеком и природой [1].

Поселок Кузьмолдовский входит в состав Ленинградской области во Всеволожский муниципальный район, представлен на рисунке 1.

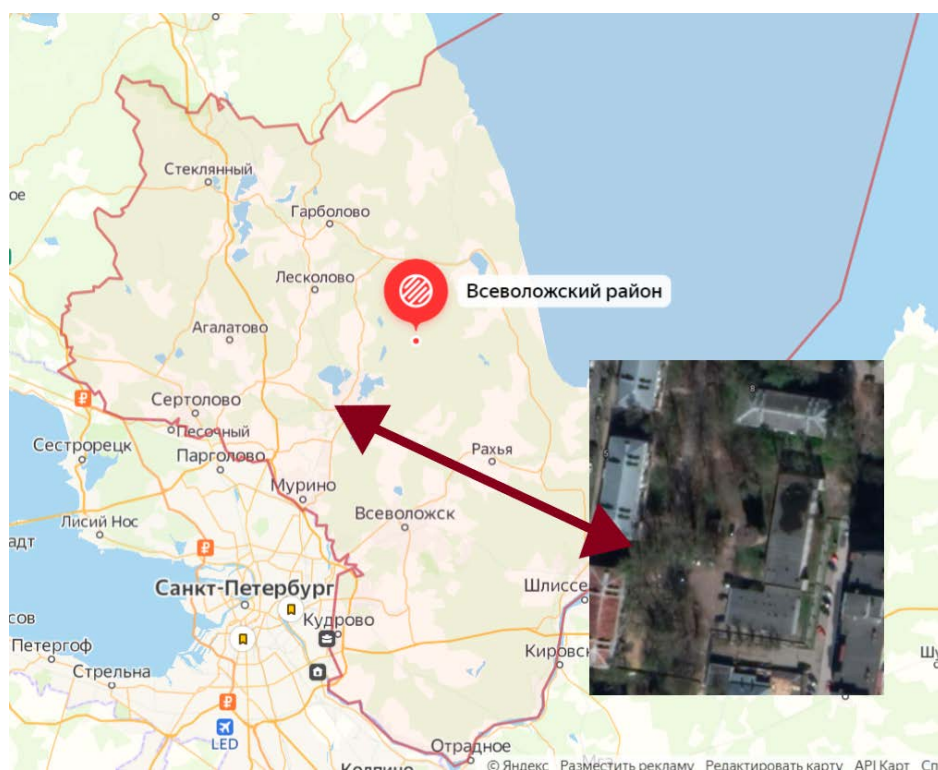


Рис. 1. Участок исследований во Всеволожском районе Ленинградской области

В геоморфологическом отношении, рассматриваемая территория относится к Русской платформе [2]. Согласно физико-географическому районированию, территория входит в Приневский ландшафт. Тип – равнинный озерно-ледниковый песчаный ландшафт со слабым дренажем [3]. Важно отметить, что сам участок изысканий на данный момент, имеет техногенный ландшафт и вписан в жилую застройку. Территория представляет собой небольшой участок, размером 0,162 га, с расположенным по середине административным, сейчас заброшенным зданием, для планируемой реконструкции. С трех сторон участок исследования окружают много- и среднеэтажные жилые дома, с четвертой стороны стоит общественная баня, также, смежно располагается детская площадка.

В ходе проведения инженерно-экологических изысканий, данные о геологическом и гидрогеологическом строении территории участка, расположенного в поселке Кузьмолловский, были получены при инженерно-геологических изысканиях.

В геологическом строении территории, принимают участие отложения четвертичной системы, подстилаемые коренными породами нижнего протерозоя (PR). По данным бурения до глубины 5,0 м, принимают участие современные техногенные (t IV), верхнечетвертичные озерно-ледниковые (lgIII) и ледниковые (gIII) отложения.

В гидрогеологическом отношении, рассматриваемый участок характеризуется наличием единого безнапорного горизонта подземных вод, приуроченного к озерно-ледниковым пескам различной крупности.

Питание горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков, область питания соответствует площадному распространению.

На территории в поселке Кузьмолловский нет водных объектов, но в пределах двух километров расположен ручей Каменный и Кузьмолловский карьер.

На территории участка в поселке Кузьмолловский, основной почвенный комплекс представлен подзолами иллювиально-железистыми (подзолы иллювиально-малогумусовые), но так как сам участок был техногенное преобразован, происходила частая смена пород различного механического состава с преобладанием песков и супесей [4]. Распространение почв на участке представлено на рисунке 2.

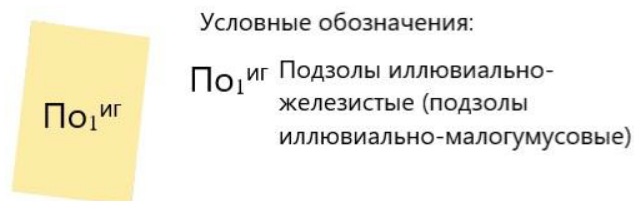


Рис. 2. Почвы на участке исследований в поселке Кузьмолловский

Был выполнен один выезд в поселок Кузьмоловский 15 апреля 2021 года, было проведено радиологическое обследование территории, отобраны пробы воздуха и почвы. В ходе преддипломной практики автором под руководством наставника, был измерен шум, вибрация, электромагнитное излучение. Точки отбора и измерения представлены на рисунке 3.

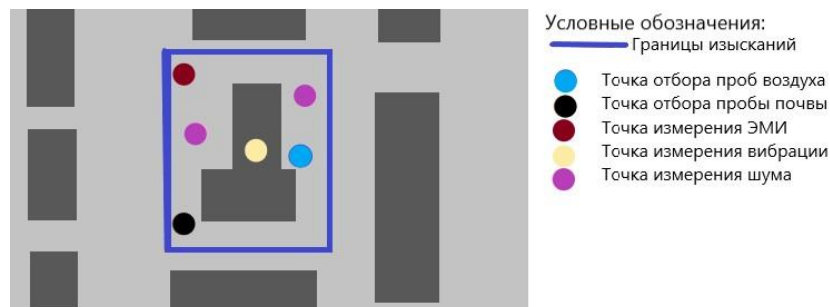


Рис. 3. Точки отбора проб воздуха, почвы. Точки измерения шума, вибрации, электромагнитного излучения

По результатам площадной гамма-съемки территории, средние показания мощности амбиентного эквивалента дозы по участку, составили 0,12 мкЗв/ч. Полученные результаты не превышают установленные нормы для административной застройки – 0.6 мкЗв/ч.

По результатам измерений, были выявлены значения эквивалентной равновесной объемной активности радона и торона в помещениях реконструируемого здания, не превышающие установленные нормы – 200 Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая концентрация составила 24 Бк/м<sup>3</sup> [5].

Анализ воздуха показал, что ни один из определяемых компонентов не превышает установленные нормы ПДК. Токсикологический анализ почвы показал, что испытуемую пробу можно отнести к V классу опасности для окружающей среды [6].

Полученные результаты измерений шума и инфразвука, вибрации, электромагнитного излучения для административной застройки, носят информативный характер [6,7].

В процессе работы, была повышена экологическая изученность территории Кузьмоловского городского поселения, как элемента экологической изученности территории Ленинградской области.

Участок застройки в поселке Кузьмоловский, может рассматриваться как типичный для пригородной местности Санкт-Петербургской агломерации.

#### Список используемых источников:

1. Белоногов, В. А. О проблемах и возможных направлениях развития системы экологического сопровождения проектов / В. А. Белоногов; Тезисы докладов Первой научно-практической конференций «Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование». – Москва: Издательство «Геомаркетинг», 2016. – 27-28 с.

2. Геоморфология. Физико-географический атлас мира. Карта Ленинградской области [Карты] / сост. В Научно-редакционной картосоставительской части ГУГК ГГК СССР по авторским макетам; ред. Картограф Н. П. Фетисова. – 1: 15 000 000. – С. 200-201.
3. Ландшафтная карта Ленинградской области. База знаний: карты. – 1: 1 500 000 / Институт геоэкологии РАН. – URL: <http://www.hge.spbu.ru>. – Дата обращения 15.04.2021.
4. Национальный атлас почв Российской Федерации / Н.А. Аветов [и др.]; ООО «Издательство Астрель». – 2011.
5. Норма радиационной безопасности НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. - Введ. 2009-07-07. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора.
6. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Введ. 2021-01-28. – Москва: Главный государственный санитарный врач Российской Федерации.
7. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. - Введ. 2021-03-01. – Москва: Главный государственный санитарный врач Российской Федерации.

# ANNOTATIONS

## 1. Scientific Direction «Theoretical Foundation of Radio Electronics and Radio Technologies of Communication»

### 1.1 Microwave Technology: Materials, Components, Devices

**Alli R. A.** Investigation of multiresonance fractal structures of the second and third order. – 16 PP.

*In this paper, a tree-like fractal structure is considered. Due to the peculiarities of this structure, the principle of adding currents is implemented in the antenna, which makes it possible to achieve good signal reception. The advantages of this type of antenna include a large number of parameters, the change of which allows control of the characteristics of the antenna and the simplicity of implementation in a planar design.*

**Key words:** fractal antennas, multi-frequency antennas, tree antennas, microwave technologies, microwave, planar tree-like fractal antenna, tree-like fractal antenna of the second order, tree-like fractal antenna of the third order.

**Vasyatkin M., Landa A., Sedyshev E.** Microwave frequency selection device on a cylindrical surface. – 21 PP.

*The paper describes a new element of integrated circuitry: a microwave filter on a coplanar line in a cylindrical design. Its main parameters are considered. A microwave frequency selection device of this configuration is presented.*

**Keywords:** microwave, coplanar line, resonator on a coplanar waveguide, microwave frequency selection device.

**Vahrameeva V., Sedyshev Y.** Engineering methods for calculating transmission lines microwave integrated circuits. – 25 PP.

*The paper compares formulas for calculating transmission lines of microwave integrated circuits. Formulas are presented from various reference books. The theoretical calculation is verified using an experiment and an automated RFSimm99 system. As a result, the best formula for calculating an asymmetric line is proposed.*

**Key words:** symmetrical line, non-symmetrical line, calculation, wave resistance.

**Glukhov N., Sedyshev E., Fedorov S.** Circular polarized microwave planar antennas. – 29 PP.

*This paper provides an overview of circularly polarized antennas, and presents a different type of fractal antenna. A logical rationale is given for the choice of this topology for further experiment. The analysis of the antenna is carried out and its characteristics are given.*

**Key words:** microwave, antenna, circular polarization, microwave planar antenna.

**Gorovykh V., Landa A.** Broadband MW detector. – 32 PP.

*This work focuses on a version of creating topology for a broadband MW detector. The version proposed is based on creation of microstrip line detector with 2 diodes.*

**Key words:** broadband, detector.

**Dorohin V., Sedyshev E.** Microwave diplexer in volume integral version. – 35 PP.

*The paper considers a method for implementing a microwave diplexer in volumetric integral form. A working circuit of this device is shown. Examples of using such a diplexer in practice are given.*

**Key words:** microwave, diplexer, volumetric integrated circuit.

**Larionova A., Sedyshev E.** Ring elliptical generator on active bipolar. – 38 PP.

*The paper proposes a design of an integrated microwave generator based on an elliptical ring resonator. Two-pole devices with negative resistance (tunnel diodes) are used as active elements.*

*Based on the design results, a model of the generator was created, an experiment was carried out, conclusions were drawn about the possibility of improving the obtained characteristics of the device. A method for increasing the generator power by adding active two-pole devices to the structure is proposed.*

**Key words:** microwave, generator, active two-pole, resonator.

**Nikitina, E., Landa A., Sedyshev T.** Controlled device on ferropinel in integral version. – 41 PP.

*In this paper, a series of experiments with MPL on a ferropinel substrate was presented. The dependences of the wave resistance on the inductive component are revealed. The values of the wave resistance for the MPL on a ferropinel substrate are calculated.*

**Key words:** microwave, microstrip line, ferropinel, wave resistance, ferrite substrate.

**Surkov E.** Analysis of microwave bandwidth of Doherty amplifier. – 46 PP.

*The bandwidth of the Doherty microwave amplifier has a dependence on two microwave modules at the circuit: a quadrature hybrid at the input and a quarter-wave line acting as an impedance inverter at the output circuit of the amplifier. For the analysis of bandwidth, this article proposes to study the microwave module at the input circuit of the amplifier.*

**Key words:** doherty, amplifier, bandwidth, quadrature hybrid.

## 1.2 Radio Communication and Radio Access

**Arkhipov I.** Analysis of spectrum sharing scenarios in 5G NR/LTE networks. – 50 PP.

*5G is the next mobile generation, which is already being implemented in some countries. It is expected that he will revolutionize our society, makes extremely high target requirements. Therefore, the use of spectrum is extremely important because it is a limited and expensive resource. The solution to improve spectrum efficiency is to use dynamic spectrum sharing, where an operator can share spectrum between two different technologies. This paper is devoted to the analysis of the concept of dynamic spectrum distribution between LTE and 5G NR.*

**Key words:** DS, 5 GR, Cellular, mobile networks, LTE, eMBMS.

**Baranov A., Zaychenko A.** Quality indicators of streaming video in mobile networks. – 55 PP.

*Today, there is an active growth of video traffic in telecommunications systems, including mobile communication systems. This leads to the need to adapt existing networks for the transmission of video content. The quality of service is an important issue for any telecommunications network. Visual perception of video traffic is a complex and often subjective process, depending on many factors, such as content, engagement, and others, therefore, to assess the quality of the streaming video received by the end user, it is necessary to use parameters reflecting the quality of the content provided. To determine these parameters, there are various methods, such as radio measurements, analysis of the quality of video delivery by Internet services. This article provides an overview of methods for assessing the quality of streaming video transmission in mobile networks.*

**Key words:** QoE, cellular network, mobile network, radio measurements.

**Golovnyak M.** Technological features of IoT implementation in 5g networks. – 59 PP.

*With new demands emerging in road, rail and air transport, cellular communications are becoming an integral part of complex transport systems. This is reflected in the new 3rd Generation Partnership Project 5 Generation New Radio specifications.*

**Key words:** Internet of Things, 5G, QoS prediction, New Radio, HST, TRP, MEC.

**Zaharov A.** The use of DTN technology in routing within the satellite communication segment. – 63 PP.

*The purpose of the report is to consider the DTN technology, which provides data transmission in the absence of communication between nodes for a long time. The specifics, advantages and disadvantages of the technology are considered. The technical issues that need to be agreed upon for*



*the implementation of joint work of the ground and space segments were noted. The problems of communication in outer space are also considered - the dynamism of the network, the lack of constant communication between satellites.*

**Key words:** satellite constellation, DTN network, Delays.

**Zheltova E., Nikitin I.** Interference Reduction by Application of Adaptive Antenna Arrays in 5G. – 68 PP.

*This article investigates a relation between intrasystem interference level and antenna configuration in the ultra-dense 5G radio network. The simulation modeling results in heatmaps form demonstrate a significant improvement of signal-to-interference-plus-noise ratio by means of adaptive antenna arrays. The evaluation configurations as well as additional parameters for system-level simulation are given to maintain the relevance of results in establishment of interference level dependence on applied configuration of adaptive antenna arrays. The simulation model and established dependence make it possible to substantiate the configuration of antennas and submit the inter-site distance recommendations for base stations operating in 3D beamforming mode.*

**Key words:** 5G, Beamforming, Antenna Array, MIMO, Massive MIMO.

**Zolotareva S., Karanova E.** A Comparative Analysis of Radiotechnology for the Development of IoT Devices for People with Disabilities. – 74 PP.

*People with disabilities face a myriad of problems that prevent them from leading fulfilling lives. IoT devices based on various communication technologies allow to solve problems of independence, health control, socialization and everyday difficulties. This raises the challenge of choosing communication technologies for specific solutions in this area.*

**Key words:** Internet of Things, IoT, NB-IoT, Wi-Fi, 5G.

**Kosyanov M., Simonina O.** Comparative Analysis Of Wireless Technologies For IoT Solutions – 79 PP.

*The report examines the technologies used to implement IoT services. It is shown that the regulatory framework of the Russian Federation assumes active import substitution in the field of wireless access technologies and short-range networks. It is proposed to use the Strizh technology for solutions in settlements with a high population density, and NB-Fi — for a larger territory of the Russian Federation.*

**Key words:** LPWAN, NB-IoT, NB-Fi, XNB.

**Kuzmin A., Naumenko V.** Definition of a channel resource for transmitting traffic in networks of the New Radio standard. – 83 PP.

*The main differences between the NR standard network and the LTE standard network are presented. Variants of placement of reference demodulation signals in the frequency and time domains of radio channels NR are considered. The result of calculations of maximum end-to-end speeds without MIMO and additional aggregation of frequency bands when transmitting down for NR networks are presented.*

**Key words:** network NR, channel resource, reference signals DM-RS, bandwidth.

**Mikhailova I.** Satellite communication technologies for 5G networks. – 87 PP.

*The integration of Low Earth Orbit (LEO) satellites with terrestrial cellular networks is widely seen as a promising solution. Low altitude reduces latency, and mass deployments provide high-density global coverage that could be an innovative component in the wireless network of the future. The driving force for further research is a combination of the following use cases: enhanced mobile broadband (eMBB), machine-type mass communications (mMTC), and ultra-reliable low latency communications (URLLC).*

**Key words:** 5G, LEO, IoT, satellite communications.

**Nesterov A., Simonina O.** The possibility of using ultrawideband technology in the «smart house» system. – 92 PP.

*The article presents the possibility of using ultra-wideband signals in creating a "smart home" system. The advantages of the technology for the implementation of the positioning system are considered, such as noise immunity and high positioning accuracy. A cluster architecture of short-range sensor networks is proposed for the most efficient collection of information from all possible sensors with a different data transmission technology. A mathematical model for the implementation of ultra-wideband technology is presented.*

**Key words:** UWB technology, positioning system, short-range network architecture.

**Pylaev M., Fokin G.** Simulation model of positioning of transport media in super-dense V2X/5G radio access networks using an extended Kalman filter. – 96 PP.

*This work is devoted to the study of simulation models of vehicle positioning in ultra-dense V2X / 5G radio access networks using the extended Kalman filter. Based on the study of the probability of line of sight in conditions of super-dense distribution of radio access reference stations and vehicles, a new simulation model for constructing a vehicle trajectory has been developed to assess compliance with the requirements for the accuracy of coordinate estimation using the example of a priority crossing scenario. The simulation model implements procedures for collecting primary angular and rangefinder measurements by reference stations received from the vehicle for subsequent secondary processing using an extended Kalman filter, as a result of which the trajectory of the vehicle is plotted in real time.*

**Keywords:** positioning, ultra-dense 5G networks, vehicle to everything, range and angle measurements, extended Kalman filter.

**Ryutin K., Fokin G.** Positioning of devices in LTE networks. 3GPP TS 36.305 specification analysis. – 101 PP.

*In current realities, requirements for network positioning methods and tools are set by the specifications of the 3GPP partnership project. This necessitates an analysis of these requirements. This article discusses the main methods of locating LTE networks, as well as the main differences between the specifications of earlier and later releases.*

**Key words:** positioning, LTE, specification analysis, 3GPP, E-UTRAN.

**Sazonov A.** Hydrogen fuel cells as an emergency source of power supply of communication facilities. – 106 PP.

*Telecom service providers rely on backup power to maintain a constant power supply, prevent power outages, and keep cell towers and telecommunications equipment operational. The backup power supply that best meets these requirements is a fuel cell-based power source.*

**Key words:** Hydrogen, fuel cells, power generation, power plant.

**Semenihina A.** The influence of building materials for the passage of radio signals through the walls of buildings. – 111 PP.

*The report examines the influence of building materials on the transmission of a radio signal. Data on signal attenuation in building structures and materials are presented. The calculation was made using the ITU-R P.1238 equation model and a conclusion was made about signal losses.*

**Key words:** absorption of radio waves, signal attenuation, radio signal, building materials.

**Smirnova K., Fokin G.,** Establishing directional connections in 5G networks by beam scanning. – 116 PP.

*By using low and mid frequencies, the signal can be transmitted both in all directions and in a specific direction with a large area coverage. However, when it comes to high frequencies, a huge antenna array must be used, which results in the signal being transmitted by the beam.*

*Millimeter-wave support in 5G networks relies on directional radio links. Directional links are based on entry-level beam steering at the network access stage. In this paper, the procedure for establishing directional connections in 5G networks by sequential beam scanning using SSB synchroblocks will be considered.*

**Key words:** 5G, mobile, directional radio links, beam sweep, P1 procedure.



**Steputin A.** Perspective directions of development of mobile communication networks. – 120 PP.

*The mobile communications industry is a dynamically developing area that brings new services and opportunities to people's lives, as well as automates processes. In this article, we will consider innovative technological solutions, due to which mobile networks will provide high-speed access, low latency and the ability to connect a large number of devices.*

**Key words:** LTE, 5G, NR, 3GPP, RAN.

**Ushkova I., Fokin G.** Analysis of device positioning capabilities in mobile communication networks using A-GNSS according to 3GPP TS 36.171 specification. – 124 PP.

*This paper analyzes the possibilities of positioning devices in mobile communication networks using A-GNSS according to the specification 3GPP TS 36.171. Satellite methods for determining spatial coordinates are widely used in modern geodesy. The GPS system (Global Positioning System) has been deployed in the USA, the GLONASS system (Global Navigation Satellite System) operates in Russia, and the Galileo satellite system operates in Europe. All these systems can be combined by the term GNSS (Global Navigation Satellite System), i.e. global navigation satellite systems. GNSS technologies are successfully applied in those areas where accurate spatial position information is needed.*

**Key words:** GNSS, A-GNSS, GPS, LPP, UE, mobile communication.

**Khorev T., Fokin G.** Positioning of Vehicles with the Fusion of Time of Arrival, Angle of Arrival and Inertial Measurements in the Extended Kalman Filter. – 129 PP.

*This work is devoted to the study of models and methods for improving positioning accuracy in ultra-dense V2X/5G radio access networks for vehicles during maneuvers by combining range and angle primary measurements with measurements of inertial navigation systems in the extended Kalman filter. Onboard platformless inertial navigation system is represented by three-axis accelerometer and gyroscope modules. Integration of primary inertial measurements of acceleration and angular velocity with primary radio measurements of range and angle is carried out by converting the inertial coordinate system of the accelerometer and gyroscope into coordinate system of vehicle. Secondary processing of inertial and radio measurements is carried out in the extended Kalman filter. The integration results show an increase in the accuracy of estimating the trajectory of a vehicle from several meters to one meter when turning at an inter-section.*

**Key words:** positioning, ultra-dense 5G networks, vehicle to everything, range and angle measurements, extended Kalman filter.

**Khripunov E.** Architecture of satellite interfaces for organizing cooperative communication. – 134 PP.

*The report presents a study of international standards for the architecture of satellite radio interfaces, applicable for use in communication networks with cooperative access to the frequency-orbital resource. They also noted the relevance and development trends of satellite communication networks in Russia. Attention is paid to the role of the satellite radio interface in the context of 5th generation communication networks. Trends in the use of various frequency ranges for satellite communications, including for global low-orbit systems, are analyzed. The main characteristics of the radio interface, which determine the efficiency of the satellite system, are highlighted.*

**Key words:** satellite communication systems, satellite radio interface, frequency bands, international satellite radio interface standards.

**Shalaeva M.** Research of efficiency of backup systems. – 139 PP.

*The article is devoted to the study of the effectiveness of redundancy of system blocks. Methods for increasing the reliability in design are considered. The system was simulated, for which the calculation of the complex reliability index was made.*

**Key words:** dependability, dependability measure, unavailability factor.

### 1.3 Design and Technology of Radio Electronic Means

**Gorobtcov I., Manuylov I.** Design features of the optical galvanic isolation board. – 144 PP.

*The article discusses the tasks, the principle of operation of a four-channel galvanic isolation for transmitting logic signals, an example of components, as well as the method of their selection, with further design of the board.*

**Key words:** galvanic isolation, optocoupler, four-channel optical isolation, four channels.

**Dvoryanchikov S.** Instrument for determining the optimal flight altitude of an aircraft in order to ensure the largest coverage area. – 149 PP.

*In the modern world, the calculation of radio coverage zones is one of the most convenient options for predicting the propagation of radio waves. In this regard, it makes sense to research and develop additional tools for predicting new situations. To solve such a problem, there are many software products and non-standard solutions.*

*Purpose: Demonstration of the modeling method.*

*Method: Modeling in the MATLAB software environment.*

*Result: Successful simulation.*

*Conclusion: Thanks to the presented modeling method, optimal coverage areas have been found, and data on what height and with what angle of inclination of the antenna it is necessary to fly to ensure a given budget of the radio line.*

**Key words:** directional pattern. Signal strength. Spot of illumination.

**Dunaev N., Suhanov D.** Experience of radio software application in antenna measurements. – 154 PP.

*Software-defined radio allows you to implement many technologies for receiving or transmitting signals in space, limited only by the software part. This device allows you to solve a wide range of problems without the use of a large number of additional radio equipment and deepening into software implementation.*

*The article presents the experience of using software-defined radio in antenna measurements and radio direction finding.*

**Key words:** SDR, software defined radio, antenna measurements, direction finding.

**Esenbekov R., Marsheva N.** Developing a secondary power supply unit based on Russian-made components for telecoms equipment. – 160 PP.

*The paper analyzes the most popular models of modern industrial power supplies and emphasizes the importance of developing a secondary power supply unit for telecommunications equipment based on the components designed and manufactured in Russia to improve the security of the most important elements of the country's critical information infrastructure.*

**Key words:** power supply unit, telecommunications equipment, import substitution.

**Izotov D., Protasenya S.** Investigation of the processes of formation of ECG-like signals for verification of medical devices by means of technical devices. – 164 PP.

*At the moment, the problem of registration and analysis of biosignals is acute. Solving this problem is important for recognizing states related to the dynamics of the systems generating them. These may be the tasks of studying the electrical activity of the brain at various stages of sleep, during anesthesia, detection of EEG pathologies, classification of cardiac arrhythmias by ECG and rhythmogram. The consequence of this is the need to create technical devices that generate signals similar to biological ones in order to verify medical devices for recording such signals, for example electrocardiographs.*

**Key words:** biosignals, EEG, Measuring conversion, signal simulation.

**Kirik D., Semenas S.** Research and optimization of data storage in the product lifecycle support system. – 168 PP

*The article describes the process of modernizing the product life cycle system, taking into account the percentage of losses at the stages of transportation. The analysis of the data at various stages of the*

cycle for corrections was carried out. Possibilities of production optimization by increasing the service life of products and reducing the level of costs are described.

**Key words:** Product lifecycle, construction, percentage of losses.

**Kolosko A., Obertiy K.** Technological optimization of field cathodes. – 172 PP.

*Technological optimization of field cathodes. In today's world, optimization of past models of electrical devices or devices is increasingly required. In this regard, obsolete thermocathodes replace field cathodes. To solve such problems, there is an optimization technology of field cathodes.*

**Key words:** field cathode, field emission, stability of emission parameters.

**Morozov A.** Design features of the support-rotary device using additive technologies. – 178 PP.

*Unique and quite complex machines and vehicles can be designed without using overpriced equipment and materials with the help of additive technologies. But peculiarities of the 3D-printing technology must be counted while constructing. Proper technological features should also be used.*

**Key words:** additive technologies, 3D printing, antenna measurements, support- rotary device.

**Nesterov I.** Creation of a design of a sector-type deployable mirror antenna using additive technologies. – 182 PP.

*Deployable mirror antennas have a set of design and functional advantages relative to stationary mirror antennas. With the development of additive technologies, it became possible to manufacture products of complex configuration with lower resource costs. One of the main advantages of deployable sector antennas is the interchangeability of parts. If one of the parts breaks, it is possible to produce the necessary part in a short time.*

**Key words:** deployable mirror antenna, additive technologies, reflector, CAD system.

#### 1.4 Radio Systems and Antennas

**Afanasiev N., Glushankov E.** Applications of the kalman filter for determining the location of space vehicles. – 188 PP.

*A linear model for solving positioning problems in terms of state variables is considered, on the basis of which a Kalman filter is synthesized for determining coordinates.*

**Key words:** positioning, Kalman filter, spacecraft.

**Korovin K., Nikitin M.** Substantiation of the possibility of building a radio interface using cognitive radio technologies, MIMO, OFDMA and diagramming. – 192 PP.

*The development of new standards for wireless communication systems determines an increase in data transmission rates and an increase in the number of subscribers served. It is possible to increase the information transfer rate in wireless communication systems by increasing either channel bandwidth or the signal-to-noise ratio. Since the frequency resources for the most part are already allocated and at the same time limited, it is impossible to use the option of increasing the channel bandwidth without interfering with other communication systems using adjacent frequency channels.*

**Key words:** MIMO, cognitive radio, OFDMA, diagramming, radio interfaces.

**Korovin K., Safargaleev S.** Application of genetic algorithms for constructing the directional diagram of low-element antenna arrays. – 195 PP.

*The article considers aspects of the application of optimization using two variants of stochastic algorithms, optimizers of a swarm of particles and a genetic algorithm for constructing an antenna pattern with  $N = 8, 10, 12, 16$  elements.*

**Key words:** genetic algorithm, particle swarm, antenna pattern.

**Likontsev A., Razmyslova V.** Implementation of orientation subsystems in educational nanosatellites of the cubesat standard. – 199 PP.

*One of the defining characteristics of the modern era of space exploration is its open nature. Thanks to the development of new technologies and the reduction of costs for certain aspects, not only the commercial segment is already actively offering its own services for launching something into space,*

*but also scientific institutions are building their own satellites to test new space technologies. CubeSat ("cubesat"), nanosatellites designed for conducting school and student experiments in near-Earth space, allow for quite inexpensive space research.*

**Key words:** CubeSat, educational satellites, nanosatellites.

**Osipova V.** Study of possible options for building technological control systems in satellite networks with multidirectional subscriber terminals with cooperative use of frequency orbital resources. – 204 PP.

*This report provides an survey of the main technologies for building satellite communication systems, as well as the possibilities of their application in multi-station access systems in conditions of limited frequency and orbital resource. The features of the use of each technology, its pros and cons are considered.*

**Key words:** satellite communication systems, multi-station access technologies, phased array antenna.

**Purshel V.** Development of an app for calculation of various losses in the "uav - ground station" channel. – 208 PP.

*It is proposed to develop an application for calculating various losses in the "unmanned aerial vehicle - ground". A simple method is presented for predicting losses, channel budget and line of sight between an unmanned aerial vehicle and a ground station during propagation of radio waves in an air-ground communication channel, which can be recommended for use in the process of modeling communication systems with an unmanned aerial vehicle within line of sight and with lack of line of sight.*

**Key words:** unmanned aerial vehicle, air-ground channel, MATLAB.

## 1.5 Digital Signal Processing

**Ayed H.M.M., Enikeeva E., Zapayshchikov A., Stepanov A.** Optimization of algorithms for calculation of continuous wavelet generation. – 213 PP.

*This work is devoted to the optimization of the algorithm for calculating the continuous wavelet transform. The architecture of the controller with ultra-low power consumption MSP430G2553 from Texas Instruments is presented. The basic principle is described, which allows increasing the length of the processed signal fragment.*

**Key words:** algorithm, continuous wavelet transform, microcontroller, optimization.

**Giniyatullin A., Nikitin Y.** Types of digital-to-analog converters. – 216 PP.

*The DAC (Digital-to-analog converter) provides the conversion of a digital (in the vast majority of binary code) signal (code) to analog. The DAC is the interface among the discrete values of the signals and the analog ones.*

**Key words:** DAC, analog signal, digital signal.

**Mogilatov A., Nikitin Y.** Methods of frequency synthesis. – 220 PP.

*The article discusses the fundamental principles and ideas inherent in the operation of frequency synthesizers of various types. Their advantages, disadvantages and the main areas of their use are also considered.*

**Key words:** frequency synthesis, methods, active synthesis, passive synthesis, digital synthesis, analog synthesis.

**Smirnov S.** Development of integrated system on FPGA on Java. – 224 PP.

*Programmable logic integrated circuits (FPGAs) are widely used in many areas of human activity. When developing the architecture of a digital system, it is required to use graphical tools to combine the developed modules. Currently, this approach has several disadvantages. The development of a single universal system for combining blocks is designed to solve this problem.*

*The article indicates the approach and direction of developing a system for designing an integrated system using the Java language.*

**Key words:** FPGA, integrated system, Java, development.



**Shmidt A., Shmidt A.** Construction of modules of communication systems with frequency channel's division. – 227 PP.

*Special communication systems in the Armed Forces and other power structures are constantly being improved and modernized. Modernization occurs not everywhere and at the same time. Therefore, the issue of using inexpensive and functional devices that make it possible to interface outdated communication systems with communication systems based on more modern technological solutions is relevant.*

**Key words:** frequency division multiplexing systems, time division multiplexing systems, FPGA, ADC, DAC, transmultiplexing, transdemultiplexing.

### 1.6 Digital TV and Radio Broadcasting

**Anakhov D., Fedorov S.** Ultra-high-definition broadcasting. – 231 PP.

*In the modern world, the requirements for both the quality of the created media content and the technical characteristics of the devices reproducing it are rapidly increasing. In this regard, 4K and 8K broadcast formats are becoming more and more popular. But for a full-fledged transition to work with these formats, it is necessary to conduct a research of methods for encoding video content in ultra-high-definition format and its interaction with playback devices available on the market.*

**Key words:** 4K, 8K, H.266, encoding methods, Ultra-High-Definition Television, video content.

**Belov A., Fedorov S.** Smart cameras in intelligent video surveillance systems. – 235 PP.

*A smart camera system allows for real-time, high-resolution recording from any location, followed by video content storage and analysis. Whereas a conventional camera solely monitors objects, an IP camera has advanced functionality that can provide a high level of control and security in any area*

**Key words:** smart camera, video surveillance system, camera.

**Bikart M., Duklau V.** Features of Digital Satellite TV Receivers. – 240 PP.

*Almost everyone has a TV or set-top box at home, and most people are avid consumers of television content. However, few people understand exactly how they get this picture. It is about how the signal is transmitted, received, demodulated and descrambled. In this regard, to help in understanding the subject, there are review articles that in the long run turn into a laboratory practice.*

**Key words:** digital receivers, receivers, receivers, digital signals, satellite TV, digital TV, workshop, laboratory workshop.

**Gogol A., Romanova M.** Analysis of the market of smart video systems for the reorganization of the entrance and exit of vehicles to the university territory. – 247 PP.

*Most often, objects go the traditional way, installing a barrier at the entrances to the territory of the object and hiring security guards at checkpoints. In this case, the human factor plays an important role. At the entrance of transport to the territory of the object, the guard must check the number of the passing car with the list of those allowed to pass, then raise the barrier, as well as enter the travel time and the number of the passing in the log. This procedure can take from 5 to 15 minutes per passenger. Also, it is worth considering that this approach is not cheap: round-the-clock security costs a lot of money. Automation of travel using smart video systems will not only speed up this process, but also make it more controlled, because the decision on access will be made by the system based on certain access rules, and all recorded events, such as entries, exits, access denials and others, will be recorded in detail. Within the framework of the topic of this article, the following will be analyzed.*

**Key words:** smart video systems, GSM module, contact and contactless tags, NFC phones, video camera, controllers, video server.

**Goryntsev A.** Deep Sea Features. – 252 PP.

*This paper discusses the features and methods of shooting photos and videos on the near bottom and bottom areas of the ocean. Systems based on these methods are widely used to study terrain and marine life, as well as to observe objects of danger. The described methods imply remote participation of a person during the shooting.*

**Key words:** underwater shooting, camera module, video system, data transmission.

**Guminskiy O., Myshyanov S.** Research and Implementation of a Bit and OFDM Cell Interleaving Algorithm for the DRM Mode E. – 256 PP.

*The article examines the algorithm for moving bits and cells of the OFDM frame, which is used in modern digital broadcasting systems for unpacking long series of errors of received symbols. The interleaving algorithm is implemented based on the documentation of the ETSI ES 201 980 standard in the MATLAB / Simulink software environment and tested as part of the complete DRM transceiver path. Investigations of the influence of the interleaving algorithm on the noise immunity of reception are carried out.*

**Key words:** DRM, interleaving algorithm, Matlab/Simulink modelling, digital signal processing.

**Dudevich D.** Rationing of audio signals in broadcasting. – 261 PP

*The article presents an analysis of scientific research on existing methods suitable for solving the problem of sound level fluctuations in broadcasting. The scientific novelty of the research lies in the development of its own scheme of the compensator device. An overview of ready-made hardware solutions is given and a scheme is presented that can serve for the further implementation of a real device.*

**Key words:** sound signal, volume level, volume drops, volume normalization, automatic level control, compressor, compensator.

**Klinovskiy A.** Networking requirements for virtual reality devices. – 266 PP.

*Today there is a growing use of virtual reality devices and services in a wide variety of fields, from video games to medical technology. For correct working, we must have certain requirements for the broadcast network.*

**Key words:** virtual reality, augmented reality, MQI, IQI, PQI.

**Krivkin N., Tumanova E.** Implementation of image visualization systems on concert venues. – 269 PP.

*The stage is a key part of the concert hall space. A place to which all the viewer's attention is riveted. For the event to be remembered for a long time, it is necessary to use modern visualization systems. Thanks to them, each viewer can get an idea of what is happening on stage and improve their visual experience. The article presents the main solutions in this area.*

**Key words:** IMAG, concert equipment, visualization systems, broadcast.

**Mashek V., Tatarenkov D.** Features of transmission of audio information on modern radio stations. – 273 PP.

*In modern broadcasting, equipment with analog signal processing technologies is rapidly being replaced by digital ones. This article will consider the use of technologies in radio broadcasting using Internet protocols. One of the multimedia streaming standards will also be described in more detail.*

**Key words:** audio signals, AES67, protocols, packages, cables.

**Panova A., Tumanova E.** Research of augmented reality creation methods. – 277 PP.

*Augmented reality every year more and more washing the border between the real and the imaginary world. This technology has found its application in various fields - from the entertainment industry to medicine and business. The article explores the methods of creating augmented reality. Platforms for software development, their advantages and disadvantages, as well as in the field of AR application are considered.*

**Key words:** augmented reality, ARCore, ARKit, Vuforia, AR.

**Polyakov A., Fedorov S.** The use of IP technology in the media industry. – 282 PP.

*Currently, there is an interest in IP technology in the world, which makes it possible to simplify and make more flexible the structure of distribution and switching of media data. This article discusses the IP protocol and the principle of transmitting media content over IP networks.*

**Key words:** IP, media content, broadcasting.

**Prokhorov K., Rogozinsky G., Fedorov S.** To the question about control parameters for FM synthesis systems of sound signals. – 287 PP.

*The complexity of the output signal (timbre) obtained as a result of sound synthesis based on frequency modulation can be determined by the number of used FM synthesis parameters. In this case, it becomes necessary to establish the degree of influence of these parameters on the result of the synthesis work. The article provides a brief description of the operation of the FM synthesis system, its comparison with additive and subtractive synthesis systems, and considers some hardware implementations.*

**Key words:** FM synthesis, FM-parameter.

**Rekichinskiy A.** Optimization of The Main Parameters for Monitoring Remote Television Broadcasting Facilities. – 292 PP.

*In this paper, we consider the possibility of improving the efficiency of monitoring remote digital television broadcasting facilities by optimizing the parameters of objects from the point of view of the work of the network operational management department, as well as optimizing the obtained parameters. The results of an experimental study in the branch of RTRS "Saratov ORTPC" are presented. The data obtained were used to develop monitoring tables for remote digital broadcasting facilities in the Data Miner software.*

**Key words:** monitoring, TV broadcasting, Visio, DataMiner, Splicer, Replicator. department of operational network management.

**Sidorkina D.** Holographic telepresence systems. – 296 PP.

*This article deals with telepresence systems. The main content of the study is a comparative examination of HTC system devices. The scientific novelty of the paper lies in the analysis of publicly available sources to find the types and specifications of different holographic displays.*

**Key words:** telepresence systems, HTC systems, AR/VR/MR glasses, holographic fans, virtual pyramid, trivisor, holography.

**Tuchkevich A., Fedorov S.** Foreground Object Detection in Computer Vision Systems. – 302 PP.

*Foreground object detection is one of the primary relevant tasks in computer vision, which involves detecting important objects in a still image or a video sequence, as well as locating target objects in a scene. The algorithms for foreground object detection are very important across several applications such as object recognition, video surveillance, image annotation, image retrieval, and object tracking.*

*This paper discusses this problem from the perspective of tracking objects in a video (video objects).*

**Key words:** Computer vision, object detection, video sequence.

**Tyazhev D.** Analysis of existing software methods for emotion recognition. – 306 PP.

*The article examines the emotion recognition systems that organizations use in conjunction with CCTV cameras. The topic is relevant, since the possibility of using such systems integrated with a video surveillance system has long been necessary for various organizations, every year its relevance is increasing more and more due to the presence of needs. As a result of the work, a comparative analysis of three emotion recognition systems with the formation of an output will be carried out.*

**Key words:** emotion recognition, CCTV cameras, FaceReader, Silver Logic Labs, FEASy.

**Cheplyukova A.** Metrological support of the objects of the RTRS TV and radio broadcasting network. – 311 PP.

*The topic of the report is related to metrological support as one of the most important areas in ensuring the development of television and radio broadcasting. This is considered on the example of the work of the metrological service of the Federal State Unitary Enterprise RTRS. The work of the metrological service is aimed at providing a quality control system to maintain the integrity and stability of the operation of the television and radio broadcasting network, cost optimization, as well as the economic benefit of the enterprise.*

**Key words:** metrological support, control and measuring equipment, TV signal analyzer.

## 2. Scientific Direction «Infocommunication Networks and Systems»

### 2.1 Security of Computer Systems and Communication Networks

**Abdelrahman Barakat** Threats and vulnerabilities of logical ports. – 316 PP.

*In this article, we will talk about logical ports and how they can improve the efficiency of packet transmission, as well as the most popular ports associated with certain services and which ports are most attacked, as well as basic methods to protect your computer. . systems from attacks through ports.*

**Key words:** logical ports, packet transfer, computer systems.

**Abramenko G., Kosheleva S., Pestov I., Fedorov P.** Using Fisher's exact criterion to analyze forecasting models. – 321 PP.

*The article deals with the problem of information security of cloud infrastructure instances. It also describes the possibility of using Fisher's exact algorithms to assess the significance of differences between the actual data obtained as a result of experimental verification of the methodology for detecting anomalies in the field of information security, and theoretical ones.*

**Key words:** cloud infrastructure, information security, methodology, Fisher criterion.

**Abramenko G., Melnik M. Vitkova L.** Using EBPF Technology For Tracing Kernel Events. – 325 PP.

*The article requires a tool to compensate for the limitations of the kernel in cases where high-performance packet processing is required. Development of this tool creation to the creation of eBPF. The new version of BPF has increased the number of registers and the allowed size of the program added JIT compilation and created a verifier that checks programs for safety. New BPF programs can be launched not only when processing packets, but also in response to the processing of a large kernel event. This opened new possibilities for using BPF.*

**Key words:** BPF, eBPF, tracing, Linux, Ubuntu.

**Akilov M. Dokshina A., Dokshin A.** Development of an authentication server based on the Astra Linux operating system. – 329 PP.

*This article discusses the principle of organizing the security of wireless networks of the IEEE 802.11 family. Small Wi-Fi networks are usually protected with one common passphrase for each SSID, but this approach is extremely unsafe and inefficient. The solution to this problem is to implement a user authentication server based on the Astra Linux operating system using an LDAP database. To assess the effectiveness of the proposed authentication method, load testing was carried out, the results of which are presented in this article.*

**Key words:** authentication; IEEE 802.11; FreeRADIUS; FreeIPA; Astra Linux; load testing.

**Akilov M, Orlov D.** Blockchain and its practical application. – 334 PP.

*Blockchain technology is quite young and promising, and its development can seriously affect the structure of the world, since it allows transactions to be made in the absence of a centralizing authority. The main scope of blockchain is the economy, however, the technology is potentially useful for a variety of industries. The article provides a brief overview of the technology and its possible applications in various fields.*

**Key words:** blockchain, decentralized system, cryptography, token, information technology, blockchain overview.

**Akhrameeva K., Bocharov M.** Application of steganalysis methods and the latest research trends in steganography. – 339 PP.

*In the modern world, in a number of cases where the use of cryptography is impossible from the point of view of the legislation of a particular country or for some other reasons, the use of digital steganography methods to conceal confidential information is more relevant than ever. Within the framework of digital forensics, steganalytics can apply various methods of covering object analysis*



*to detect the fact of additional information hiding. To solve this problem, there are a number of special software and other tools, which are presented in this paper, taking into account the latest developments in the field of steganography.*

**Key words:** steganography, digital forensics, Linux, binary analyzers.

**Akhrameeva K., Kuznetsov S., Kulikov I., Fominykh A.** Linguistic steganography. – 344 PP.

*The article presents the results of a study aimed at analyzing the possibility of using linguistic steganography methods in computer games. The possibility of using linguistic steganography methods in various game genres and game mechanics is evaluated. Examples of the use of linguistic steganography methods in computer games are given.*

**Key words:** steganography, linguistic steganography, computer games.

**Borisov V.** Review of methods for building a trusted environment in Unix operating systems based on the implementation of a digital watermark. – 349 PP.

*Securing software to protect it from illegal use is becoming necessary requirement for modern software development companies. There are many techniques that developers use to protect software, but most of them relies on using additional code modules intended to hardening validation mechanisms.*

*This article introduces review of existing method of for building trusted environment in Unix operating systems based on digital watermark insertrion into executable.*

**Key words:** DW, Unix, Linux, trusted computing environment.

**Voroshnin G., Fedorova A.** Traffic dump tracking when using low performance devices. – 352 PP.

*Traffic dumps are necessary for diagnosing and configuring network applications, network or network configuration, and web applications have long been widely used in the daily life of a modern person. One of the advantages of such applications is the ability to use them without the need to install additional software, since all work is done using a browser. Web interfaces are used to work with various online services, as well as to configure and connect to network devices. This article discusses the specifics of developing a web module for monitoring wireless network traffic on a device with extremely limited resources.*

**Key words:** web interface, wireless networks, monitoring system.

**Danilova U.** Research of information security audit methodology in cloud technologies. – 356 PP.

*Currently, the information technology industry can be traced to the rapid development of cloud solutions. There are more and more modern companies with information infrastructures built on the cloud technologies. Cloud solutions empower companies to reduce infrastructure maintenance costs by outsourcing cloud provider's virtual infrastructure. With cloud service providers, companies can reduce the time and resources they spend in administering information systems.*

*Information security audit conducted for information infrastructures located in cloud solutions allows assessing the degree of protection of critical consumer assets in the cloud. At the same time, it is required to consider issues related to segmentation and access control in the cloud, ensuring the physical security of the resources, identifying vulnerabilities and developing recommendations.*

*Today, there are no scientific methods of information security audit that allow assessing the security of cloud computing system, as well as developed domestic and international information security standards. This allows us to conclude that this methodology research for an expert audit of information security in a cloud computing system is relevant.*

**Key words:** audit, cloud technologies, IaaS, PaaS, SaaS, information infrastructure.

**Dokshina A., Dokshin A.** Study of a domestic software package for managing secure LAN control systems. – 359 PP.

*The presented article discusses the domestic software complex APKSH "Continent", which is used to protect the network infrastructure*

*and creating VPN networks using GOST algorithms. The relevance of the topic is due to the fact that many companies have switched to a remote mode of operation due to the pandemic, and in order for*

employees working outside the company to make a secure connection to the company's internal network, it is necessary to take care of the security of the LAN. To assess the effectiveness of using the Continent APCS as a network infrastructure protection, a comparative analysis of the technical characteristics of the Continent APCS of domestic production and the popular CheckPoint firewall of foreign production was carried out. The results are presented in this article.

**Key words:** APKSH "Continent"; VPN networks; LAN; GOST; secure connection; network infrastructure.

**Egorova A.** Application of PCI DSS standard in the organization. – 363 PP.

*In the modern world, people more and more often choose to use payment cards instead of cash to pay for goods and services. In this regard, the level of leaks of payment card data is also growing. In order to minimize these leaks, the PCI DSS payment card data security standard was developed, which must be complied with by all companies that store, process or transmit payment card data.*

**Key words:** PCI DSS, information security, payment cards, organizations, standard.

**Zheltova E., Pankov A., Ushakov I.** Virtual Private Network technologies: usefulness of application in remote education. – 366 PP.

*The relevance of this paper stems from the unstable situation both in the country and in the world as a whole; COVID-19 pandemic requires many educational facilities, schools, universities and institutes, to provide remote education instead of a traditional format. Due to that, a way for employees and students to access their workplaces is needed. The VPN protocol is one of solutions to this problem.*

**Key words:** EasyVPN, VPN, virtual private networks, remote education.

**Ivanov A.** Development of a protection against insiders by generating a self-changing code. – 370 PP.

*This article analyzes the method of digital steganography using self-modifying codes as protection from insiders. In the analyzed method, the features of the self-modifying code for protecting the author's software from insider intrusions are indicated. The main focus will be on the method of generating self-modifying code in the protected software, logging these actions of this code and distributing it.*

**Key words:** self-verification, logging, steganography, insider, PE.

**Kistruga A., Piri D., Petrov V.** Investigation of approaches for wireless ids using machine learning algorithms. – 376 PP.

*The past few years have seen significant growth in wireless networking. One of the main reasons for this growth is the massive use of portable and standalone devices with wireless connectivity. As the number of wireless networks has increased, so has the number of attacks on them. Detecting these attacks requires a network intrusion detection system with high accuracy and short detection time. This paper proposes a machine learning-based wireless intrusion detection system. The proposed one consists of two stages that work together in a specific sequence. For each stage, a machine learning model is developed to classify network records according to one of the classes of a specific attack.*

**Key words:** wireless network, IEEE 802.11, Wi-Fi, Machine learning, Intrusion Detection Systems.

**Korchagin P., Protopopova A.** Identification method using handwritten handwriting. – 381 PP.

*Authentication using handwritten handwriting is considered. This task is one of the most demanded and urgent, and a huge number of works are devoted to it. In this regard, the proposed method, which allows to implement a user identification system using handwritten handwriting. Among the large number of methods, the greatest efficiency of user identification is achieved by using the Kronecker-Chebyshev and Kronecker-Chebyshev-Akhiezer methods.*

**Key words:** handwritten handwriting, user identification, biometric identification.

**Kosenkov V., Piri D., Salita A., Tsikute D.** Investigation of information hiding in dynamic routing protocols. – 386 PP.

*Strengthening security solutions for computer networks increases interest in new methods of transmitting hidden information. This article discusses the possibility of creating steganographic*

*channels based on the use of dynamic routing protocols. Certain protocols were investigated, their header fields, with which you can create stegocontainers.*

**Key words:** steganography; network steganography; security; dynamic routing protocols, channel steganography; data hiding; data transmission networks.

**Krylov A., Ushakov I.** Security protocols of the internet of things in the smart city system. – 391 PP.

*The Internet of Things (IoT) is a network of devices that are uniquely identified and have embedded software required to transmit information. Network endpoints and protocols are used to communicate with a cloud server, which processes and aggregates big data from various devices, performs analytics, and helps in making business decisions. The IoT is a significant part of today's revolution in industry, agriculture, healthcare and smart cities. Ensuring the security of all actors involved in the IoT network is especially important as it involves the widespread collection and dissemination of data.*

**Key words:** smart cities; Internet of Things (IoT); IoT security; Security risk assessment; IoT protocols; IoT Threats.

**Lebedeva A.** Using the features of construction of linux file formats for stig nesting procedures. – 396 PP.

*The most popular in the world of information security are software protection methods based on hidden agents. The stored information must be resistant to various transformations, such as obfuscation and copyright substitution. The use of this technique allows you to organize protection to protect the integrity of the trusted environment of the Linux OS. The purpose of the work is to equip the provided Linux OS with a hidden key-bound software agent that will be engaged in internal monitoring.*

**Key words:** Linux operating system, secure employee time tracking, steganography, information security, integrity.

**Madonov S.** Web-application vulnerabilities and threats. – 400 PP.

*The article discusses the main, common vulnerabilities in web applications today. Due to these vulnerabilities, attackers can conduct attacks on both users and corporate data. Most often, vulnerabilities are detected in the code of a web application, which indicates a lack of knowledge about vulnerabilities or the ability to protect against them. The article discusses methods of protection against attacks on web applications.*

**Key words:** information security, web, web-resource, vulnerability.

**Mankaev R., Ushakov I.** Analysis of the structure of the protocols of the TCP / IP family and verification of the possibility of hidden data transmission using network steganography. – 405 PP.

*The modern world is extremely difficult to imagine without gadgets, fast Internet access and other everyday devices that people are used to using every day. They have become indispensable attributes and part of our life that accompany a person in everyday life: both at home and at the workplace. In order to ensure proper storage, processing and transmission of information, cryptographic transformation of information, or encryption, is used. But is it so effective in the context of using steganography.*

**Key words:** network steganography, network protocol structure, TCP / IP stack.

**Martynova E., Timofeev V.** Blockchain Technology As a Cryptographic Primitive. – 410 PP.

*In the modern world, people are increasingly learning new and diverse payment methods. In this regard, it makes sense to ensure the study of security issues of such funds and technologies as cryptocurrencies.*

**Key words:** Blockchain, bitcoin, bitcoin, bitcoin.

**Nefedov V.** Self-modifying code research. – 415 PP.

*The article discusses the method of digital steganography using self-modifying codes. The most important attention is paid to the technique of generating self-modifying code in protected software, its distribution and logging of these actions of this code.*

*This direction is relevant for implementation into user and licensed content in order to protect it from fraudsters and violators who distribute pirated copies and intend to spoil the copyright data of software developers.*

**Key words:** Steganography, information security, integrity, self-modifying code.

**Pestov I., Popov A.** Designing a system for decentralized monitoring of operating systems. – 420 PP.  
*Current monitoring systems such as Zabbix and Solarwinds Orion Platform use a centralized architecture, often requiring additional hardware to be deployed. These systems provide developers with APIs to develop third-party applications, but these requests are handled by a central monitoring platform server rather than directly by agents. A failure of the central platform server can completely paralyze the monitoring system, including third-party applications, creating a potential security breach.*

**Key words:** cloud infrastructure, information security, virtualization, computer systems monitoring, cloud threats, countering cloud threats.

**Sevostynov V.** Analysis of use and construction of systems based on single computers in the sphere of information security. – 423 PP.

*Working with personal data and its problems is increasingly becoming an urgent topic in the modern world. Almost any company, in one way or another, works with personal data, but makes a number of key mistakes both at the design level and at the level of organizational measures. In turn, cybercriminals take advantage of such problems, while the consequences of such vulnerabilities can affect both the company itself and the owner of personal data.*

**Key words:** personal Information, workstation, Computer appliance, information system (IS), Industrial control system (ICS), Database Management System (DBMS), Personal Computer (PC).

**Filippov A.** Analysis of external threats using SIEM systems mechanisms. – 428 PP.

*In the classical sense, SIEM systems only collect and process data, and also notify the operator of a possible danger. Blocking suspicious processes, quarantining files and other response measures are not included in their tasks. However, recently, under the term SIEM, both data collection and processing systems and systems that then allow to respond to the information received and take active actions are often combined. This article discusses various ways and methods of detecting external security threats using the mechanisms of SIEM systems.*

**Key words:** SIEM systems, information security, external threats, security events, security monitoring.

## 2.2 Internet of Things and Heterogeneous Networks

**Antonenko A.** Technology of fair division of air time in wi-fi networks. – 434 PP.

*In today's world, almost everyone uses Wi-Fi networks. According to studies, there are several devices per person using a Wi-Fi network. Different devices have different network adapters supporting different versions of Wi-Fi, from Wi-Fi 1 generation to Wi-Fi 6, which leads to a decrease in network capacity. The report introduces airtime fairness in Wi-Fi networks.*

**Key words:** wireless local area networks, Wi-Fi, data transmission, airtime fairness (ATF).

**Gerasimova Ya.** Research of the characteristics of the wireless LAN of the hotel "Grand Hotel Europe". – 437 PP.

*This paper is devoted to the study of the characteristics of the wireless local area network of the Grand Hotel Europe. The importance of the Wi-Fi network in the hotel business is considered. The analysis of the characteristics of the hotel's wireless LAN is presented and improvements are proposed.*

**Key words:** Wi-Fi, TD, IEEE 802.11, hotel, signal strength.

**Lobastova M., Lytkina E., Matyuhin A.** Reliability assessment of the synchronization signal transmission rout in the network of clock network synchronization. – 442 PP.



*Reliable operation of modern communications networks is impossible to imagine without the organization of clock network synchronization, which provides coordination of transmission and reception speeds. One of the problems of building a clock network synchronization is to ensure the delivery of the synchronization signal along one of the possible routes. This article presents a method for estimating the reliability of a synchronization signal route.*

**Key words:** clock network synchronization, synchronization network operation modes, synchronization signal path reliability, structural reliability.

**Yakutina L.** Operation and model of the IEEE 802.11 high-density network. – 446 PP.

*This article discusses the problems and methods of building networks with a high density of users on one area. The need to build such networks arises due to the increase in the number of devices of users who always want to have access to the network even with a large crowd of people. The article describes the basic technologies and rules used in the construction of such networks, and also presents a model of the interference signal generated by intra-channel interference.*

**Key words:** high-density networks, Wi-Fi, interference, signal-to-noise ratio.

### 2.3 Multiservice Telecommunication Systems and Technologies

**Badigina D., Zhikh D.** Automation of business processes of companies using Robotic Process Automation technology. – 452 PP.

*Expansion, coupled with business process automation, is a critical contributor to business development. With an increase in services and sales growth, the company's business processes become more complex, which is accompanied by the need to increase the number of personnel and the emergence of new divisions. Unfortunately, most often these measures do not entail an increase in the company's revenue. Therefore, the automation of business processes is considered more effective. This article discusses such a method of automating business processes as Robotic Process Automation.*

**Key words:** business process, automation, Robotic Process Automation.

**Elagin V., Pichugin E.** Methods of traffic analysis and identification in heterogeneous networks. – 455 PP.

*Accurate identification and analysis of network traffic is quite an important element of network management and security. There are many methods in the literature for identifying network traffic, and depending on the types of information, which is used for identification, the accuracy and completeness of the proposed methods vary.*

**Key words:** network traffic, identification of network traffic, P2P, analysis methods.

**Zaiats M.** Efficiency of introduction of information systems with elements of artificial intelligence in contact centers and business processes of companies. – 458 PP.

*This article is devoted to the effectiveness of the implementation of information systems with elements of artificial intelligence in contact centers and business processes of companies. The ways of using artificial intelligence in business and its application are considered. A description is presented of how artificial intelligence can change the work of contact centers.*

**Key words:** artificial intelligence, business processes, contact centers, automated systems, omnichannel.

**Makar M., Chebotaev V.** Chaos theory in communication network management. – 462 PP.

*The research of the main directions of application of the chaos theory is carried out. An overview of the research available for various scientific disciplines is presented. Particular attention is paid to the analysis of existing research works in the field of infocommunications, directly related to communication networks. Based on the map of business functions of the eTOM telecom operator (TM Forum Business Framework), areas are identified in which developments using chaos theory have already begun. Possible directions of application of chaos theory in problems of communication network control are proposed.*

**Key words:** chaos theory, communication network, communication network management.

**Moiseeva A.** Analysis of the capabilities of interaction of OSS and IMS systems for automation of the operation process. – 466 PP.

*The OSS / BSS software market is showing steady and fairly rapid growth. Earlier, when purchasing systems to support his activities, he often solved isolated tasks. This was due to factors, in particular, the immaturity of technologies, the lack of uniform standards that allow for the rapid integration of modules. This article discloses a proposed OSS model for networking that contains IMS.*

**Key words:** OSS, IMS, IP Multimedia Subsystem, QoS.

**Chipsanova E.** Efficiency of applying a hybrid model of mobile edge computing in 5G networks. – 470 PP.

*Nowadays, IT service users are more likely to need fast processing. In this regard, it makes sense to use the concept of edge computing, which brings computing functions closer to the user in order to achieve scalable performance, reduce network load and speed up data transfer. There is MEC technology to solve this problem.*

**Key words:** MEC, mobile network, 5G.

**Yamova A.** The programming language of the data plane P4. Advantages and prospects of application. – 473 PP.

*The programmable data plane allows users to define their own algorithms for the behavior of the plane for network devices, including the corresponding APIs that can be used for user management of a software-defined networking (SDN). This provides greater flexibility when setting up a network (for example, in 5G networks, data centers, or for rapid prototyping in industrial and academic research. Protocol-independent programmable packet processor (P4) has now become the most common abstraction, programming language and data-level programming concept. It is developed and standardized by ONF (Open Network Foundation). This article discusses in detail the advantages of P4 technology over the classic solution in SDN networks, as well as the prospects for the development of this project.*

**Key words:** P4, SDN, OpenFlow.

## 2.4 Optoelectronic Technologies (Photonics) in Infocommunications

**Adam I., Nasedkin B., Chernykh A.** Methods combination in computational ghost imaging. – 478 PP.

*Currently, the ghost imaging technique is promising for use in various imaging systems and optical encryption. However, the speed of image reconstruction is still a serious problem for the widespread practical application of this technology. As a solution, a sweeping algorithm was proposed, which significantly reduced the number of iterations needed. However, this method has serious limitations on the shape of objects. This article presents a new technique that combines the sweeping algorithm and the traditional pseudo-thermal source ghost imaging techniques.*

**Key words:** ghost imaging, sweeping algorithm, speckle-structure, correlation function.

**Andreeva E., Ermolaev A., Krivenko Y.** The use of nonlinear effects in fiber optical fibers to create a broadband light source. – 483 PP.

*The development of wavelength division multiplexing technologies necessitates the creation of an element base for such systems with specified parameters. In particular, for the correct use of wavelength division multiplexing methods in a wide wavelength range, it is necessary to control the parameters of this system using a broadband source. The use of nonlinear effects in an optical fiber makes it possible to obtain such sources, not only in the third transparency window, but also outside it.*

**Key words:** optical fiber, nonlinear effects, modulation instability.

**Bylina M., Kazhaev M.** Interference Filter Study for CWDM Multiplexer. – 487 PP.

*This paper presents the methodology and results of calculating the interference filter for the CWDM multiplexer. The principle of operation and structure of the CWDM multiplexer and the design of the*

*interference filter, the dependence of reflection on the filter for a different number of layers, reflection angles are considered.*

**Key words:** Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM, Interference filter, Bragg reflection.

**Glagolev S., Opyakin D.** Technology for transmitting analog radio signals over optical fibers (RoF). – 491 PP.

*This article provides an overview of RoF technologies, discusses schemes of its structure, implementation, and also describes the advantages of this technologies.*

**Keywords:** Radio over Fiber, RoF technology, radio access unit, bandwidth, optic fiber.

**Glagolev S., Shvets I.** Using an optical amplifier in fiber optical communication lines. – 496 PP.

*This work is about research of fiber-optic communication systems with the technology of dense wavelength division multiplexing using optical amplifiers as power amplifiers at the output of the multiplexer, pre-amplifiers at the input of the photodetector and linear amplifiers. The studies were carried out by modeling in the OptiSystem program. In order to simplify the modeling scheme and reduce the amount of information being processed, one-channel systems are first investigated. The results obtained can be easily transferred to systems dense wavelength division multiplexing.*

**Key words:** DWDM, fiber optical communication lines, optical amplifier.

**Golovkova E., Reznikov B., Terebenina Yu.** Research of optical switches architecture and components. – 501 PP.

*The article discusses the general types and properties of optical switches, there is also a brief overview of various technologies and their execution. The network of the future is a fully optical network, where communication will be carried out using optical equipment and cable. The throughput increases, therefore, there is a task in the research and analysis of promising optical switching technologies.*

**Key words:** switch, optical switch, optical communication, MEMS.

**Davydov V., Popovsky N.** Features of building photonic integrated circuits for communication systems. – 504 PP.

*The necessity of studying photonic integrated circuits for fiber-optic communication systems is substantiated. Block diagrams of transmitters and receivers of signals of fiber-optic communication lines are given. The features of their designs are established.*

**Key words:** fiber-optic communication line, laser radiation, narrowband and impulse noise, photonic integrated circuits.

**Davydov R., Yakusheva M.** New aspects in survey of the health status of people using a laser radiation absorption signal. – 508 PP.

*The report is devoted to the optimization of registration of signals of absorption of laser radiation on blood vessels and soft tissues in comparison with previously used devices without increasing the power of laser radiation. As well as the development of a technique for absorption signals processing to obtain additional information on the presence of various diseases in humans based on the results of express diagnostics. Experimental studies in various directions and mathematical modeling of the interaction of laser radiation with the current blood flow were carried out in the course of the work. To improve the accuracy of express diagnostics for monitoring the state of human health, design of an optical sensor and a technique have been developed.*

**Key words:** blood flow, laser radiation, pulse wave, artifact, cardiovascular system, signal processing.

**Zinoveva A., Obukhov S., Reznikov B.** Principles of a photonic commutation and its application. – 512 PP.

*The article discusses the physical principles of photonic switching systems. It considers the ways of separation of physical resources of guiding systems used in photonic commutation. Methods of physical realization of photonic switching are highlighted.*

**Key words:** optical transmission systems, optical fiber, photonic switches, optical switches.

**Kamaldinov A.** Basic PMD measurement methods. Classification of PMD measurement methods in OF and FOSS linear paths. – 515 PP.

*One of the main factors affecting the speed of information transfer in high-speed FOTS is the dispersion characteristics of optical fiber (OF), in particular, polarization mode dispersion (PMD). PMD is understood as the broadening of a light pulse in an optical fiber caused by the differential group delay of two orthogonal linearly polarized modes propagating along a fiber cable and arising from a violation of the concentricity of the optical fiber core, internal and external mechanical stresses, material inhomogeneity, etc. The broadening of the optical pulse transmitted over the optical fiber, in turn, leads to an increase in the number of bit errors and a decrease in the information transfer rate. The characteristic of PMD is the differential group delay (DGD) - the difference in the arrival time of two orthogonal linearly polarized modes at a given wavelength and at a given time.*

**Key words:** PMD, dispersion, optical fiber.

**Kurshieva M., Reznikov B.** Radio-over-fiber technology on data networks. – 515 PP.

*This article describes Radio-over-Fiber technology. The principles of operation and architecture of networks with Radio-over-Fiber are outlined. The advantages and disadvantages of the Radio-over-Fiber technology during its implementation are described. The choice of optical fiber when designing systems with Radio-over-Fiber is considered.*

**Key words:** optical transmission systems, optical fiber, Radio-over-Fiber, RoF, chromatic dispersion.

**Kuryakova A., Legostaev V.** Analysis of the principles of constructing the element base of GPON and the prospects for the development of optical access networks. – 520 PP.

*In recent years, optical access networks have been the most dynamic segment of the telecommunications industry. Technologies are constantly being improved here to meet new user needs, new technical solutions that are characteristic only of these networks appear. In this regard, we will consider the existing elements of passive optical networks, and also touch on the promising architectures of optical access networks.*

**Key words:** PON, services, solutions, access networks.

**Makovetskaya T.** Development of hybrid ultraviolet radiation receiver. – 523 PP.

*The ultraviolet range of optical radiation is widely used in the modern world. This fact contributes to the modification of existing receivers of ultraviolet radiation and the development of new solutions to improve the characteristics of the receiver. One of the promising directions in the development of photodetectors is the creation of hybrid receivers of optical radiation, in particular, ultraviolet radiation.*

**Key words:** optical radiation detector, hybrid photodetector, ultraviolet light.

**Nikulina T., Podoprigora A.** Fiber-optic masking devices. – 527 PP.

*This work is devoted to some aspects of the choice of gradient profiles of the refractive index for a pair combination of optical maskers. Some results of the DMZ control method by selecting and recombining two corresponding refractive index profiles differing in technological defects in the center of the nucleus are presented.*

**Key words:** refractive index profile, differential mode delay, multimode fiber.

**Obroskova N.** Measurement of chromatic dispersion in single-mode optical fibers. – 532 PP.

*Today, there are many technologies for error-free transmission of high-speed optical signals over long distances. But the transmission of optical signals over the network is affected by many factors that make it difficult to transmit signals. One of the most important factors that degrade the quality of communication is chromatic dispersion.*

**Key words:** chromatic dispersion, optical cable, fiber-optic communication systems, DWDM, optical radiation.

**Pak V., Frolova A.** Modeling and research of 4-channel alloyed optical multiplexor for CWDM system. – 538 PP.



*This paper presents a methodology and calculation results for a four-channel multiplexer for a CWDM system based on biconical splitters. The principles of operation of a biconical splitter are considered, it is shown that it has selective properties, and a CWDM multiplexer is modeled for combining and separating 4 spectral channels at 1470, 1490, 1510 and 1550 nm.*

**Key words:** Fiber Optic Transmission System, Optical Splitter, Biconical Splitter, Fusion Splitter, FBT Splitter, Wavelength Division Multiplexing, WDM, Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM.

**Pobegalova V., Reznikov B., Stepanenkov G.** Study of the spectral characteristics of interference filters in the visible spectrum using the UM-2 monochromator. – 543 PP.

*The article gives an example of using the UM-2 monochromator to measure the transmission spectrum of an interference filter. The process of obtaining spectral characteristics of thin-film structure is considered. The object of research is a thin-film filter and its transmittance.*

*The purpose of the work is to estimate spectral characteristics of some samples of thin-film filters in the visible spectrum.*

**Key words:** UM-2 monochromator, radiation filtering, thin-film filters, optical instrumentation, TFF.

**Reznikov B.** Research of fiber-optic shutter-type modulator. – 547 PP.

*In this research we justify the necessity of using shutter-type modulators to create laser radiation with required parameters in fiber-optic systems. This is necessary to detect the fact of making changes in the optical system. We have developed a shutter-type optical radiation modulator design. This modulator design has no fundamental limitations on the power of laser radiation, which is used to solve various tasks. The investigation results of different work regime to the modulator are presented.*

**Key words:** optical transmission systems, optical sensor, modulation of optical radiation.

### **3. Scientific Direction «Information Systems and Technologies»**

#### **3.1 Intelligent Communication Technologies**

**Allenov S., Kashkin N., Kashkina I.** Expanding the functional capabilities of the distance learning system. – 552 PP.

*The possibilities and features of the popular distance learning system Moodle are being studied. The use of this system in the organization of remote support for advanced training programs is substantiated on the example of a specific organization. To improve user interaction with students at the beginning of the training course and expand the functionality of the system, the authors have developed and implemented additional modules.*

**Key words:** advanced training, new technologies in education, distance learning, distance learning system, functionality.

**Afanasev M.** Research of recurrent neural networks in semantic text analysis. – 556 PP.

*The article is devoted to the study of semantic analysis of the text by means of recurrent neural networks and the classification of results. The main problems considered are the possibility of using recurrent neural networks for semantic analysis and methods of categorizing text objects by emotional color.*

**Key words:** semantics, recurrent neural networks, text evaluation.

**Belov M., Smirnov N.** Analysis of anomaly detection approaches in data using neural networks. – 561 PP.

*This paper analyzes anomaly detection approaches in data using neural networks. The main problem points in the process of anomaly detection are described. The analysis of approaches to the detection of anomalies in various architectures of neural networks is carried out. The general principles and the main differences in the considered approaches are determined.*

**Key words:** neural networks, anomaly detection, semi-supervised learning.

**Vasilets P., Panchenko A., Poponin A.** Development of essence recognition system in business documentation using computer vision. – 566 PP.

*Modern computer vision algorithms make it possible to identify, classify and segment objects located in images with high accuracy. However, to achieve high accuracy, balanced, comprehensive, and correct training data is required.*

**Key words:** data generation, computer vision, document recognition.

**Dikaneva G.** Researching of methods of positioning of robotic complexes. – 571 PP.

*The article discusses the methods of positioning robotic complexes as one of their topical issues in the framework of navigation systems for various industries. The methods of positioning, their functionality are studied, and methods for successful navigation are compared. The results of the work can be used to select the preferred method of positioning robotic systems in various conditions.*

**Key words:** navigation, positioning of complexes, global system, local system.

**Zagorodnyaya D., Smorodin G.** Research and Evaluation of Effectiveness of Health Information Technologies in St. Petersburg. – 575 PP.

*Computerization processes are increasingly encompassing health authorities and medical institutions. The use of information technologies can significantly improve the quality and efficiency of the services provided. The article deals with the issues of standardization of information systems in the field of health care, provides a classification of tasks successfully solved with the help of information systems.*

**Key words:** information systems and technologies, healthcare, medicine, health informatization.

**Zikratov I, Melnikov V.** Using neural network technologies for dangerous maneuvering vehicles on public roads. – 579 PP.

*The problem of recognizing a dangerous maneuver of vehicles on a public road is considered. As a way to solve the proposed neural network classifier based on a recurrent neural network. The possibility of using the video image of the camera as a set of input data for a neural network is shown. An example of implementation is considered on the example of rebuilding at a crossroads.*

**Key words:** data set, neural network, convolutional network, software, recognition, automated system.

**Zikratov I., Khamova V.** Development of an algorithm for collective management of a group of robots under the influence of destabilizing factors. – 584 PP.

*The article deals with the management of a group of robots under the influence of destabilizing factors. A method based on calculating the level of trust between swarm agents is proposed, which allows identifying destructive influence on management processes. The results of the work can be used by developers of control systems of mobile cyber-physical systems with decentralized management.*

**Key words:** group robotics, decentralized management, trust models, swarm, self-organizing groups of robots.

**Zikratov I., Shabarova V.** Development of model of authentications of mobile device users using behavioral modality. – 589 PP.

*This article presents a model for identifying users based on behavioral algorithms. A human gait was chosen as a behavioral modality. Recognition of a person by gait is one of the promising areas of user identification. The advantage of the method is the fact that the user does not need to remember a complex password or have an identification card with him. Using this approach can serve as an additional measure to strengthen the security of objects against unauthorized access.*

**Key words:** identification and authentication methods, behavioral algorithms, unauthorized access, behavioral analysis, biometric authentication; gait, safety.

**Kulikov E., Novik T., Poponin A.** Building exchange sales agents on the basis of deep machine learning algorithms with reinforcement. – 592 PP.

*Reinforcement learning is one of the most exciting and cutting-edge areas of machine learning. These methods are used in such tasks as the creation of unmanned vehicle control systems, the creation of interactive chatbots, the creation of game intelligence for computer games, as well as chess or GO*

games. This article will explore the application of reinforcement machine learning algorithms to trading the stock market.

**Key words:** machine learning, reinforcement learning, stock market.

**Kulikov E., Poponin A., Sedova E.** Open data processing technique for deep machine learning algorithms in the field of speech processing. – 597 PP.

*A method for processing open data for training algorithms based on neural networks in the field of speech processing, which will make it possible to prepare high-quality data for training neural networks*

**Key words:** audio processing, open data, dataset processing.

**Kulikov E., Poponin A., Triandafilidi I.** Increasing the control of speech generation in deep machine learning algorithms in the field of speech synthesis. – 601 PP.

*Recent advances in neural text-to-speech (TTS) enabled real-time synthesis of naturally sounding, human-like speech. However, to achieve a high level of similarity, high-quality preprocessing of training data is required.*

**Key words:** speech synthesis, neural networks, TTS, data processing.

**Mihal G, Smorodin G.** Analysis of life cycle models of software systems in relation to the development of web-applications. – 605 PP.

*The creation and application of software systems is one of the most important components of the knowledge economy. Over the decades, software lifecycle best practices have acquired the status of models or standards. The article provides a classification and comparative analysis of the life cycle models of software systems in relation to the development of web-applications.*

**Key words:** software systems, lifecycle models, classification and analysis.

**Morozova E., Nikamin V.** Quantum teleportation and its use in communications. – 609 PP.

*The effects of quantum entanglement and quantum teleportation, which have long been known to physicists, could not prompt to scientists the idea of the practical use of these phenomena, including for the creation of quantum means of communication. Scientists over the past decades have made it possible to achieve quite practical results, and such systems can be expected in the very near future.*

**Key words:** quantum entanglement, quantum teleportation, quantum superposition, Planck's constant, principle of nonlocality, Zeno effect.

**Novikov E.** On continuous neural networks. – 614 PP.

*Existence of continuous feedforward neural networks problem is being examined. Based on neural network representation as control system, it is shown that continuous time neural networks are possible. The given model is also being explained. Finally, it is demonstrated that continuous neural network learning process corresponds to discrete neural network learning, the only difference is additional coefficient in summands of minimizing functional.*

**Key words:** machine learning, neural networks, multilayer perceptron, gradient descent, control theory, neural network control systems.

**Pankratev A., Paranichev A.** Developing the Web Scheduling System. – 617 PP.

*This Paper is presented Web Scheduling System for online handling the requests. The main system's functions are defined, software engineering facilities for remote identification inside buildings are designed, and software service components are shown.*

**Key words:** Scheduling System, REST, Software Engineering.

**Pelikh D., Filippov F.** Analysis of specialized document management automation systems. – 621 PP.

*Currently, the issue of document management automation is very acute. Companies need to spend a large number of man-hours on the development of standard documentation. Instead, resources could be spent on developing new technologies or improving the quality of the finished product. This article discusses the problems of developing specialized document management automation systems.*

**Key words:** document management automation, information system, database management, neural networks.

**Tarasenko A.** Analysis of word representation methods for neural translation of specialized texts. – 624 PP.

*The article provides an analysis of methods of words representation for further processing by a machine, without losing the semantic and syntactic meaning. The work uses methods of analysis of modern methods, as well as their modeling. The architecture of a neural network for text is proposed and implemented.*

**Key words:** neural networks, recurrent neural networks, Seq2Seq, neural network translation.

**Tatukov D., Yashin A.** Design and development of the information system module for supporting business processes of the airport. – 629 PP.

*The report is devoted to the design and development of an information system module for supporting airport business processes. In the course of the report, the analysis of the concept of "smart airport" was carried out. The design and development of an information system module for supporting business processes of the airport for the transition of airports to the second stage of development according to the concept of "smart airport" were presented.*

**Key words:** information system, airport, business process, self-service, design, development, smart airport.

**Fomin A.** Research of the possibility of application of generative- adversarial neural networks for the composition of learning data. – 634 PP.

*In today's world, one of the main problems of machine learning is the paucity of training data. Large companies invest large funds to build infrastructure for collecting and aggregating data to compile datasets necessary for training neural networks. This article discusses the possibility of solving the above problem using generative adversarial neural networks.*

**Key words:** generative adversarial neural network, deep learning, neural networks, data processing, convolutional neural network, image.

**Yagunov P.** Analysis of The Smart Contract Technology and The Oracle Problem. – 637 PP.

*The purpose of this work is to research the history and basics of the Smart Contract technology, its capabilities, potential applications, as well as its problems and disadvantages. The publication provides an overview of the so-called oracle problem and an analysis of the Chainlink metanetwork project, which, according to the developers, is able to solve this problem by providing a reliable system for connecting the blockchain and the real-world data.*

**Key words:** Blockchain, smart contracts, distributed computing, the oracle problem.

### 3.2 Intelligent technologies in Automation and Digital Control Systems

**Baev V.** Development of a system for monitoring the condition of staff. – 642 PP.

A system for remote monitoring of personnel condition has been developed. Various analogues of the device under development that already exist in the market at the moment are considered, and actual problems in the operation of these devices are identified. To automate the process of diagnosis and therapy, it was decided to develop a system called ITmed.

**Key words:** bracelet, system, patient, sensor, function.

**Belous K., Gozhenko V.** Control and access control system in the premises of the educational institution based on radio-frequency identification technology. – 646 PP.

*In the modern world, an urgent issue is to ensure access control to various premises. Most often, radio frequency identification technology is used for this.*

**Key words:** radio frequency identification, access control, database, information system.

**Belous K. V., Ershova D.A.** Software for automatic generation of exam tickets. – 649 PP.

*The use of software and hardware tools in the activities of educational institutions of various levels allows you to reduce the time for performing these operations, reduce the number of errors when performing routine actions, as well as unify the format and templates of documents. Software for automatic generation of exam tickets is presented.*

**Key words:** exam tickets, automation, client-server technologies, libraries.

**Belous K., Panova U.** Training stand for studying automation systems and programmable logic controllers. – 652 PP.

*Automated enterprise management systems are complex software and hardware systems, the components of which are sensors, sensors, actuators, as well as programmable logic controllers and touch panels. The proposed training stand allows you to explore the elements of automation systems for technological processes and industries, alarm systems, program controllers.*

**Key words:** automation, controllers, human-machine interface, sensors, actuators.

**Gorlanov E., Makarova N.** Improving the information space of companies by consolidating regulatory and reference information. – 655 PP.

*An approach to improving the information space of a company by introducing information systems for centralized management of normative and reference information is considered. A comparative analysis of specialized software products, as well as a SWOT analysis of the influence of factors on the efficiency of using an information system of centralized management of normative and reference information in a company is presented.*

**Key words:** information system centralized testing of standardized and standardized information, SWOT analysis, synchronization analysis.

**Goryacheva A.** Overview of machine learning algorithms for autonomous driving of unmanned vehicles. – 660 PP.

*Autonomous vehicles can find themselves in a wide variety of situations on the road. Drivers who are going to entrust their lives to unmanned vehicles, namely cars, must be confident in the adaptability of their transport in any unusual situation. Moreover, the car must respond to such situations better than the human driver. For this, the car must have more than one possible scenario of behavior, depending on other vehicles around it. Machine learning algorithms in self-driving cars enable autonomous vehicles to make decisions in real time, which in turn increases the safety and confidence in self-driving vehicles.*

**Key words:** self-driving vehicles, autonomous vehicles, machine learning, machine learning algorithms.

**Gribovskiy A.** Maze path-finding algorithms analysis. – 664 PP.

*The article is about a review of maze path-finding algorithms as part of the algorithmic support for robots and specialized software products. The applicability of various algorithms in solving applied problems in the field of intelligent systems is estimated. The use of algorithms in solving applied automation problems is proposed.*

**Key words:** maze solving, path finding, automation, wave algorithm.

**Gulyakov Ya.** Decision system. – 668 PP.

*In the twenty-first century, more and more technology began to enter our lives. Automated systems, originally created to help, were able to take their rightful place in the status of "workers", which made it possible to get away from the monotonous and hard work of people in many industries and companies.*

*For 2020, in some developed countries there are automated systems for receiving and processing customer information.*

*In many countries, automated systems have begun to enter vital areas such as medicine.*



*At the beginning of 2021, the following systems are used in Russia, these are the da Vinci robot-assisted surgical system and a supercomputer with an IBM Watson AI system, various levels of SPPVR, including RCC based both on the patient's symptoms and on his analyzes.*

**Key words:** artificial intelligence, decision support system, medical decision support system, clinical decision making.

**Davletshina E.** Human resources management of virtual enterprises based on electronic employee profiles. – 672 PP.

*The article presents the results of a study of methods for managing the human resources of virtual enterprises based on the electronic profile of employees. Electronic profiles are electronic portfolios of participants of the cyber environment used to accumulate information about the user's achievements throughout his professional career and to form an electronic reputation. According to the information contained in the electronic portfolio, it is possible to form temporary labor collectives to work on specific tasks, projects, as well as to select suitable candidates for the corresponding vacancy, position.*

**Key words:** cyberphysical system, cyberphysical environment, cyber environment, industry 4.0, e-portfolio, automation, virtual enterprise.

**Kahn V., Samoylov D.** Types of Testing Software and Hardware-soft Complexes. – 677 PP.

*Currently, it is difficult to imagine a software product or solution without adequate test coverage. The same is true for the hardware part of the product. Everything must always be checked by specially trained personnel and have a quality certification. But it is not uncommon for testing to be neglected and the quality of the product and the reputation of the developer company can suffer from this. For there are various methods and types of testing that can help in the release of a quality software product.*

**Key words:** software, hardware, testing, types, product.

**Kolmakova D., Pletnev Y., Shestakov A.** Requirements for the Corporate Transport Monitoring Data Aggregator. – 682 PP.

*The problem of the formation and organization of maintenance of the "digital twin" of the special transport of the oil-extracting industry is considered. The existing software tools for corporate monitoring of transport represent data sets for accounting of tangible assets and transactions for accounting for the movement of inventory, corresponding to the accounting policy of the enterprise. A promising corporate monitoring system for transport should be able to use modern end-to-end digital technologies in relation to the level of end-to-end product lifecycle management systems. It is proposed, on the basis of the formed "digital twin" of special transport, to take into account a wider range of data both on units, assemblies and other elements of vehicles, and on the technical condition, including during storage (conservation), maintenance and repair. The structure of the software of the promising monitoring system, regardless of the implemented methods of organizing the maintenance of the "digital twin" database (private, local or corporate), includes one of the most complex components - a data aggregator, the requirements for which must be comprehensively substantiated in terms of functions, list of data and sources, formats and algorithms for export / import of data, as well as interface and visualization of operational and non-operational data.*

**Key words:** information-logical models of transport, data aggregation, intelligent automation and control systems.

**Kornyushkin D.** Intelligent technologies automated monitoring and digital control systems. – 687 PP.

*Information technology for the design of automated monitoring systems has been created for complex organisational and technical systems. The conducted analysis of the state of current research in this area gives a wide range of tasks, highly effective functioning of which is impossible without application of an automated system for their management. The proposed method for organizing the distributed information system to monitor the condition of the ground space infrastructure and space objects is based on a comprehensive analysis of all types of information, modern information technology of automated collection, using current principles of organization of information systems to*

*create a multi-level automated control system (ACS) of the spaceport as a whole and for the ACS spaceport preparation and launch, individual ACS technological processes.*

**Key words:** automated monitoring systems, data collection and control systems, integrated modelling of automated control systems.

**Mikhailov V.** Methods and technologies for synchronization of limited contexts, digital environments with microservice architecture. – 693 PP.

*The presented report discusses ways to synchronize contexts, digital environments based on microservice architectures to solve the tasks of a specific project.*

**Key words:** microservice, context, replication, transaction.

**Popov.V.** System for monitoring the health status of computers in the enterprise. – 697 PP.

*The article is devoted to the consideration of the issue of creating an automated system for monitoring the state of the computer fleet. This article discusses the organization of the network architecture of the system that collects, processes and provides the administrator with information about the current computer settings. Methods for creating a condition monitoring system are proposed.*

**Key words:** automation, networks, electronic computers, monitoring, file system, Windows, WMI.

**Tumanova E., Chmelev M.** Comparative analysis of modern image generation methods based on neural networks. – 701 PP.

*Recently, large companies are increasingly investing in the development and research of new approaches in the field of image generation. This article discusses three modern neural network architectures in the field of image generation. The article contains the values of the metric, examples of the images obtained.*

**Key words:** LSGM, ACGAN, Styleformer, Generative Adversarial Nets, image generation, autoencoder.

### 3.3 Information Technology in Design

**Bazueva A.** Features of interface design systems with network effect. – 705 PP.

*The article examines the design patterns of interfaces of large systems with a network effect. On the basis of the research, the main principles of designing information systems based on the principles of network effect have been formulated.*

**Key words:** network effect, technology, market competition, interface, user, digital product, design patterns, system, application, profile.

**Glotova E.** Analysis of modern possibilities of virtual technologies and their implementation in various industries. – 709 PP.

*With the development of technologies in the field of virtual and augmented reality, there is an increasing need to analyze the modern capabilities of these technologies. In this context, this article aims to determine the relevance of modern technologies and capabilities of VR / AR, as well as their development in various spheres of life.*

**Key words:** virtual reality, augmented reality, virtual technologies, innovations, technologies, information.

**Gunina E., Rozhdestvenskiy D.** Analysis of ways to implement a color matching system for an adaptive interface. – 712 PP.

*The article examines methods for determining the predominant color tones in an image. A brief description is given, as well as a demonstration of their work. The possibility of implementing the methods in a resource related to exhibitions, museums and design events is being considered. The most suitable predominant color tone technology is highlighted. Considers the possible development of this technology.*

**Key words:** color, tone, interface, method, image.

**Gutman A.** The use of technologies in the field of additional education of children. – 717 PP.

*The article examines the application of augmented reality technology in additional education. The advantages and disadvantages of this system are identified, as well as the forms and methods of application are considered.*

**Key words:** augmented reality, AR technologies, education, educational materials.

**Zubin R., Shiyan A.** Development of VR application for improving skills with Unity software. – 720 PP.

*In the modern world virtual reality is rapidly growing in popularity. Developers need tutorials to develop applications for virtual reality. This article covers interaction between Unity engine and SteamVR module.*

**Key words:** Unity, SteamVR, development, tutorial, virtual reality.

**Ivanov R., Musaeva T.** Analyze augmented and virtual reality applications for organizing indoor workspaces. – 724 PP.

*Augmented and virtual reality are finding more and more applications in real life every year. AR is the superposition of computer images on top of real ones, which creates a complex picture and thereby complements the real world. VR is a world created by technical means, transmitted to a person through his sensations: sight, hearing, touch and others. Virtual reality simulates both exposure and responses to exposure.*

**Key words:** augmented reality, virtual reality.

**Koloskov N., Makhortov S., Fedorova A.** Model and principles of teaching student's technical creativity based on 3D technologies in the system of additional education. – 727 PP.

*The article discusses issues related to the specifics of teaching students to disciplines based on 3D technologies in the system of additional education. The reasons for the popularity of teaching 3D technologies are revealed. The stages of 3D learning are considered, a learning model is proposed. The main approaches to teaching both 3D modeling directly and the disciplines associated with this technology are described. The use of 3D printing is substantiated. Within the framework of this topic, some provisions of the concept of additional education for children are given. Conclusions are made about the high potential of the technologies under consideration.*

**Key words:** 3D technologies, modeling, three-dimensional modeling, technologies, 3D printing.

**Koltsov P., Musaeva T.** Methodology for developing the user interface of interactive learning applications in the Material You style. – 730 PP.

*The article discusses the main properties and principles of the interface of mobile applications. Introduced a new visual language Material You in mobile app design. A methodology has been formulated for developing the interface of applications for learning under the OS Android 12. The results of the work can be used in the development of interactive applications for this version of the operating system, as well as in the adaptation of already developed applications using the formulated principles.*

**Key words:** Material you, guidelines, mobile applications, android, development, training.

**Losev A., Tatarenkov D.** Prototyping a GAN used for terrain generation based on a depth map. – 734 PP.

*Image generation and correction are remaining an essential part of data processing. Some operations, such as color correction, rotoscoping, segmenting various elements from an image and others, are crucial for working with digital video. The task of creating an image is a routine task for a person working with a visual. Nowadays, our technical progress is providing wide opportunities for integrating neural networks in various sophisticated and routine tasks. This prototyping will elaborate the idea of creating an image using generative adversarial network (GAN) and will explain and show an example of AI-generated terrain based on a depth map.*

**Key words:** GAN, machine learning, image generation.

**Makarova V., Khaibrakhmanova E.** Analysis of usability testing methods. – 739 PP.



*This article focuses on usability testing methods. Much attention is paid to the plan of four basic methods of testing: corridor testing, remote moderated testing, remote unmoderated testing, expert evaluation. Based on the analysis, the existing advantages and disadvantages of usability testing methods are identified.*

**Key words:** usability testing, user interface, metrics, respondent, moderator, "corridor testing", "remote moderated testing", "non-moderated remote testing", "information product".

**Maskin M., Musaeva T.** WebGL library as a rasterization tool. – 743 PP.

*WebGL is a cross-platform software library for the JavaScript language designed to visualize interactive three-dimensional graphics and two-dimensional graphics within the compatibility of a web browser without the use of plugins. This library is used in many applied fields, such as scientific and medical visualization, 3D art projects for virtual galleries, video games, and much more. In addition, due to the widespread use of web browsers, developed 3D applications can be run on mobile devices such as smartphones and tablets. This article discusses the main features and features of this graphics library, as well as methods of its use.*

**Key words:** Web Graphics Library, 3D and 2D graphics visualization in a web browser.

**Musaeva T., Usmanov S.** Remote monitoring of automatic reserve introduction for server and telecommunication equipment. – 746 PP.

*The article deals with the issue of developing a model of power sockets for solving problems of power supply in the field of information technology IT (Information Technologies). Accordingly, for better work, this article discusses the problems and ways to solve it to optimize the process with a single power supply and remote monitoring of server equipment*

**Key words:** model, power socket, diode, optimization, monitoring.

**Osipova A.** Designing user interfaces using VR technologies. – 751 PP.

*The article examines the features of virtual reality interfaces. The areas of application of VR technologies are analyzed. The differences between web interfaces and VR interfaces are revealed. Based on the analysis, the principles for designing VR interfaces have been formulated. As a result, the goals and objectives of the forthcoming research related to the design of the VR interface were formulated.*

**Key words:** VR technology, virtual reality, user interface, user, VR interface.

**Paleeva E., Fedorova A.** Analysis of existing solutions for implementing agile methodology in the company's activity. – 755 PP.

*In the world of modern development teams, an agile methodology is increasingly adopted to organize work. This necessitates the study of special software for project management. At its core, the agile approach is based on the principle of smart division of tasks. With the development of this approach, more and more popular project management software. This article provides an assessment of the solutions market. Based on the main examples of the distinctive solutions of the most popular task trackers, we can conclude that there is no unique unique solution.*

**Key words:** agile methodology, development, task tracker, software.

**Patrukhina A., Shiyan A.** Methods of promoting company websites. – 759 PP.

*The article discusses the concept of seo-promotion of sites, the classification of methods related to it. The advantages and disadvantages of each method in relation to the sale of goods and services are also touched upon and the stages of promotion are given.*

**Key Words:** SEO promotion, white SEO, gray SEO, black SEO, contextual advertising.

**Puzanov I.** Analysis of the developed mobile application in the field of microeconomic and the prospects of its further application. – 763 PP.

*This article analyzes the application software developed by the author, operating on the basis of the Apple iOS mobile operating system in the field of personal finance accounting. The relevance of its development is proved, comparison with analogs is performed. The functionality of the program is described. The presentation of the interface is substantiated, the development of which has been given*

*much attention. Provides statistics on the parameters of the practical use of this application. An alternative version of using the developed software product is proposed.*

**Key words:** finance accounting, software, development, interface.

**Sviridov S.** Analysis and application of NFT tokens to confirm the authenticity of digital art. – 767 PP.

*Nowadays, digital art is replacing standard art, but with the appearance of more digital works, the question of their authenticity arises. In the Internet space, the value of digital objects is lost, it is enough just to copy various images, sounds or videos. There are digital signatures that created based on blockchain technologies that allow you to designate any digital object unique and unrepeatably.*

**Key words:** NFT-token, Blockchain, Ethereum, database, digital art.

**Skorobogatov K.** Structure analysis of interactive distance teaching-student interaction for modeling the process of storing and sharing electronic materials. – 771 PP.

*The subject of the study is the process of storage and exchange of electronic materials during the interactive remote interaction between the teacher and the student. The analysis of communication tools used by SPbSUT in the educational process between the teacher and the student. The application area is a personal teacher's and student's account. The result of the study is a structural scheme of information flows of the tool of information exchange between the teacher and the student.*

**Key words:** personal account, remote interaction, interactive interaction, exchange of electronic materials.

**Smetuh D. Shiyan A.** Analysis of the application of augmented and virtual reality technologies in education. – 775 PP.

*Augmented reality is already being developed in many areas of human life. This article discusses the benefits of augmented reality technology in education. Some research results on the impact of AR technologies on learning are presented. The existing augmented reality solutions for working with a textbook are considered. The directions for the improvement of such solutions are highlighted.*

**Key words:** education, augmented reality, virtual reality.

**Chabaev M.** Analysis of methods to support the development of web applications for audio and music based on Csound. – 780 PP.

*This article describes two approaches to developing web applications to support audio applications based on Csound. Reviewed the current state of web audio development and some previous results. It then introduces a Javascript version of Csound built with the Emscripten compiler and describes the native client implementation of Csound, which is a full-featured version of Csound that runs on in web browsers.*

**Key words:** web applications, Csound, Javascript.

**Chizhik P.** Features of creating virtual geomorphological maps on the example of the Leningrad region. – 784 PP.

*The importance of building virtual maps for studying the geomorphological structure of the region is considered. The emphasis is on the Leningrad region. The main stages of building such maps are listed. An overview of already created systems is made.*

**Key words:** virtual maps, geomorphology, Leningrad region.

**Yakovlev A.** Problems of maintaining basic knowledge on information systems with a spiral life cycle in a confluence. –788 PP.

*The article discusses the main problems that are used in maintaining a knowledge base about information systems with a spiral life cycle in a merge system and suggests ways to solve such problems.*

**Key words:** knowledge base, confluence, internal documentation, documentation structure.

#### 4. Scientific Direction « Digital economy and management in info communications»

##### 4.1. Digital Transformation, Innovation, Business

**Ababkova M., Kuzhnetsova E.** VR concerts as an innovative form of leisure. – 794 PP.

*This article considers online concerts as an innovative form of leisure, making a comparison with all currently existing formats of music concerts. In the course of the research, online concerts of such artists as Metallica, J Balvin, Travis Scott, Phoebe Bridgers, Teddy Railey were analyzed. The analysis of communicative strategies during the concerts of these artists, differences with scenarios in other formats, identification of winning strategies and tools were carried out. High attention is paid to the unique tools and characteristics inherent only in the format under consideration.*

**Key words:** communication, COVID-19, music, leisure, online concerts, VR technologies.

**Bilev A.** Software for collecting and processing statistical data in libraries. – 799 PP.

*The software products used in a modern library do not cover the full range of operations related to servicing readers. One of these tasks is the collection and processing of statistical data in order to assess quantitative performance indicators. To solve this problem, the «BiblioStat» software has been developed, which allows centralized collection, storage, analysis of statistical data and generation of necessary reports. This minimizes the number of errors and significantly reduces the time for data processing.*

**Key words:** BiblioStat, library statistics, software, process automation.

**Brezhneva V., Punda A.** Scientific social networks: digital development of recommendation bibliography. – 803 PP.

*The article presents the results of the research the possibilities of scientific social networks as platform for development of recommendation bibliography in web. Defined hallmarks of «recommendation». Analyzed social networks: Loop, Scienceseeker, Social Science Research Network, Socionet. As a result of the analysis, the social networks have a recommendatory potential.*

**Key words:** recommendation bibliography, social networks of scientists, academic networks, scientific social networks, recommendation services, web, digital transformation.

**Gordeev I.** Improvement of tools for analysis and design of enterprise information systems. – 807 PP.

*The concept of the information systems development life cycle is considered. Special attention is paid to the stages of analysis and design, as a fundamental stages in the creation of an information system. Analyzed the tools which are used for analysis and design stages. The review of popular analysis and design tools is carried out, their advantages and disadvantages are determined. Recommendations for improving the typical requirements management process through the introduction of modern tools are proposed. The evaluation of the effectiveness of using the proposed recommendations in the requirements management process was carried out.*

**Key words:** information systems development, analysis and design stages in information systems development, analysis and design tools, requirements management.

**Kadeikin M., Makarov V.** Analysis of the problems of automation of automation of the technology of work of telecommunication companies. – 813 PP.

*The analysis of the problems of information system infrastructure management is carried out. The article considers the methodologies for managing the resources of the information system, identifies the problems associated with ensuring the interaction of employees in the framework of incident management related to the use of software and hardware. The issues of ensuring the effectiveness of the implementation of automation systems of information resource management technology are considered.*

**Key words:** information technology, IT infrastructure, infocommunication systems, software.

**Kuznetsova E., Kuzmin M.** Strategic orientation of companies for innovative business models. – 818 PP.

*The paper presents brief characteristics of innovative business models used by domestic and foreign companies in the modern conditions of the world economy. A number of case studies of companies in which the transformation of the business model has made it possible to significantly strengthen the competitive position in the market are considered. It is shown that the use of a new business model allows, on the one hand, to significantly increase the efficiency of the company, and, on the other hand, the results obtained in this case can be taken into account when developing directions for strategic development.*

**Key words:** strategic orientation, business models, innovation.

**Kurbatova J.** Trends of development and implementation of blockchain technology in the brokerage. – 823 PP.

*Today, there is an active development of technologies and a high rate of growth in the volume of digital information, which requires new methods of processing, storing and transferring data within the network. Brokerage companies are faced with the task of optimizing these processes and related resources, which implies the search for new technological solutions. Blockchain technology is being actively implemented to improve the activities of financial institutions.*

**Key words:** Blockchain, digital economy, brokerage, distributed ledger technology, smart contracts, Bitcoin, transactions.

**Makarov V., Starikov V.** Reengineering of business processes of mobile network planning. – 828 PP.

*The article is devoted to reengineering of business processes of a mobile operator. The resent version of a map of business processes shows mechanisms of interaction between technical and economic specialists when planning mobile networks. Necessity of developing technical and economic criteria for evaluating the network design for the development of a methodology for choosing the optimal version of the network configuration has been proved. Expediency of creating a simulation modeling module, which makes it possible to refine the previously calculated indicators of the investment attractiveness of the project (NPV, IRR, etc.), has been substantiated.*

**Key words:** investment activity of a mobile operator, planning of mobile networks.

**Mikhailouskaya T.** Analysis and automation of business processes of the primary trade union organization of the Orsha zonal telecommunication node of the Vitebsk branch of the republican unitary enterprise "Beltelecom". – 833 PP.

*Document management, as one of the most important supporting business processes of any organization, requires a system that ensures the continuous operation of all processes of making and implementing management decisions. The use of electronic document management systems for these purposes makes it possible to increase the efficiency of processing each document and, as a result, decision-making.*

**Key words:** business process, electronic document management, information system.

**Nikiforova S.** Features of optimization of management business-processes of the university. – 838 PP.

*This article examines the aspects of optimization of business processes related to the financial accounting of paid educational services of the university. In addition, the article provides an assessment of the resources to improve the efficiency of the financial department in terms of speed when generating reports. It is shown that the proposed ways of improvement do not entail revolutionary changes, but can be carried out in stages.*

**Key words:** business-processes, optimization, management accounting, financial department.

**Strelkova E.** Digital transformation. – 843 PP.

*We live in an era of digital transformation. Information technology is causing changes in our lives, studies, work and hobbies. They open up new opportunities at all levels of state and social development. The paper considers the problems that accompany the processes of digital transformations in the Russian Federation, and also proposes the main directions for their solution.*

**Key words:** information technology, management, digitalization, digital transformation.

**Surovegin M.** Mobile applications monetization capabilities. – 848 PP.



*We live in the digital age, and today most people use smartphones with applications installed on them. Some applications significantly affect the success of a particular business, some do not, so the question arises: what makes them effective? This work is devoted to the search for opportunities for monetization of mobile applications.*

**Key words:** mobile applications, e-commerce, monetization, smartphones.

**Shchukin E.** Development of a mobile app for modeling three-dimensional objects using augmented reality. – 851 PP.

*Augmented reality technology in mobile applications is gaining more and more popularity in the modern world. With its help, you can recreate and overlay three-dimensional objects on the real world, for example, architectural monuments, buildings of cultural heritage. In the field of education, it can become a platform for learning, motivation and understanding of specific events and historical elements for students and researchers.*

**Key words:** AR, augmented reality, mobile applications, three-dimensional objects, cultural heritage.

## **5. Scientific Direction «Humanitarian and Environmental Problems of Information Space»**

### **5.1. Regional Studies in the Digital Age**

**Geht A., Kuprik S.** U.S. and China: digital trade agreement with Japan and South Korea as a key to the victory in the digital race. – 855 PP.

*The paper introduces the way in which the United States or China could gain a strategic advantage in the race to shape the global digital infrastructure by entering into a trilateral agreement with the Republic of Korea and Japan. The United States has more economic incentives to take this course, but for China such agreement would strengthen its role in the Asia-Pacific region and prove Beijing's increased role on the world stage.*

**Key words:** USA, China, Japan, South Korea, Asian-Pacific region, Trans-Pacific partnership, global digital infrastructure.

**Geht A., Okudzhava A.** Georgia and NATO: relations and problems of Georgia's joining the alliance and NATO's position on the Russian-Georgian conflict. – 860 PP.

*Georgia is one of the Alliance's closest partners. Georgia aspires to join the Alliance. Over time, NATO and Georgia have developed extensive practical cooperation that supports Georgia's reform efforts and its goal of Euro-Atlantic integration. One of the most important episodes in NATO-Georgia relations is the Alliance's unanimous political support in the immediate aftermath of the Russian military aggression against Georgia in August 2008.*

**Key words:** NATO, Georgia, conflict, relations, Russia, event, partnership, politics, dialogue.

**Geht A., Stonojenko X.** Features of environmental taxation in Sweden. – 863 PP.

*The paper introduces environmental taxes described at the industry level and compared with the data of environmental accounts broken down by industry, such as air emissions and energy consumption. Environmental taxation plays an important role in Sweden's environmental policy. Carbon taxes, fuel use taxes, energy taxes, transport taxes are a certain type of incentive for the payer to take care of the environment. The choice of this instrument of influence is the exclusive prerogative of the State.*

**Key words:** Sweden, European Union, ecology, environmental taxation, transport taxes, pollution taxes, energy taxes.

**Gekht A., Fatkina E.** The basic principles of the Swedish export control system. – 867 PP.

*The greatest international security threat today is perhaps the distribution of weapons for mass destruction. Swedish defense industry and supplies of military goods are often the subject of debate as arms sold into countries with nondemocratic regimes. Nevertheless, Sweden has established a number of domestic organizations responsible for arms export activities. This article attempts to review the basic principles of the export control system for arms and dual-use goods, paying attention to the*

*institutions that provide control and oversight in this area. The author considered governmental instruments of regulation, the subject of the article is not international or supranational structures, which can be involved in the decision-making process of this level.*

**Key words:** strategic export controls, dual-use goods, Swedish defense industry, inspection of strategic products (ISP).

**Gekht A., Frost E.** International political relations in the space field. – 872 PP.

*The article provides an overview of the activities and relations of the United States, the People's Republic of China and the Russian Federation at the international level in the field of space and a description of such space stations as the ISS and Tiangong. Both historical and modern aspects of this relationship are considered. A general characteristic of these countries' views on this policy area, their goals and tasks is given.*

**Key words:** space station, politics, USA, China, Russia, space, ISS, Tiangong.

**Danshicheva D., Reznikova M.,** Digitalization of the Chinese court. – 877 PP.

*The relevance of this study is due to the fact that informational technologies began to replace traditional justice systems. The subject of the scientific article is the Chinese judicial process since it was the first to experience digital technologies.*

*As part of this study, the entire digital justice system in China is analyzed, starting from the moment of filing a claim, ending with the court verdict.*

**Key words:** judicial system, digital technologies, China, traditional legal proceedings, digitalization.

**Zbarazhskiy I., Gekht A.** “Yellow Vests”: causes, purposes and future of movement. – 881 PP.

*Since the end of 2018, a protest movement called "Yellow Vests" began in France. It should be noted that these protest movements are the most massive in France. This article discusses the various reasons for the formation of the yellow vest movement, as well as the involvement of various regions of France in them. In addition, this paper examines the fundamental differences between the "vest" protest movement from those that took place earlier in France. In addition, the article presents the political and socio-economic demands that were put forward by the protest movement to the government and the president in particular. Possible prospects for the further development of the movement of "yellow vests" in France were touched upon.*

**Key words:** "Yellow Vests", protest, protest movement.

**Izmozik V., Siapponi J.,** Finland's policy of neutrality in the 20th century. – 885 PP.

*The article analyzes the policy of neutrality of Finland during the Cold War and the bipolar world. The foreign policy of Finland, as well as the general contribution of the presidents of Finland at that time, Joho Kustey Paasikivi and Urho Kalev Kekkonen, are considered.*

**Key words:** neutrality policy, Paasikivi-Kekkonen line, USSR.

**Lvova O., Potapenko T.** The reasons for Catalonia's demands for independence from Spain. – 888 PP.

*This article examines the reasons for the emergence of Catalan separatism from a hysterical, cultural, economic and political point of view. The modern attempts of the region to establish independence from Spain are considered.*

**Key words:** Catalonia, Spain, separatism, struggle for independence, referendum.

**Sidorenko V.** Cybersport in the student environment in Western Europe countries: problems and development prospects. – 893 PP.

*In the modern world, competition and finding out the strongest takes place not in stadiums with a ball in hand, but behind monitors, with keyboards and mice. Students do not lag behind this trend, and even lead in some moments. In this article, we will analyze why students need cybersport, as well as its prospects and development problems among the student environment of Western Europe.*

**Key words:** cybersport, students, development, Western Europe.

**Skalatskiy V.** Evolution of the organization of protest activity in the XXI century. – 898 PP.

*The crises of the early XXI century shook both democracies and non-democracies, leading to large-scale social movements and protests. The article examines the fact and significance of the obvious wave of protests, its driving factors and trends, as well as the processes of interaction between the state and social movement.*

**Key words:** protests, mass protests, social movements, civil society.

**Solianko L., Terenteva E.** Economics of the film industry in the UK. – 902 PP.

*The article discusses the economic aspects of the UK film industry, briefly describing the major trends in the modern UK film industry and outlining the general trends in its development and its growth factors after Brexit and the COVID-19 pandemic. The role of the film industry in the UK economy as a whole is analyzed, and the prospects of its development are traced.*

**Key words:** film industry, economy, Great Britain.

## 5.2 Advertising and Public Relations in a Digital Society

**Astafjewa-Rumiantseva I., Kim E.** Purchasing behavior of minors as a specific category of consumers. – 906 PP.

*The article examines the segmentation of underage buyers grouped by age and behavioral aspects. The analysis of trends in content changes for children of different genders is carried out. We have identified the behavior of children on the Internet as a new direction in the study of purchasing behavior.*

**Key words:** purchasing behavior, advertising, underage, segmentation, marketing communications.

**Beshentseva V.** Small and medium business in the period of pandemic consequences in Russia: support from the state. – 911 PP.

*This article provides an overview of government support measures provided to small and medium-sized businesses during the COVID-19 pandemic.*

**Key words:** small business, pandemic, government support, credit holidays.

**Bugaychuk E.** The influence of the brand on the company's activities. – 915 PP.

*In times of crisis, numerous companies are more eager to reduce any costs, and first of all this concerns such an area of the company's functioning as the promotion of its brand. However, it should be understood that by refusing to form, further development and promotion, the organization may lose certain benefits in the long term to a greater extent. Therefore, the purpose of this study is to study the influence of the formed brand on the company's activities, as well as to systematize its advantages, which the organization subsequently receives from brand promotion.*

**Key word:** brand, brand promotion, communication platforms, target audience, branding, company brand.

**Bugaychuk E.** Promotion of the brand of an oil and gas company (using the example of the Nadym Oil and Gas Production Department). – 920 PP.

*With the active development of technologies, technological processes and, of course, the Internet, the ways of communication of any company with its target audience are being proportionally modernized and modified. Properly analyzed all aspects of the organization's activities, as well as its detailed positioning, as necessary, allows one way or another to create a certain image that will later be associated with a potential consumer or already attracted with the company that provides a specific product or service. In this regard, it makes sense to consider the feature of promoting the brand of an oil and gas producing organization. To solve such a problem, the specifics of the NGDU brand promotion will be analyzed.*

**Key word:** oil and gas producing company, brand, brand promotion, communication platforms, target audience, branding, brand of an oil and gas producing organization.

**Volkova K., Melnikova I.** Information technologies for the promotion of high-tech products. – 926 PP.

*The instruments for promoting various high-tech products in different markets are changing and being supplemented every year. For example, in some countries lab stores have gained general acceptance. Every company strives not only to retain customer loyalty, but also to additionally attract new ones. However, traditional methods and techniques of promotion in the sphere of high technology are not effective. The article reviews the main high-tech marketing techniques, analyzes the advantages and disadvantages, examines the possibilities of application.*

**Key words:** promotion, information technology, high-tech marketing, viral marketing, gamification, marketing evangelism, business model fremium, ARG, DART, marketing just-in-time, promotion in social networks.

**Dobychyna Ya.** Communication perspectives of podcasting. – 931 PP.

*Not only in the West, but also in Russia, podcasts are becoming more and more popular. The past year has been a breakthrough year for the phenomenon. During the pandemic, many people, staying at home, paid attention to this format. Podcasting brings together radio stations, print media sites and individual web users who create audio and video content.*

**Key word:** podcasting, podcast, social media, radio, internet content.

**Kvasova Y.** Information support of student academic mobility programs on websites of organizations in education sector. – 936 PP.

*Student academic mobility is an essential PR-technology for shaping the image of an educational institution in the minds of target audiences. This article observes how information about exchange programs is presented on the websites of educational organizations, and provides some recommendations for its optimization.*

**Key words:** PR-technology, academic mobility, student exchange programs, types of academic mobility, official university websites.

**Kutasov A.** Small business promotion through advertising and public relation. – 941 PP.

*In the modern world, small businesses often face the problem of attracting a target audience. In this regard, a start-up business needs to study its target audience and ways to attract it. To do this, you need to figure out why it is often not possible to arouse the interest of consumers, understand the work of targeted advertising and learn about ways to promote using modern technologies.*

**Key words:** marketing funnel, target audience, small business, advertising.

**Menabdishvili G., Safonova A.** Promotion of night tourism: problems and prospects on the example of St. Petersburg. – 944 PP.

*Tourism is a dynamically developing branch of the Russian economy. Along with the variety of tourist products in St. Petersburg, there is such an unrealized type of tourism industry as night tourism. St. Petersburg is a city with a developed infrastructure, an established brand and high recognition abroad, with significant potential in the development of such a type of tourist destination as night tourism.*

**Key words:** tourism, place branding, night tourism, promotion, St. Petersburg.

**Nikolaev V.** Development of the wooden housing market during covid-19 restrictions. – 949 PP.

*The article examines the current state of the wooden house market, as well as examines the issue of the functioning of wooden house-building companies during the period of government restrictions imposed by the coronavirus pandemic, methods of crisis management and the possibility of using the situation to extract maximum benefit from a priori unfavorable conditions.*

**Key words:** wooden house-building, restrictions, COVID-19.

**Tertychnaya A., Demidchik K.** Product placement in contemporary Russian new year films. – 953 PP.

*Product-placement is one of the popular types of hidden advertising, which is used in films, TV-programs, animation. Product placement is aimed at attracting the attention of the consumer in an environment where direct advertising is reluctant to view viewers. A particularly favourable viewing period is the New Year holidays, when consumers spend quite a lot of time in front of the screens and*



*the placement of advertising in New Year films can remind of brands and embed them in the context of the New Year holiday. This paper aims to study the use of product placement in contemporary Russian cinema.*

**Key words:** advertising, product placement, New Year films.

**Yadryshnikov V.** Promotion of the "snkrs clean" brand through advertising and public relations. – 958 PP.

*In the modern world, the promotion of a completely new brand causes quite a lot of difficulties. The client is not yet familiar with the new service and product. In this regard, entrepreneurs have to study their target audience and ways to attract it. To do this, it is worth understanding the work of targeted advertising and learning about ways to attract an audience using modern technologies.*

**Key words:** targeted advertising, target audience, dry cleaning, sneakers.

### 5.3 Ecology of Information Space Formation

**Grekov K., Karpekin A.** Application of the method of reagent ultrafiltration to improve the environmental safety of hydrometallurgical methods of e-waste processing. – 962 PP.

*The problems of generation and processing of waste of electronic and electrical equipment (e-waste) are considered. An analysis of chemical and physico-chemical processes that allow to isolate noble and rare earth metals from diluted solutions formed in the process of processing e-waste by hydrometallurgical methods is carried out. The possibility of improving the environmental safety of hydrometallurgical processing methods through the use of the method of reagent ultrafiltration, which allows extracting ions of rare earth and precious metals from diluted solutions in the form of poorly soluble compounds in colloidal form or in the form of complex ions, is considered.*

**Key words:** e-waste recycling; hydrometallurgical methods of processing; ions of rare earth and precious metals; reagent ultrafiltration method.

**Zagrebaeva N.** Planning of waste management processes in production activities using example of cement plant. – 966 PP.

*The Waste Management Scheme is an effective tool for planning waste management activities and costs. Such a scheme may form the basis of a trade-off between financial costs and environmental efficiency of production.*

**Key words:** production of cement, waste, utilization, placement, neutralization.

**Komissarova. A.** Formation of ecological thinking of students through the digital information environment of the university (on the example of SPBPU). – 971 PP.

*In order to prevent possible environmental disasters, environmental education of the world community is necessary, including through the formation of a digital ecological information environment. Of particular importance in the system of environmental literacy is the education of students through digital information and communication resources of universities. This article examines the digital information environment of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University from the perspective of eco-education of students.*

**Key words:** ecological thinking, digital space, ecologization of the information environment of the university, ecology.

**Melenteva A., Tanova A.** Digital communication tools and channels in promoting health-saving technologies. – 976 PP.

*This research paper describes in detail the channels and tools used for digital communication in the field of healthcare and health promotion using the PESO model as an example. The authors draws attention to the differences between the channels represented within this model. The main goal of promoting health preservation is to change the behavior patterns of the country's population towards taking care of their health, preventing diseases and introducing them to a healthy lifestyle.*

**Key words:** health, health-preserving, health-preserving technologies, PESO model, communication channels, health-preserving behavior.

**Rubina A.** Engineering and environmental surveys for administrative buildings on the example of the village of Kuzmolovsky, Leningrad region. – 980 PP.

*Engineering and environmental surveys were carried out for administrative development in the village of Kuzmolovsky, Leningrad Region, including a route survey of the territory, air sampling, and measurement of physical factors. The results obtained satisfy the requirements for administrative buildings.*

**Key words:** environmental engineering surveys, administrative buildings.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ДОКЛАДОВ

АБАБКОВА Марианна Юрьевна	кандидат экономических наук, доцент Высшей школы медиакоммуникаций и связей с общественностью Гуманитарного института Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, <a href="mailto:ababkova_myu@spbstu.ru">ababkova_myu@spbstu.ru</a>
АБРАМЕНКО Георгий Тимофеевич	магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:georgabramenko@gmail.com">georgabramenko@gmail.com</a>
АДАМ Юрий Александрович	студент группы V4104 Университета ИТМО, <a href="mailto:iuriadam@yandex.ru">iuriadam@yandex.ru</a>
АДУЕВСКИЙ Александр Михайлович	магистрант группы ИСТ-951м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:Sashabommm341@gmail.com">Sashabommm341@gmail.com</a>
АКИЛОВ Марк Валерьевич	магистрант группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:markakilov@yandex.ru">markakilov@yandex.ru</a>
АЛЛЁНОВ Сергей Владимирович	кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информатики Государственного социально-гуманитарного университета, <a href="mailto:allenov@list.ru">allenov@list.ru</a>
АЛЛИ Рашид Амидуевич	магистрант группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



[rashid.alli@yandex.ru](mailto:rashid.alli@yandex.ru)

АНАХОВ  
Дмитрий Сергеевич

магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[razter@mail.ru](mailto:razter@mail.ru)

АНИКИЕВА  
Анастасия Валерьевна

магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[nastya97397@gmail.com](mailto:nastya97397@gmail.com)

АНТОНЕНКО  
Анастасия Дмитриевна

магистрант группы ИКТИ-05м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[glutton02@gmail.com](mailto:glutton02@gmail.com)

АРХИПОВ  
Игорь Александрович

магистрант группы РТ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[garick.arhipoff@yandex.ru](mailto:garick.arhipoff@yandex.ru)

АСТАФЬЕВА-  
РУМЯНЦЕВА  
Ирина Евгеньевна

кандидат философских наук, доцент кафедры социально политических наук Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[rina.astafjewa@yandex.ru](mailto:rina.astafjewa@yandex.ru)

АФАНАСЬЕВ  
Никита Андреевич

магистрант группы РТ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[plaffy.cs@gmail.com](mailto:plaffy.cs@gmail.com)

АФАНАСЬЕВ  
Матвей Владиславович

магистрант группы ИСТ-011м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



[matew198@gmail.com](mailto:matew198@gmail.com)

**АХРАМЕЕВА**  
Ксения Андреевна

кандидат технических наук, доцент кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[cbor.mail@gmail.com](mailto:cbor.mail@gmail.com)

**БАДИГИНА**  
Дарья

магистрант группы ИКТС-13м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dasha.badigina@mail.ru](mailto:dasha.badigina@mail.ru)

**БАЕВ**  
Вадим Дмитриевич

магистрант группы ИСТ-041м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[barv.vadim@mail.ru](mailto:barv.vadim@mail.ru)

**БАЗУЕВА**  
Анастасия Олеговна

магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Nastya\\_bas@mail.ru](mailto:Nastya_bas@mail.ru)

**БАРАКАТ**  
Абдельрахман Юсеф Хадер

магистрант группы ИКТБ-18м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ayb.jo.93@hotmail.com](mailto:ayb.jo.93@hotmail.com)

**БАРАНОВ**  
Артем Андреевич

магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[baranov.artiom97@gmail.com](mailto:baranov.artiom97@gmail.com)

**БЕЛОВ**  
Артем Викторович

магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



[belov1998.9@mail.ru](mailto:belov1998.9@mail.ru)

БЕЛОВ  
Михаил Петрович

доктор технических наук, доцент, профессор  
кафедры информационных управляющих систем  
Санкт-Петербургского государственного  
университета телекоммуникаций им. проф. М. А.  
Бонч-Бруевича,  
[mpbelov@etu.ru](mailto:mpbelov@etu.ru)

БЕЛОУС  
Константин  
Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры  
интеллектуальных систем автоматизации и  
управления Санкт-Петербургского  
государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[kostos2@yandex.ru](mailto:kostos2@yandex.ru)

БЕЩЕНЦЕВА  
Ирина Вячеславовна

выпускающий редактор «Gazeta.SPb»,  
[beshchentseva16@mail.ru](mailto:beshchentseva16@mail.ru)

БИКАРТ  
Матвей Сергеевич

магистрант группы Р-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[matthew.bicarte@gmail.com](mailto:matthew.bicarte@gmail.com)

БИЛЕВ  
Александр Николаевич

магистрант группы БИФ/МЗ119-1/1 Санкт-  
Петербургского государственного института  
культуры, заведующий отделом автоматизации  
СПБ ГБУ «Централизованная библиотечная  
система Выборгского района»,  
[bilevspb@gmail.com](mailto:bilevspb@gmail.com)

БОРИСОВ  
Владимир Игоревич

магистрант группы ИКТБ-18м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[architectxor@gmail.com](mailto:architectxor@gmail.com)

БОЧАРОВ  
Михаил Вячеславович

магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-

Бруевича,  
[bocharovm1998@gmail.com](mailto:bocharovm1998@gmail.com)

БРЕЖНЕВА  
Валентина  
Владимировна

доктор педагогических наук, профессор кафедры  
информационного менеджмента Санкт-  
Петербургского государственного института  
культуры,  
[vbrezhneva@gmail.com](mailto:vbrezhneva@gmail.com)

БУГАЙЧУК  
Елизавета  
Владиславовна

магистрант группы РСМ-91з Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[elbugaichuk@ail.ru](mailto:elbugaichuk@ail.ru)

БЫЛИНА  
Мария Сергеевна

кандидат технических наук, доцент, заведующая  
кафедрой фотоники и линий связи Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[Bylina.Maria@sut.ru](mailto:Bylina.Maria@sut.ru)

ВАСИЛЕВСКИЙ  
Игорь Дмитриевич

магистрант группы ИСТ-012м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[vasilevskii.id@spbgut.ru](mailto:vasilevskii.id@spbgut.ru)

ВАСИЛЕЦ  
Павел Васильевич

магистрант группы ИКПИ-81м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, техник-программист ООО  
«Естественный Интеллект»  
[pvasiletz@naint.ru](mailto:pvasiletz@naint.ru)

ВАСЯТКИН  
Михаил Андреевич

магистрант группы ФП-11м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[vasyatkinmix@yandex.ru](mailto:vasyatkinmix@yandex.ru)

ВАХРАМЕЕВА

магистрант группы ФП-11м Санкт-

Валентина Сергеевна	Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:valentina.vaxrameewa@yandex.ru">valentina.vaxrameewa@yandex.ru</a>
ВОЛКОВА Ксения Александровна	магистрант группы 3844201/10401 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, <a href="mailto:ksenia.volkova1999@yandex.ru">ksenia.volkova1999@yandex.ru</a>
ВОРОШНИН Григорий Евгеньевич	магистрант группы ИКТБ-18м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:Voroshnin.ge@yandex.ru.com">Voroshnin.ge@yandex.ru.com</a>
ГЕРАСИМОВА Яна Александровна	магистрант группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:gerasimova.jana2014@yandex.ru">gerasimova.jana2014@yandex.ru</a>
ГЕХТ Антон Борисович	кандидат исторических наук, доцент кафедры истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:a.geht@yandex.ru">a.geht@yandex.ru</a>
ГИНИЯТУЛЛИН Александр Эдуардович	магистрант группы ФП-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:kompot26452@mail.ru">kompot26452@mail.ru</a>
ГЛАГОЛЕВ Сергей Федорович	кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и линий связи, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:glagolevsf@yandex.ru">glagolevsf@yandex.ru</a>





- ГЛОТОВА  
Елизавета Вячеславовна магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[liza.glotova21@mail.ru](mailto:liza.glotova21@mail.ru)
- ГЛУХОВ  
Николай Иванович старший преподаватель кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[es.ffp@net.sut.ru](mailto:es.ffp@net.sut.ru)
- ГЛУШАНКОВ  
Евгений Иванович доктор технических наук, профессор кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[glushankov57@gmail.com](mailto:glushankov57@gmail.com)
- ГОГОЛЬ  
Александр Александрович доктор технических наук, профессор кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[al.gogol@mail.ru](mailto:al.gogol@mail.ru)
- ГОЖЕНКО  
Владимир Дмитриевич студент группы ИСТ-842 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gojenko.vova@gmail.com](mailto:gojenko.vova@gmail.com)
- ГОЛОВКОВА  
Елизавета Евгеньевна студент группы ИКТС-72 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[lizaveta.golovkova0113@gmail.com](mailto:lizaveta.golovkova0113@gmail.com)
- ГОЛОВНЯК  
Михаил Васильевич магистрант группы Р-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



инженер-конструктор АО «НПО Завод «Волна»,  
[golovnyak.mikhail@gmail.com](mailto:golovnyak.mikhail@gmail.com)

ГОРДЕЕВ  
Илья Михайлович

магистрант группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[derllya@mail.ru](mailto:derllya@mail.ru)

ГОРЛАНОВ  
Евгений Александрович

магистрант группы 8025М Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения,  
[gorlanovevgeny@yandex.ru](mailto:gorlanovevgeny@yandex.ru)

ГОРОБЦОВ  
Илья Александрович

ассистент кафедры конструирования и производства радиоэлектронных средств Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[iliya\\_gorobtsov@mail.ru](mailto:iliya_gorobtsov@mail.ru)

ГОРОВЫХ  
Виталий Евгеньевич

магистрант группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gor.vitaliy99@mail.ru](mailto:gor.vitaliy99@mail.ru)

ГОРЫНЦЕВ  
Андрей Арсеньевич

магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gorincev@gmail.com](mailto:gorincev@gmail.com)

ГОРЯЧЕВА  
Анна Станиславовна

магистрант группы ИСТ-041м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[goryacheva\\_1998@bk.ru](mailto:goryacheva_1998@bk.ru)

ГРЕКОВ  
Константин Борисович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры экологической безопасности телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета



- телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[grekovkb@yandex.ru](mailto:grekovkb@yandex.ru)
- ГРИБАНОВ**  
Валерий Сергеевич
- магистрант группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[point26@mail.ru](mailto:point26@mail.ru)
- ГРИБОВСКИЙ**  
Алексей Андреевич
- студент группы ИСТ-941, инженер кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[lesha.kar@yandex.ru](mailto:lesha.kar@yandex.ru)
- ГРЯЗНОВА**  
Екатерина Михайловна
- студент группы 4941102/00701 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[katya.gryaznova@mail.ru](mailto:katya.gryaznova@mail.ru)
- ГУЛЯКОВ**  
Ярослав Андреевич
- магистрант группы ИСТ-041м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[jarik9a@gmail.com](mailto:jarik9a@gmail.com)
- ГУМИНСКИЙ**  
Олег Андреевич
- магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[g-oleg\\_95@mail.ru](mailto:g-oleg_95@mail.ru)
- ГУНИНА**  
Елена Викторовна
- кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна, заместитель декана по воспитательной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[e.v.gunina@yandex.ru](mailto:e.v.gunina@yandex.ru)

- ГУТМАН  
Анастасия Романовна  
магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[a.gutman14@gmail.com](mailto:a.gutman14@gmail.com)
- ДАВЛЕТШИНА  
Элеонора Ринатовна  
аспирант группы 0906А-21 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[eleonora.davletshina@mail.ru](mailto:eleonora.davletshina@mail.ru)
- ДАВЫДОВ  
Вадим Владимирович  
доктор физико-математических наук, профессор кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[davydov\\_vadim66@mail.ru](mailto:davydov_vadim66@mail.ru)
- ДАВЫДОВ  
Роман Вадимович  
кандидат физико-математических наук, ассистент кафедры высшей математики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[davydovrv@spbstu.ru](mailto:davydovrv@spbstu.ru)
- ДАНИЛОВА  
Юлия Сергеевна  
магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[danilovajulia123@gmail.com](mailto:danilovajulia123@gmail.com)
- ДАНШИЧЕВА  
Дарья Сергеевна  
студент группы 38341010/90305 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Первого,  
[dariia.d@ya.ru](mailto:dariia.d@ya.ru)
- ДВОРЯНЧИКОВ  
Сергей Дмитриевич  
магистрант группы РК-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер-конструктор, АО «ПКБ «РИО»,  
[dvoryanchikov.s@yandex.ru](mailto:dvoryanchikov.s@yandex.ru)



ДЕМИДЧИК Ксения Евгеньевна	студент 4 курса Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, <a href="mailto:ksushakd17@icloud.com">ksushakd17@icloud.com</a>
ДИКАНЕВА Гелена Николаевна	магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:g.dikaneva@mail.ru">g.dikaneva@mail.ru</a>
ДОБЫЧИНА Ярослава Германовна	студент Российского государственного института сценических искусств, <a href="mailto:net-lion@ya.ru">net-lion@ya.ru</a>
ДОКШИНА Арина Викторовна	магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:arina_danshina1999@mail.ru">arina_danshina1999@mail.ru</a>
ДОКШИН Александр Денисович	магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:dokshin_sasha@mail.ru">dokshin_sasha@mail.ru</a>
ДОРОХИН Вячеслав Николаевич	магистрант группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:dorohin.vn@yandex.ru">dorohin.vn@yandex.ru</a>
ДУДЕВИЧ Диана Николаевна	магистрант группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:shoroh010@gmail.com">shoroh010@gmail.com</a>
ДУКЛАУ Владимир Владимирович	старший преподаватель кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



[vladimir.duklau@spbgut.ru](mailto:vladimir.duklau@spbgut.ru)

ДУНАЕВ  
Николай Павлович

магистрант группы РК-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ndunaev@inbox.ru](mailto:ndunaev@inbox.ru)

ЕГОРОВА  
Анастасия Леонидовна

магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[egorovaucheba@gmail.com](mailto:egorovaucheba@gmail.com)

ЕЛАГИН  
Василий Сергеевич

кандидат технических наук, доцент, начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[elagin.vas@gmail.com](mailto:elagin.vas@gmail.com)

ЕРМОЛАЕВ  
Артур Анатольевич

магистрант группы ИКТФ-16м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[artur99ermolaev@gmail.com](mailto:artur99ermolaev@gmail.com)

ЕРШОВА  
Дарья Андреевна

студент группы ИСТ-851 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[yorsh14@icloud.com](mailto:yorsh14@icloud.com)

ЕСЕНБЕКОВ  
Рустем Муратович

магистрант группы РК-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[cool.baseball2012@yandex.ru](mailto:cool.baseball2012@yandex.ru)

ЖЕЛТОВА  
Елена Петровна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета



	телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:elena_gzheltova@mail.ru">elena_gzheltova@mail.ru</a>
ЖЕРДЗИЦКИЙ Алексей Игоревич	магистрант группы УСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:venom250394@gmail.com">venom250394@gmail.com</a>
ЖИХ Дарья Валентиновна	магистрант группы ИКТС-13м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:Dariazhih@yandex.ru">Dariazhih@yandex.ru</a>
ЗАГОРОДНЯЯ Дарья Анатольевна	магистрант группы ИСМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:darazag25@gmail.com">darazag25@gmail.com</a>
ЗАГРЕБАЕВА Надежда Михайловна	магистрант группы ЭБМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:n_zagrebaeva_1@mail.ru">n_zagrebaeva_1@mail.ru</a>
ЗАЙЧЕНКО Анна Александровна	студент группы РМ-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:ZaichenkoAnn@mail.ru">ZaichenkoAnn@mail.ru</a>
ЗАХАРОВ Алексей Александрович	магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:zaharov200998@mail.ru">zaharov200998@mail.ru</a>
ЗАЯЦ Максим Петрович	магистрант группы ИКТС-13м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



Бруевича,  
[maksim-zajac29@yandex.ru](mailto:maksim-zajac29@yandex.ru)

**ЗБАРАЖСКИЙ**  
Иван Александрович

студент группы ЗР-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ivanzba@mail.ru](mailto:ivanzba@mail.ru)

**ЗИКРАТОВ**  
Игорь Алексеевич

доктор технических наук, профессор кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[zikratov.ia@spbgut.ru](mailto:zikratov.ia@spbgut.ru)

**ЗИНОВЬЕВА**  
Анастасия Викторовна

студент группы ИКТС-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[nastyzinov@mail.ru](mailto:nastyzinov@mail.ru)

**ЗОЛОТАРЕВА**  
София Артуровна

студент группы РМ-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[zolotareva.sofiya@inbox.ru](mailto:zolotareva.sofiya@inbox.ru)

**ЗУБИН**  
Роман Александрович

магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vivacer2@gmail.com](mailto:vivacer2@gmail.com)

**ИВАНОВ**  
Роман Сергеевич

студент группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[romaiv99@gmail.com](mailto:romaiv99@gmail.com)

**ИВАНОВ**  
Александр Дмитриевич

магистрант группы 2-мг-56 Санкт-Петербургского государственного университета





промышленных технологий и дизайна,  
[alexandr76020@gmail.com](mailto:alexandr76020@gmail.com)

**ИЗМОЗИК**  
Владлен Семенович

доктор исторических наук, профессор кафедры истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[izmozik@mail.ru](mailto:izmozik@mail.ru)

**ИЗОТОВ**  
Даниил Юрьевич

магистрант группы РК-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[daniil.izotov.1999@gmail.com](mailto:daniil.izotov.1999@gmail.com)

**КАДЕЙКИН**  
Максим Николаевич

магистрант группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[maksim.kadejkin@yandex.ru](mailto:maksim.kadejkin@yandex.ru)

**КАЖАЕВ**  
Максим Валерьевич

магистрант группы ИКМ-02з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[warcons8@gmail.com](mailto:warcons8@gmail.com)

**КАЛАШНИКОВА**  
Людмила Ивановна

магистрант группы ИКМ-02з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ldragieva@mail.ru](mailto:ldragieva@mail.ru)

**КАМАЛЬДИНОВ**  
Александр Анатулович

магистрант группы ИКМ-92з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[avesave@yandex.ru](mailto:avesave@yandex.ru)

**КАН**  
Владислав Эдуардович

магистрант группы ИСТ-051м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



Бруевича,  
[diglex7@gmail.com](mailto:diglex7@gmail.com)

КАРАНОВА  
Евгения Есимжановна

магистрант группы РТ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[karanova-zhenya1609@mail.ru](mailto:karanova-zhenya1609@mail.ru)

КАРПЕКИН  
Артур Андреевич

магистрант группы ЭП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[korolev.2195@gmail.com](mailto:korolev.2195@gmail.com)

КАШКИН  
Никита Вячеславович

магистрант группы 20СИТМ-о-21 Государственного социально-гуманитарного университета, преподаватель АНО ДПО "Учебный центр "Квалификация" г.о. Луховицы,  
[a@uck-1.ru](mailto:a@uck-1.ru)

КАШКИНА  
Ирина Александровна

магистрант группы 20СИТМ-о-21 Государственного социально-гуманитарного университета, преподаватель АНО ДПО "Учебный центр "Квалификация" г.о. Луховицы,  
[irina.eliseeva.98@inbox.ru](mailto:irina.eliseeva.98@inbox.ru)

КВАСОВА  
Юлия Андреевна

магистрант группы 3844201/00301 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[yuliyakvasova@mail.ru](mailto:yuliyakvasova@mail.ru)

КИМ  
Екатерина Муеновна

студент группы РСО-81 Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[katyakim21@mail.ru](mailto:katyakim21@mail.ru)

КИРИК  
Дмитрий Игоревич

кандидат технических наук, декан факультета радиотехнологий связи, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств Санкт-Петербургского



- государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[d\\_i\\_kirik@mail.ru](mailto:d_i_kirik@mail.ru)
- КЛИНОВСКИЙ**  
Андрей Андреевич магистрант группы Р-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[klinovskyikld@gmail.com](mailto:klinovskyikld@gmail.com)
- КОВЦУР**  
Максим Михайлович кандидат технических наук, доцент кафедры  
защищенных систем связи Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[maxkovzur@mail.ru](mailto:maxkovzur@mail.ru)
- КОЛМАКОВА**  
Дарья Андреевна студент группы ИСТ-841 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[kolmakova2011@mail.ru](mailto:kolmakova2011@mail.ru)
- КОЛОСКОВ**  
Никита Андреевич магистрант группы ИСТ-032м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[nikita.koloskooov@gmail.com](mailto:nikita.koloskooov@gmail.com)
- КОЛОСЬКО**  
Анатолий Григорьевич кандидат физико-математических наук, кафедра  
конструирования и производства  
радиоэлектронных средств Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[agkolosko@mail.ru](mailto:agkolosko@mail.ru)
- КОЛЬЦОВ**  
Павел Олегович магистрант группы ИСТ-032м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,



[zemtirstudio@gmail.com](mailto:zemtirstudio@gmail.com)

КОМИССАРОВА  
Анастасия Игоревна

магистрант группы 3844201/10301 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[nastua076@gmail.com](mailto:nastua076@gmail.com)

КОПЫЛОВ  
Алексей Евгеньевич

магистрант группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[kopylov.alex.evg@gmail.com](mailto:kopylov.alex.evg@gmail.com)

КОРНЮШКИН  
Дмитрий  
Александрович

аспирант группы 0906А-21 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[kornyushkin\\_98@mail.ru](mailto:kornyushkin_98@mail.ru)

КОРОВИН  
Константин Олегович

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[konstkor@mail.ru](mailto:konstkor@mail.ru)

КОРОЛЕВ  
Даниил Дмитриевич

магистрант группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер СРиТВ РТРС, технический директор ООО «РУССКОЕ РАДИО-КРЫМ»,  
[korolevdd97@gmail.com](mailto:korolevdd97@gmail.com)

КОРЧАГИН  
Павел Анатольевич

старший преподаватель кафедры радиофизики Казанского (Приволжского) Федерального университета,  
[pkor2008@gmail.com](mailto:pkor2008@gmail.com)

КОРЧИК  
Андрей Викторович

магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Calldun614@yandex.ru](mailto:Calldun614@yandex.ru)



- КОСЕНКОВ**  
Виталий Владимирович  
магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vitaliykosein@gmail.com](mailto:vitaliykosein@gmail.com)
- КОСЬЯНОВ**  
Михаил Николаевич  
студент группы РМ-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[misha.kosjanov@yandex.ru](mailto:misha.kosjanov@yandex.ru)
- КОШЕЛЕВА**  
Виктория Андреевна  
магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[koshelevason@yandex.ru](mailto:koshelevason@yandex.ru)
- КРАСОВ**  
Андрей Владимирович  
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[krasov@inbox.ru](mailto:krasov@inbox.ru)
- КРИВЕНКО**  
Юрий Евгеньевич  
магистрант группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ra3wo1@gmail.com](mailto:ra3wo1@gmail.com)
- КРИВКИН**  
Никита Сергеевич  
студент группы РА-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[knikih111@gmail.com](mailto:knikih111@gmail.com)
- КРЫЛОВ**  
Алексей Вадимович  
магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,

[Krylov180497@yandex.ru](mailto:Krylov180497@yandex.ru)

- КУЗНЕЦОВА  
Елена Алексеевна  
студент группы 14.6-911 Казанского  
(Приволжского) федерального университета,  
[brain-kuznetcovael@mail.ru](mailto:brain-kuznetcovael@mail.ru)
- КУЗНЕЦОВА  
Эльвира Сергеевна  
магистрант группы 3844201/10401 Санкт-  
Петербургского политехнического университета  
Петра Великого,  
[elvira.cuzneczowa@yandex.ru](mailto:elvira.cuzneczowa@yandex.ru)
- КУЗНЕЦОВ  
Станислав  
Александрович  
магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[staskonkurs12@mail.com](mailto:staskonkurs12@mail.com)
- КУЗЬМИН  
Андрей Александрович  
магистрант группы Р-12м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, инженер ПАО «МегаФон»,  
[mrskippi@yandex.ru](mailto:mrskippi@yandex.ru)
- КУЗЬМИН  
Михаил Сергеевич  
кандидат экономических наук, доцент кафедры  
инноваций и инвестиций Казанского  
(Приволжского) федерального университета,  
[m-kuzmin@mail.ru](mailto:m-kuzmin@mail.ru)
- КУЗЬМИНА  
Виктория Эдуардовна  
магистрант группы ИКМ-02з Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[ddkuzmina@yahoo.com](mailto:ddkuzmina@yahoo.com)
- КУЛИКОВ  
Евгений Юрьевич  
магистрант группы ИСТ-111м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, инженер-программист ООО  
«Естественный Интеллект»,  
[ekulikov@naint.ru](mailto:ekulikov@naint.ru)
- КУЛИКОВ  
магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-

- Илья Александрович  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[wyzzus@gmail.com](mailto:wyzzus@gmail.com)
- КУПРИК  
София Алексеевна  
студент группы ЗР-81 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[sofiakuprik@yandex.ru](mailto:sofiakuprik@yandex.ru)
- КУРБАТОВА  
Ульяна Сергеевна  
магистрант группы БИМ-91з Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[uk@smartlime.ru](mailto:uk@smartlime.ru)
- КУРШИЕВА  
Мария Валерьевна  
студент группы ИКТС-71 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[kurshieva04@gmail.com](mailto:kurshieva04@gmail.com)
- КУРЬЯКОВА  
Алла Андреевна  
магистрант группы ИКМ-92з Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[alluha885@gmail.com](mailto:alluha885@gmail.com)
- КУТАСОВ  
Александр  
Станиславович  
магистрант группы РСО-11м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[Alexkutasov@ya.ru](mailto:Alexkutasov@ya.ru)
- ЛАНДА  
Александр Эдуардович  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
электроники и схемотехники Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[landa.alexandr@mail.ru](mailto:landa.alexandr@mail.ru)



- ЛАРИОНОВА  
Александра  
Константиновна
- магистрант группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[06012000larionova@gmail.com](mailto:06012000larionova@gmail.com)
- ЛЕБЕДЕВА  
Анастасия Дмитриевна
- магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[anastasialebedeva151299@yandex.ru](mailto:anastasialebedeva151299@yandex.ru)
- ЛЕГОСТАЕВ  
Виталий Сергеевич
- магистрант группы ИКМ-92з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[pasha15wot333@mail.ru](mailto:pasha15wot333@mail.ru)
- ЛИКОНЦЕВ  
Алексей Николаевич
- кандидат технических наук, доцент кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[likontsev-rts@mail.ru](mailto:likontsev-rts@mail.ru)
- ЛОБАСТОВА  
Мария Викторовна
- старший преподаватель кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[mlobastovabk1@ramble.ru](mailto:mlobastovabk1@ramble.ru)
- ЛОСЕВ  
Арсений Павлович
- магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[aplosev@gmail.com](mailto:aplosev@gmail.com)
- ЛЫТКИНА  
Екатерина  
Александровна
- магистрант группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[kartoguru1998@mail.ru](mailto:kartoguru1998@mail.ru)





- ЛЬВОВА  
Ольга Леонидовна  
магистрант группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[olyalions@gmail.com](mailto:olyalions@gmail.com)
- МАДОНОВ  
Сергей Евгеньевич  
магистрант группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[madonovs@gmail.com](mailto:madonovs@gmail.com)
- МАКАР  
Мария Алексеевна  
магистрант группы ИКТМ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[maria.elka@yandex.ru](mailto:maria.elka@yandex.ru)
- МАКАРОВА  
Валерия Вячеславовна  
магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[makarovalerra@gmail.com](mailto:makarovalerra@gmail.com)
- МАКАРОВА  
Наталья Владимировна  
доктор педагогических наук, профессор, Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения,  
[makarova\\_stud@mail.ru](mailto:makarova_stud@mail.ru)
- МАКАРОВ  
Владимир Васильевич  
доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и менеджмента инфокоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[akad.makarov@mail.ru](mailto:akad.makarov@mail.ru)
- МАКОВЕЦКАЯ  
Татьяна Александровна  
магистрант группы 4941102/00701 Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого,  
[taqre@yandex.ru](mailto:taqre@yandex.ru)



- МАНКАЕВ  
Расул Мурат-Алиевич  
магистрант группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[24rasul1999@mail.ru](mailto:24rasul1999@mail.ru)
- МАНУЙЛОВ  
Игорь Сегреевич  
студент группы РК-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[zymmar00@mail.com](mailto:zymmar00@mail.com)
- МАРТЫНОВА Елена  
Алексеевна  
магистрант группы Р-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[e.a.martunova@mail.ru](mailto:e.a.martunova@mail.ru)
- МАРШЕВА  
Наталия Владимировна  
старший преподаватель кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[nmarshevaspb@gmail.com](mailto:nmarshevaspb@gmail.com)
- МАСКИН  
Михаил Сергеевич  
магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tokarm214@mail.ru](mailto:tokarm214@mail.ru)
- МАТЮХИН  
Александр Юрьевич  
кандидат технических наук, доцент кафедры Сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[matukhin@list.ru](mailto:matukhin@list.ru)
- МАХОРТОВ  
Сергей Валерьевич  
магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[proeck.po.ikt@gmail.com](mailto:proeck.po.ikt@gmail.com)

МАШЕК Вероника Романовна	магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:veronikamashek@mail.ru">veronikamashek@mail.ru</a>
МЕЛЕНТЬЕВА Анна Алексеевна	магистрант группы 3843901/00201 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, <a href="mailto:MelentyevaAnna@yandex.ru">MelentyevaAnna@yandex.ru</a>
МЕЛЬНИК Максим Владимирович	магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:mkmxvh@gmail.com">mkmxvh@gmail.com</a>
МЕЛЬНИКОВА Ирина Юрьевна	кандидат экономических наук, доцент Высшей школы медиакоммуникаций и связей с общественностью Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, <a href="mailto:iris100@yandex.ru">iris100@yandex.ru</a>
МЕЛЬНИКОВ Вадим Александрович	магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:melnikovvad@yandex.ru">melnikovvad@yandex.ru</a>
МЕНАБДИШВИЛИ Гиорги Гиоргиевич	магистрант группы 3844201/00301 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, <a href="mailto:g.menabdishvili98@gmail.com">g.menabdishvili98@gmail.com</a>
МИХАЙЛОВ Василий Дмитриевич	магистрант группы ИСТ-151м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:kubeukeko@gmail.com">kubeukeko@gmail.com</a>
МИХАЙЛОВА Изабелла Алексеевна	магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета Телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-



Бруевича,  
[BELLA300598@MAIL.RU](mailto:BELLA300598@MAIL.RU)

**МИХАЙЛОВСКАЯ**  
Татьяна Игоревна

магистрант группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tatsiana.kulik@yandex.by](mailto:tatsiana.kulik@yandex.by)

**МИХАЛЬ**  
Георгий Андреевич

магистрант группы ИСТ-111м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[georgemihal@yandex.ru](mailto:georgemihal@yandex.ru)

**МОГИЛАТОВ**  
Антон Викторович

студент группы ФП-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[mogilatov.antosha@mail.ru](mailto:mogilatov.antosha@mail.ru)

**МОИСЕЕВА**  
Алия Вадимовна

магистрант группы ИКТС-13м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[alia.vm01@gmail.com](mailto:alia.vm01@gmail.com)

**МОРОЗОВА**  
Екатерина Антоновна

студент группы РА-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[morwaykate@gmail.com](mailto:morwaykate@gmail.com)

**МОРОЗОВ**  
Александр Алексеевич

магистрант группы РК-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер кафедры конструирования и производства радиоэлектронных средств  
[lexomoro@gmail.com](mailto:lexomoro@gmail.com)

**МУСАЕВА**  
Татьяна Вагифовна

кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета



	телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:neli_6868@mail.ru">neli_6868@mail.ru</a>
<b>МЫШЬЯНОВ</b> Сергей Васильевич	Начальник Научно-образовательного центра «Технологии информационных образовательных систем» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:mishyanov@gmail.com">mishyanov@gmail.com</a>
<b>НАСЕДКИН</b> Борис Александрович	научный сотрудник лаборатории квантовых процессов и измерений Университета ИТМО, <a href="mailto:b.nasedkin@bk.ru">b.nasedkin@bk.ru</a>
<b>НАУМЕНКО</b> Виталия Евгеньевна	магистрант группы Р-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер ПАО «МегаФон», <a href="mailto:persikvita@mail.ru">persikvita@mail.ru</a>
<b>НЕСТЕРОВ</b> Алексей Андреевич	магистрант группы РТ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:alyoshanestor98@gmail.com">alyoshanestor98@gmail.com</a>
<b>НЕСТЕРОВ</b> Иван Максимович	магистрант группы РК-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:vano.nestor@yandex.ru">vano.nestor@yandex.ru</a>
<b>НЕФЕДОВ</b> Виталий Владимирович	студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, <a href="mailto:vit02.08.19992@mail.ru">vit02.08.19992@mail.ru</a>
<b>НИКАМИН</b> Виктор Александрович	старший преподаватель кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



- Бруевича,  
[nva88@mail.ru](mailto:nva88@mail.ru)
- НИКИТИН  
Юрий Александрович кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[es.ffp@net.sut.ru](mailto:es.ffp@net.sut.ru)
- НИКИТИНА  
Татьяна Владимировна магистрант группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[maxita1507@yandex.ru](mailto:maxita1507@yandex.ru)
- НИКИТИН  
Игорь Александрович магистрант группы Р-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[northsaren@ya.ru](mailto:northsaren@ya.ru)
- НИКИТИН  
Максим Андреевич магистрант группы РТ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[russkijivan41@gmail.com](mailto:russkijivan41@gmail.com)
- НИКИФОРОВА  
Светлана  
Александровна магистрант группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ведущий экономист группы по работе с обучающимися договорного отдела финансово-правового департамента Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[nikiforovasa@icloud.com](mailto:nikiforovasa@icloud.com)
- НИКОЛАЕВ  
Владимир Нгокович магистрант группы РСО-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



	Бруевича, <a href="mailto:valdonikolaev99@mail.ru">valdonikolaev99@mail.ru</a>
НИКУЛИНА Татьяна Валерьевна	студент группы ИБТС-62 Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики,
НОВИК Татьяна Олеговна	студент группы ИКПИ-81 Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, техник-программист ООО «Естественный Интеллект» <a href="mailto:tnovik@naint.ru">tnovik@naint.ru</a>
НОВИКОВ Егор Анатольевич	магистрант группы ИСТ-111м Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, <a href="mailto:egoredmc@gmail.com">egoredmc@gmail.com</a>
ОБЕРТИЙ Карина Вячеславовна	студент группы РБМ-91 Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, <a href="mailto:k.v.oberti@gmail.com">k.v.oberti@gmail.com</a>
ОБРОСКОВА Наталья Михайловна	магистрант группы ИКМ-92з Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, <a href="mailto:Obroskovanatalya@mail.ru">Obroskovanatalya@mail.ru</a>
ОБУХОВ Станислав Андреевич	студент группы ИКТС-71 Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, <a href="mailto:stasstas1155@yandex.ru">stasstas1155@yandex.ru</a>
ОКУДЖАВА Анна Элгуджаевна	студент группы ЗР-82 Санкт- Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



Бруевича,  
[annaokudjava@mail.ru](mailto:annaokudjava@mail.ru)

ОПЯКИН  
Дмитрий  
Владимирович

магистрант группы ИКМ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dmitriy.opyakin@gmail.com](mailto:dmitriy.opyakin@gmail.com)

ОРЛОВ  
Дмитрий Андреевич

магистрант группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[orlovsut62@gmail.com](mailto:orlovsut62@gmail.com)

ОСИПОВА  
Вероника Анатольевна

магистрант группы РТ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[osipovaonline@mail.ru](mailto:osipovaonline@mail.ru)

ОСИПОВА  
Анна Юрьевна

магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[anyaosipova1998@mail.ru](mailto:anyaosipova1998@mail.ru)

ПАК  
Виолетта Олеговна

магистрант группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[violetta\\_tdk@mail.ru](mailto:violetta_tdk@mail.ru)

ПАЛЕЕВА  
Екатерина Ильинична

магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[paleeva\\_k@mail.ru](mailto:paleeva_k@mail.ru)

ПАНКОВ  
Арсений Владимирович

магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,



[K777TT@gmail.com](mailto:K777TT@gmail.com)

ПАНКРАТЬЕВ  
Артем Алексеевич

студент группы ИБ-02вп Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер-программист Центра исследований и разработок Saumon,  
[artem-artem-68@bk.ru](mailto:artem-artem-68@bk.ru)

ПАНОВА  
Алина Игоревна

студент группы РА-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[panova.alinaig@gmail.com](mailto:panova.alinaig@gmail.com)

ПАНОВА  
Ульяна Васильевна

студент группы ИСТ-851 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[puulyaaaa@gmail.com](mailto:puulyaaaa@gmail.com)

ПАНЧЕНКО  
Анастасия  
Александровна

магистрант группы ИКПИ-81м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, техник-программист ООО «Естественный Интеллект»  
[aranchenko@naint.ru](mailto:aranchenko@naint.ru)

ПАРАНИЧЕВ  
Андрей Викторович

старший преподаватель кафедры ИУС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, преподаватель Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций,  
[pav-83@yandex.ru](mailto:pav-83@yandex.ru)

ПАТРУХИНА  
Алиса Алексеевна

магистрант группы ИСТ-132м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[patruhina\\_alisa@mail.ru](mailto:patruhina_alisa@mail.ru)

ПЕЛИХ

магистрант группы ИСТ-012м Санкт-

Дмитрий  
Александрович

Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[elektronstandart@bk.ru](mailto:elektronstandart@bk.ru)

ПЕСТОВ  
Игорь Евгеньевич

старший преподаватель кафедры защищенных  
систем связи Санкт-Петербургского  
государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[ip@sut.ru](mailto:ip@sut.ru)

ПЕТРОВ  
Владислав Андреевич

магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[vladpetrovvv@gmail.com](mailto:vladpetrovvv@gmail.com)

ПИРИ  
Диксон

магистрант группы ИКТБ-07м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[dicphiri@yahoo.com](mailto:dicphiri@yahoo.com)

ПИЧУГИН  
Евгений Геннадьевич

магистрант группы ИКТМ-02м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[pichugin.eugen0130@gmail.com](mailto:pichugin.eugen0130@gmail.com)

ПЛЕТНЕВ  
Ярослав Андреевич

аспирант группы 0918А-20 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[pletnevyaroslav@gmail.com](mailto:pletnevyaroslav@gmail.com)

ПОБЕГАЛОВА  
Валерия Витальевна

студент группы РК-82 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[zxzayq@gmail.com](mailto:zxzayq@gmail.com)



- ПОДОПРИГОРА**  
Андрей Николаевич  
магистрант группы ИКТФ-16м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[podoprigora1861@gmail.com](mailto:podoprigora1861@gmail.com)
- ПОЛЯКОВ**  
Александр Иванович  
студент группы РА-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[a.polak5555@gmail.com](mailto:a.polak5555@gmail.com)
- ПОПОВ**  
Аликс Алексеевич  
магистрант группы ИКТБ-18м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[cloudyd3d@gmail.com](mailto:cloudyd3d@gmail.com)
- ПОПОВ**  
Владислав Алексеевич  
студент группы ИСТ-941 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vladpopov2001vlad@gmail.com](mailto:vladpopov2001vlad@gmail.com)
- ПОПОВСКИЙ**  
Никита Игоревич  
магистрант группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[nikitanikita24@mail.ru](mailto:nikitanikita24@mail.ru)
- ПОПОНИН**  
Антон Сергеевич  
магистрант группы ИСТ-111м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер-программист ООО «Естественный Интеллект»  
[apopin@naint.ru](mailto:apopin@naint.ru)
- ПОТАПЕНКО**  
кандидат исторических наук, доцент кафедры



- Тимофей Геннадьевич истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[potapenkoteo@mail.ru](mailto:potapenkoteo@mail.ru)
- ПРОТАСЕНЯ**  
Сергей Витальевич кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и производства радиоэлектронных средств Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[saitvodabur@yandex.ru](mailto:saitvodabur@yandex.ru)
- ПРОТОПОПОВА**  
Александра Игоревна магистрант группы 06-059 Казанского (Приволжского) Федерального университета,  
[alexleto1410@gmail.ru](mailto:alexleto1410@gmail.ru)
- ПРОХОРОВ**  
Кирилл Юрьевич магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[kuprokhorov@gmail.com](mailto:kuprokhorov@gmail.com)
- ПУЗАНОВ**  
Иван Сергеевич магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ivan.puzanov140@icloud.com](mailto:ivan.puzanov140@icloud.com)
- ПУНДА**  
Анастасия Сергеевна студент группы БИФ/БО1114-3/1 Санкт-Петербургского государственного института культуры,  
[punda.nastya@mail.ru](mailto:punda.nastya@mail.ru)
- ПУРШЕЛЬ**  
Валерия Викторовна магистрант группы РТ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-



- Бруевича,  
[valeriya-purshel@yandex.ru](mailto:valeriya-purshel@yandex.ru)
- ПЫЛАЕВ**  
Михаил Дмитриевич  
магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. профессора М. А. Бонч-Бруевича,  
[Inquisitivemen@gmail.com](mailto:Inquisitivemen@gmail.com)
- РАЗМЫСЛОВА**  
Валерия Андреевна  
магистрант группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[razmyslva-valerija@rambler.ru](mailto:razmyslva-valerija@rambler.ru)
- РЕЗНИКОВА**  
Мария Яковлевна  
студент группы 38341010/90305 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Первого,  
[makareznik@gmail.com](mailto:makareznik@gmail.com)
- РЕЗНИКОВ**  
Богдан Константинович  
преподаватель кафедры фотоники и линий связи, преподаватель кафедры программной инженерии и вычислительной техники, преподаватель базовой кафедры «Специальные средства связи» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[rznkff@gmail.com](mailto:rznkff@gmail.com)
- РЕКИЧИНСКИЙ**  
Антон Владимирович  
магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Anton31998@gmail.com](mailto:Anton31998@gmail.com)
- РОГОЗИНСКИЙ**  
Глеб Гендрихович  
доктор технических наук, начальник центра НОЦ "Медиацентр", доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевич,  
[gleb.rogozinsky@gmail.com](mailto:gleb.rogozinsky@gmail.com)
- РОЖДЕСТВЕНСКИЙ**  
магистрант группы ИСТ-031м Санкт-

- Дмитрий Борисович Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dmitriifoxqq2@gmail.com](mailto:dmitriifoxqq2@gmail.com)
- РОМАНОВА  
Мария Владимировна магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[mariyaromanova1998@bk.ru](mailto:mariyaromanova1998@bk.ru)
- РУБИНА  
Анастасия  
Александровна магистрант группы ЭБМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[adlgnv@mail.ru](mailto:adlgnv@mail.ru)
- РЮТИН  
Константин Евгеньевич студент группы РМ-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ryutin.sut@gmail.com](mailto:ryutin.sut@gmail.com)
- САЗОНОВ  
Александр Михайлович магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[alexxsaz@mail.ru](mailto:alexxsaz@mail.ru)
- САЛИТА  
Андрей Сергеевич магистрант группы ИКТБ-18м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[salita@internet.ru](mailto:salita@internet.ru)
- САМОЙЛОВ  
Дмитрий Николаевич магистрант группы ИСТ-051м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[donactdumbhouston@gmail.com](mailto:donactdumbhouston@gmail.com)
- САФАРГАЛЕЕВ  
Сергей Андреевич студент группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета



- государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[xremster@gmail.com](mailto:xremster@gmail.com)
- САФОНОВА**  
Анна Сергеевна кандидат политических наук, доцент Высшей  
школы медиакоммуникаций и связей с  
общественностью Санкт-Петербургского  
политехнического университета Петра Великого,  
[merry.pr@yandex.ru](mailto:merry.pr@yandex.ru)
- СВИРИДОВ**  
Сергей Константинович студент группы ИСТ-713 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
Телекоммуникаций им. профессора М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[safu.sviridov@gmail.com](mailto:safu.sviridov@gmail.com)
- СЕВОСТЬЯНОВ**  
Владислав Андреевич магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[vlad08007@hotmail.com](mailto:vlad08007@hotmail.com)
- СЕДОВА**  
Елизавета Борисовна студент группы ИКБ-84 Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, техник-программист ООО  
«Естественный Интеллект»  
[esedova@naint.ru](mailto:esedova@naint.ru)
- СЕДЫШЕВ**  
Эрнест Юрьевич кандидат технических наук, доцент кафедры  
электроники и схемотехники Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[laboratoria-mw@yandex.ru](mailto:laboratoria-mw@yandex.ru)
- СЕМЕНАС**  
Сергей Викторович магистрант группы РК-01м Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича,  
[semenas90@yahoo.com](mailto:semenas90@yahoo.com)



- СЕМЕНИХИНА  
Анастасия Андреевна  
магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[semenikhina\\_28@mail.ru](mailto:semenikhina_28@mail.ru)
- СИАППОНИ  
Ян Мишельевич  
магистрант группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[yannson1997@bk.ru](mailto:yannson1997@bk.ru)
- СИДОРЕНКО  
Виктор Дмитриевич  
студент группы ЗР-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vitonly1337@gmail.com](mailto:vitonly1337@gmail.com)
- СИДОРКИНА  
Дарья Сергеевна  
магистрант группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[drsdcrkn@gmail.com](mailto:drsdcrkn@gmail.com)
- СИКУТЕ  
Доусон  
магистрант группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dowsonsikute40@gmail.com](mailto:dowsonsikute40@gmail.com)
- СИМОНИНА  
Ольга Александровна  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[olga.simonina@spbgut.ru](mailto:olga.simonina@spbgut.ru)
- СКАЛАЦКИЙ  
Владислав Юрьевич  
магистрант группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,





[mr.skalatskiy@yandex.ru](mailto:mr.skalatskiy@yandex.ru)

СКОРОБОГАТОВ  
Кирилл Денисович

магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ya.star-lord@ya.ru](mailto:ya.star-lord@ya.ru)

СМЕТЮХ  
Дмитрий  
Владимирович

магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dimasmet@mail.ru](mailto:dimasmet@mail.ru)

СМИРНОВА  
Кристина Геннадиевна

магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[k.smirnova.g@gmail.com](mailto:k.smirnova.g@gmail.com)

СМИРНОВ  
Никита Сергеевич

магистрант группы ИСТ-011м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[n.s.smirnov15@gmail.com](mailto:n.s.smirnov15@gmail.com)

СМИРНОВ  
Сергей Александрович

магистрант группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича,  
ведущий инженер Сбербанк (ЦА),  
[smirserg640@gmail.com](mailto:smirserg640@gmail.com)

СМОРОДИН  
Геннадий Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gsmorodin@gmail.com](mailto:gsmorodin@gmail.com)



**СОЛОВЬЕВ**  
Денис Викторович

доцент кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[9218964588@mail.ru](mailto:9218964588@mail.ru)

**СОЛЯНКО**  
Любовь Андреевна

магистрант группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
[mila35m33@mail.ru](mailto:mila35m33@mail.ru)

**СТАРИКОВ**  
Владимир  
Владимирович

магистрант группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vl.vl.starikov@gmail.com](mailto:vl.vl.starikov@gmail.com)

**СТЕПАНЕНКОВ**  
Григорий Викторович

магистрант группы ИКТФ-16м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[261199g@gmail.com](mailto:261199g@gmail.com)

**СТОНОЖЕНКО**  
Ксения Александровна

студент группы ЗР-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[stonojenko@bk.ru](mailto:stonojenko@bk.ru)

**СТОРОЖЕВА**  
Светлана Петровна

кандидат культурологии, доцент Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики,  
[s\\_storozheva@sibguti.ru](mailto:s_storozheva@sibguti.ru)

**СТРЕЛКОВА**  
Елена Васильевна

магистрант группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Klarice824@yandex.ru](mailto:Klarice824@yandex.ru)



**СУРКОВ**  
Эдвард

магистрант группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[edvard11@mail.ru](mailto:edvard11@mail.ru)

**СУРОВЕГИН**  
Михаил  
Константинович

магистрант группы БИМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[lokonosto@yandex.ru](mailto:lokonosto@yandex.ru)

**СУХАНОВ**  
Данил Сергеевич

магистрант группы РК-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[suhanov.s.d@yandex.ru](mailto:suhanov.s.d@yandex.ru)

**ТАНОВА**  
Анна Гераклитовна

кандидат социологических наук, доцент Высшей школы медиакоммуникаций и связей с общественностью Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[tanovaann@mail.ru](mailto:tanovaann@mail.ru)

**ТАРАСЕНКО**  
Арсений Анатольевич

магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ars3577@gmail.com](mailto:ars3577@gmail.com)

**ТАТАРЕНКОВ**  
Дмитрий  
Александрович

старший преподаватель кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[dtatarenkov@outlook.com](mailto:dtatarenkov@outlook.com)

**ТАТУКОВ**  
Данила Андреевич

магистрант группы ИСТ-112м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tatukov.danila@mail.ru](mailto:tatukov.danila@mail.ru)



- ТЕРЕБЕНИНА**  
Юлия Дмитриевна студент группы ИКТС-72 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[terebeninayuliya@gmail.com](mailto:terebeninayuliya@gmail.com)
- ТЕРЕНТЬЕВА**  
Екатерина Анатольевна кандидат исторических наук, доцент кафедры ИиР Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[e.a.terenteva@bk.ru](mailto:e.a.terenteva@bk.ru)
- ТЕРТЫЧНАЯ**  
Алина Викторовна студент 4 курса Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики,  
[yellowpandacha@gmail.com](mailto:yellowpandacha@gmail.com)
- ТИМОФЕЕВ**  
Владислав Сергеевич студент группы РТ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[bjiad228@gmail.com](mailto:bjiad228@gmail.com)
- ТРИАНДАФИЛИДИ**  
Иоанис Иванович студент группы 5823 Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения,  
Техник-программист ООО «Естественный Интеллект»,  
[itriandafilidy@naint.ru](mailto:itriandafilidy@naint.ru)
- ТУМАНОВА**  
Евгения Ивановна кандидат технических наук, доцент кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tumanova.ei@net.sut.ru](mailto:tumanova.ei@net.sut.ru)
- ТУЧКЕВИЧ**  
Артём Никитович магистрант группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tu4kewi4@yandex.ru](mailto:tu4kewi4@yandex.ru)

- ТЯЖЕВ**  
Даниил Вячеславович
- магистрант группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
ГТРК "Санкт-Петербург" ФИЛИАЛ  
ФГУП ВГТРК, инженер 1 категории, инженер АСБ,  
[dany61571@gmail.com](mailto:dany61571@gmail.com)
- УСМАНОВ**  
Сардор Иброхимович
- магистрант группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[uzxans1@gmail.com](mailto:uzxans1@gmail.com)
- УШАКОВ**  
Игорь Александрович
- кандидат технических наук, доцент кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ushakovia@gmail.com](mailto:ushakovia@gmail.com)
- УШКОВА**  
Ирина Геннадьевна
- магистрант группы РМ-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ushkova.irina2015@yandex.ru](mailto:ushkova.irina2015@yandex.ru)
- ФАТЬКИНА**  
Елизавета Игоревна
- магистр, независимый исследователь,  
[Lizza92@mail.ru](mailto:Lizza92@mail.ru)
- ФЕДОРОВ**  
Сергей Игоревич
- магистрант группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Tegsteam@gmail.com](mailto:Tegsteam@gmail.com)
- ФЁДОРОВ**  
Сергей Леонидович
- кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[sergf7@mail.ru](mailto:sergf7@mail.ru)



- ФЁДОРОВА  
Алина Владимировна кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[fedorova-prepod@yandex.ru](mailto:fedorova-prepod@yandex.ru)
- ФЁДОРОВА  
Анастасия Эдуардовна магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[fyodorova.aeee@gmail.com](mailto:fyodorova.aeee@gmail.com)
- ФЕДОРОВ  
Павел Олегович магистрант группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[pavelfedorovtw@mail.ru](mailto:pavelfedorovtw@mail.ru)
- ФИЛИППОВ  
Артём Александрович магистрант группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[artm.filippov98@mail.ru](mailto:artm.filippov98@mail.ru)
- ФИЛИППОВ  
Феликс Васильевич кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[ius@sut.ru](mailto:ius@sut.ru)
- ФОКИН  
Григорий Алексеевич кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[grihafokin@gmail.com](mailto:grihafokin@gmail.com)
- ФОКИН  
Григорий Алексеевич кандидат технических наук, заместитель декана по научной работе, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного

- университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[harley\\_84@mail.ru](mailto:harley_84@mail.ru)
- ФОМИН  
Александр  
Владимирович
- магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[fomin260145@gmail.com](mailto:fomin260145@gmail.com)
- ФОМИНЫХ  
Артур Андреевич
- магистрант группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[fominykhartur@yandex.ru](mailto:fominykhartur@yandex.ru)
- ФРОЛОВА  
Александра Сергеевна
- магистрант группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[Alexandravasileva1@mail.ru](mailto:Alexandravasileva1@mail.ru)
- ФРОСТ  
Элизабет Алексеевна
- студент группы ЗР-81 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[frost.elizabet@mail.ru](mailto:frost.elizabet@mail.ru)
- ХАЙБРАХМАНОВА  
Екатерина Сергеевна
- аспирант группы 0901А-18, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ассистент кафедры информатики и компьютерного дизайна,  
[Katusha.1994.10@mail.com](mailto:Katusha.1994.10@mail.com)
- ХАМОВА  
Виктория Олеговна
- магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vikahamova@gmail.com](mailto:vikahamova@gmail.com)
- ХОРЕВ  
Тимофей Андреевич
- магистрант группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета



- Телекоммуникаций им. профессора М. А. Бонч-Бруевича,  
[khorevtima@yandex.ru](mailto:khorevtima@yandex.ru)
- ХРИПУНОВ**  
Евгений Владимирович магистрант группы РТ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[hripunov.evgeny@icloud.com](mailto:hripunov.evgeny@icloud.com)
- ЧАБАЕВ**  
Магомед Сулумбекович магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[chabaev.99@mail.ru](mailto:chabaev.99@mail.ru)
- ЧЕБОТАЕВ**  
Владислав Евгеньевич студент группы ИКТК-85 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[v.chebotaev@inbox.ru](mailto:v.chebotaev@inbox.ru)
- ЧЕПЛЮКОВА**  
Александра Владиславовна магистрант группы Р-01м магистратуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[cheplyukova@mail.ru](mailto:cheplyukova@mail.ru)
- ЧЕРНЫХ**  
Алексей Викторович младший научный сотрудник лаборатории квантовых процессов и измерений Университета ИТМО,  
[chernikh.a@gmail.com](mailto:chernikh.a@gmail.com)
- ЧИЖИК**  
Полина Андреевна магистрант группы ИСТ-132м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[p.chizhik@spbu.ru](mailto:p.chizhik@spbu.ru)
- ЧИПСАНОВА**  
Елена Валерьевна магистрант группы ИКТМ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,





[lenchip@mail.ru](mailto:lenchip@mail.ru)

ЧМЕЛЁВ  
Михаил Эдуардович

студент группы ИКВТ-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[chmelev.mikhail@gmail.com](mailto:chmelev.mikhail@gmail.com)

ШАБАРОВА  
Виктория  
Александровна

магистрант группы ИСТ-012м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vikashabarova@mail.ru](mailto:vikashabarova@mail.ru)

ШАЛАЕВА  
Мария Евгеньевна

магистрант группы РТ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[shalaeva98@bk.ru](mailto:shalaeva98@bk.ru)

ШВЕЦ  
Илья Сергеевич

магистрант группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[shvec\\_ilya@bk.ru](mailto:shvec_ilya@bk.ru)

ШЕСТАКОВА  
Ирина Григорьевна

доктор философских наук, доцент, профессор кафедры философии Санкт-Петербургского горного университета,  
[Shestakova\\_ig@pers.spmi.ru](mailto:Shestakova_ig@pers.spmi.ru)

ШЕСТАКОВ  
Александр Викторович

доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[alexandr.shestakov01@yandex.ru](mailto:alexandr.shestakov01@yandex.ru)

ШИЯН  
Андрей Анатольевич

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А.



Бонч-Бруевича,  
[1001digit@gmail.com](mailto:1001digit@gmail.com)

**ШМИДТ**  
Анна Алексеевна

старший инженер 16 Центрального научно-исследовательского испытательного ордена Красной Звезды института Министерства обороны Российской Федерации имени маршала войск связи А.И. Белова,  
[anutikaaa@mail.ru](mailto:anutikaaa@mail.ru)

**ШМИДТ**  
Артур Андреевич

старший инженер 16 Центрального научно-исследовательского испытательного ордена Красной Звезды института Министерства обороны Российской Федерации имени маршала войск связи А.И. Белова,  
[shmidt.artur2011@yandex.ru](mailto:shmidt.artur2011@yandex.ru)

**ЩУКИН**  
Егор Александрович

студент группы ИСТ-851 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vikzelikov@yandex.ru](mailto:vikzelikov@yandex.ru)

**ЮН**  
Валентин Евгеньевич

магистрант группы ИКТб-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[valantin1998@gmail.com](mailto:valantin1998@gmail.com)

**ЯГУНОВ**  
Павел Алексеевич

магистрант группы ИСТ-112м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[yagunovpavel@yandex.ru](mailto:yagunovpavel@yandex.ru)

**ЯДРЫШНИКОВ**  
Владислав  
Александрович

магистрант группы РСО-11м Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[yadryshnikov\\_vlad@mail.ru](mailto:yadryshnikov_vlad@mail.ru)

**ЯКОВЛЕВ**  
Александр Алексеевич

магистрант группы ИСТ-131м Санкт-Петербургского государственного университета



телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[push-1602@yandex.ru](mailto:push-1602@yandex.ru)

**ЯКУТИНА**  
Любовь Валерьевна

магистрант группы ИКМ-03з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[yakutina1998@mail.ru](mailto:yakutina1998@mail.ru)

**ЯКУШЕВА**  
Мария Андреевна

студент группы 4931102/80602 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого,  
[yakusheva.ma@edu.spbstu.ru](mailto:yakusheva.ma@edu.spbstu.ru)

**ЯМОВА**  
Александра Андреевна

магистрант группы ИКТМ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[sashaa.yamova@gmail.com](mailto:sashaa.yamova@gmail.com)

**ЯШИН**  
Алексей  
Владимироваич

магистрант группы ИСМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[alexey.morris@gmail.com](mailto:alexey.morris@gmail.com)

### Анонс публикации

*В настоящем сборнике материалов Всероссийской научно-методической конференции магистрантов и их руководителей «Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики» (ПКМ-2021) размещены доклады, представленные на конференции 2021 года, за исключением докладов, признанных лучшими по итогам работы секций научных направлений конференции и опубликованных в отдельном сборнике.*

*Сборник лучших докладов конференции ПКМ-2021 публикуется в электронном виде на сайте конференции [pkm.sut.ru](http://pkm.sut.ru) и будет дополнительно издан в бумажном виде в I квартале 2022 года.*



всероссийская научно-методическая  
конференция магистрантов и их руководителей

**ПКМ**

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ  
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**