СПб ГУТ)))

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

МАГИСТРАНТОВ И ИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

(ПКМ-2020)

ПКМ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

1 – 3 декабря 2020 года

PKM.SUT.RU

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

Институт магистратуры

УДК 621.39:004
ББК 32.74

Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020). Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; материалы конф. / Сост. Н.Н. Иванов. СПбГУТ. – СПб., 2021. – 1026 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

Кирик Д. И. – кандидат технических наук, доцент, декан факультета радиотехнологий связи СПбГУТ

Бузюков Л. Б. – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры программной инженерии и вычислительной техники СПбГУТ

Зикратов И. А. – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий СПбГУТ

Колгатин С. Н. – доктор технических наук, профессор, декан факультета фундаментальной подготовки 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 гуманитарного факультета СПбГУТ

Елагин В. С. – кандидат технических наук, доцент, начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров СПбГУТ

Иванов Н. Н. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора института магистратуры по научной работе СПбГУТ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели

Ивасишин С. И. – кандидат технических наук, директор департамента организации и качества образовательной деятельности СПбГУТ

Алексеенко И. А. – кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью 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

Чистова Н. А. –директор финансово-правового 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

В материалах конференции размещены доклады, представленные на научно-методической конференции 2020 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
Г. Д. Царёва, А. О. Родакова, Д. А. Гриненко
Дизайн логотипа Г. И. Юрьев
Подписано в печать 30.12.2020г.
128,25 уст.печ.л. Заказ 70-ИТТ-2021
Вышло в свет 01.02.2021г. 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.ijitt.ru

ISBN 978-5-89160-205-2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
научное рецензируемое издание • электронный научный журнал
Telecom IT — ISSN 2307-1303

© СПбГУТ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ 14

1.1 Радиотехнические системы и антенны 14

Бойко И. А. (СПбГУТ) Синтез диаграммы направленности адаптивной антенной решётки методом градиентного алгоритма адаптации Уидроу…… 15
Воробков В. Д. (СПбГУТ) Использование алгоритма роя частиц при расчете диаграммы направленности фазированной антенной решётки……... 21
Иванов Б. Б. (СПбГУТ) Разработка вибраторно-штыревой пеленгаторной приемной антенны декаметрового диапазона……... 25
Карташев В. Д. (СПбГУТ) Измеритель угловой координаты……. 29
Лабис А. Н., Коровин К.О. (СПбГУТ) Использование генетического алгоритма при расчете диаграммы направленности фазированной антенной решётки……... 32
Петров С. А. (СПбГУТ) Моделирование спутниковых каналов связи……. 36
Сивакова О. А. (СПбГУТ) Расчет канала связи с беспилотным летательным аппаратом…… 42

1.2 Радиосвязь и радиодоступ 48

Бадин А. Д. (СПбГУТ) Анализ надежности технологий, обеспечивающих работу интеллектуальных транспортных систем…….. 49
Баранов А. А. (СПбГУТ) Анализ проблемы передачи данных оптико-электронных систем БЛА посредством сетей мобильной связи…… 54
Григорьев С. А. (СПбГУТ) Постановка задачи исследования механизмов взаимодействия сегментов современных гетерогенных сетей радиодоступа при внедрении технологии Wi-Fi Offload…….. 58
Ешникова А. С. (СПбГУТ) Особенности измерения параметров сигнала КВ диапазона. 63
Кокин С. А. (СПбГУТ) Решение по применению пилот-сигнала в КВ радиосигнале с замираниями……. 68
Комляк М. И. (СПбГУТ) Сравнительный анализ сверхширокополосных приемников для использования в современных инфокоммуникационных решениях …….. 72
Коротин В. Е., Павлов Т. А. (СПбГУТ) Современные подходы к рефармингу в интересах 4-5 поколений мобильной связи и интернета вещей**……** 77
Кушнарева А. Э. (СПбГУТ) Цифровизация методов помехоустойчивости каналов радиодоступа…… 81
Лунёв В. К., Шулипа Д. А. (СПбГУТ) Безопасность в сетях 5G…… 85
Мамонтов Д. Е. (СПбГУТ) Технология Massive-MIMO в мобильных сетях 5G…… 90
Матвеева Е. А. (СПбГУТ) Исследование методов формирования диаграммы направленности…… 94
Мигров С. А. (СПбГУТ) Анализ помехоустойчивости и спектральной эффективности 5G/IMT-2020……. 97

Мошнина А. А. (СПбГУТ) Исследование технологий сетей Li-Fi…….. 101
Наследова Д. О. (СПбГУТ) Позиционирование мобильных устройств в сетях пятого поколения…….. 106

1.3 Проектирование и технология радиоэлектронных средств 110

Дроздов Е. А. (СПбГУТ) Интерактивное учебное пособие по выполнению самостоятельных работ в среде твердотельного моделирования компас-3Д……. 111
Кирик Д. И., Третьяков И. А. (СПбГУТ) Обеспечение тепловых режимов полупроводниковых устройств, работающих в условиях воздействия низких температур…….. 115
Манаков Е. А., Кирик Д. И. (СПбГУТ) Применение средств 3D-печати для проектирования антенн…….. 119
Раимжанов Т. Р. (СПбГУТ) Выбор способа учёта взаимных связей излучателей для построения математической модели ФАР используемой для решения задач синтеза ДН…… 122

1.4 Цифровое телерадиовещание 127

Вдовенков Е. А., Гузеева Е.Д. (СПбГУТ) Форматы разложения изображения сверхвысокой чёткостии их применение в панарамном видео……. 128
Ершов И. С. (СПбГУТ) Алгоритмы распознавания государственных регистрационных знаков дорожными видеокамерами……. 132
Захаров К. С., Туманова Е. И. (СПбГУТ) Разработка метода определения габаритов объекта в трёхмерном пространстве……... 136
Кращенко П. А. (СПбГУТ) Анализ регионального центра формирования мультиплекса цифрового эфирного сигнала стандарта DVB-T2……. 141
Крюков В. А. (ГБНОУ «СПБ ГДТЮ») Значение довузовского образования для формирования инженерного мышления и его влияние на качество подготовки выпускников технических вузов……. 145
Куликов С. П. (СПбГУТ) Исследование стабильности функционирования одночастотной сети от архитектуры трактов доставки сигналов цифрового телевидения…… 150
Мухин А. Г., Фёдоров С. Л. (СПбГУТ) Визуальная охрана объектов недвижимости с использованием дронов……. 153
Николаев Р. В. (СПбГУТ) Анализ процессов переключения активных приборов в модуляторах класса D цифровых передатчиков телерадиовещания стандарта DRM…… 157
Погонов В. С. (СПбГУТ) Принципы кодирования видеоинформации в стандарте H.266.. 162
Прохоров К. Ю., Рогозинский Г. Г. (СПбГУТ) Математические модели FM-синтеза звука…… 167
Рекичинский А. В. (СПбГУТ) Анализ транспортных потоков цифровых мультиплексов для задачи контроля и мониторинга оборудования цифрового эфирного телевизионного вещания…….. 171
Романова М. В, Фёдоров С. Л. (СПбГУТ) Анализ транспортного потока цифрового телевидения с помощью измерительного приемника Enensys Referee 2…… 175
Цветкова А. И. (СПбГУТ, АО «НИИ Телевидения», СПб) Особенности приема телевизионных программ на морском судне…….……. 180

1.5 Цифровая обработка сигналов 185

Айед Х. М. М. (СПбГУТ) Обзор элементной базы с низким и сверхнизким энергопотреблением для реализации вычисления непрерывного вейвлет-преобразования……. 186
Горбачева Л. С. (СПбГУТ) О применении вейвлет-нейронных сетей в цифровой обработке сигналов…… 191
Пуршель В. В. (СПбГУТ) О реализации искусственных нейронных сетей на программируемых логических интегральных схемах……. 195
Смирнов С. А. (СПбГУТ) Реализация алгоритмов сжатия видеоданных на процессоре ARM Cortex-A53…… 199
Толматов Д. А. (СПбГУТ) Двухъядерная микропроцессорная система с использованием ПЛИС…….. 202

2. ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ 207

2.1 Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии 207

Аптриева Е. А., Елагин В. С., Спиркина А. В. (СПбГУТ) Исследование внедрения технологии Blockchain в сеть SDN …….. 208
Афанасьева В. И., Морокина Г. С. (ГУАП, СПб) Технология проектирования управляющего модуля в TRACE MODE6 для приборов……. 213
Васюткин А. В., Власов Д. В., Савельева А. А., Швидкий А. А. (СПбГУТ) Оценка технологий обработки пакетов в пространстве пользователя…….. 218
Васюткин А. В., Власов Д. В., Швидкий А. А., Савельева А. А. (СПбГУТ) Исследование влияния широковещательного трафика на производительность программно-определяемой сети Open vSwitch……. 223
Горбунов Д. В. , Пантюхин О. И. (СПбГУТ) Аспекты разработки системы компьютерного тестирования студентов и специалистов…… 228

2.2 Интернет вещей и гетерогенные сети 233

Антоненко А. Д. (СПбГУТ) Разработка приложений по планированию беспроводной локальной сети Wi-Fi в общежитии СПбГУТ……. 234
Волков А. Н., Коваленко В. Н., Мухтанна А. С., Родакова А. О. (СПбГУТ) Структура многоуровневого кластерного взаимодействия летающего сегмента сети с сетью связи 2030……. 238
Ермоленко Д. В., Киличева К. Х. (СПбГУТ) Исследование надежности распределенной вычислительной системы для приложений Интернета вещей…….. 243

Задорожняя А. А., Реутова Д. О., Киричек Р.В. (СПбГУТ) Структура взаимодействия беспилотных автомобилей с сетевой инфраструктурой…… 248
Парфенова А. А., Киричек Р.В. (СПбГУТ) Модели и методы сбора, обработки и прогнозирования данных от носимых электроники для медицинских приложений…… 252
Петрова А. Ю., Сафронова Е. А., Слепцова Н. П., Парамонов А. И. (СПбГУТ) Моделирование трафика сети стандарта Lora WAN…….. 257
Подгорная К. А. (СПбГУТ) Исследование вопросов позиционирования узлов в беспроводных сетях с ячеистой топологией…….. 262
Склярова М. В., Киричек Р. В. (СПбГУТ) Подходы к разработке имитационных моделей с машинным обучением…… 267
Тимец К. А. (СПбГУТ) Моделирование трафика сети интернета вещей высокой плотности…… 271

2.3 Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях 276

Березин В. А., Резников Б. К., Полянский К.Н. (СПбГУТ) Компьютерное моделирование и исследование передатчика оптической системы связи…… 277
Bykov A. V., Potapov I.A., Shevchenko M.A., Andreeva E. I. (SPbSUT) Feature of Optical Soliton Sequence Propagation in High-Speed Fibre-Optics Transmission System……. 281
Былина М. С., Гультяева Л. А. (СПбГУТ) Мультиплексоры ROADM: применение и особенности построения…… 284
Бычков А. В. (СПбГУТ) Моделирование и исследование переменного оптического аттенюатора……. 289
Дудкин В. И., Морозов А. П. (СПбГУТ) Исследование генератора на основе динамического хаоса для применения в линиях связи…… 293
Ларина А. Г. (СПбПУ) Исследование особенностей дефектов оптических волокон на магистральной линии связи…….. 298
Маляров М. В. (СПбГУТ) Компьютерное моделирование и исследование оптического усилителя EDFA……..... 303
Мельник И. Р. (СПбГУТ) Исследование проблем реализации дистанционного питания по оптическому волокну……. 308
Пак В. О., Фролова А. С. (СПбГУТ) Моделирование и исследование оптического разветвителя 4x4 сплавной конструкции…….. 313
Поповский Н. И. (СПбГУТ) Волоконно-оптическая линия связи с кодовым разделением каналов……. 318
Рыбинцева И. Ю. (СПбГУТ) Разработка рекомендаций по применению оптических способов компенсации хроматической дисперсии…… 323
Трушкин В. Д. (СПбГУТ) Использование мультиплексоров спектрального уплотнения в системах связи……..... 328
Фраз А. В., Николаенко А. О. (СПбГУТ) Анализ лабораторной установки по исследованию потерь в изогнутых оптических волокнах……..…. 333
Хорошенкова Е. О. (СПбГУТ) Оптические изоляторы и циркуляторы: принцип работы, конструкции, применение……. 338

2.4 Безопасность компьютерных систем и сетей связи 343

Анисимов Д. Г. (СПбГУТ) Сценарий реализации угрозы повышения привилегий (BDU:2020-03099)…… 344
Ахметшина М. Э., Манкаев Р. М. (СПбГУТ) Аудит информационной безопасности организаций с применением сетевых анализаторов и тестов на проникновение…… 349
Березина Е. О. (СПбГУТ), Виткова Л. А. (СПИИ РАН, СПб) Разработка базы данных контрмер вредоносной информации…… 354
Букшин И. Д., Коржик В. И. (СПбГУТ) Разработка метода использования систем цифровых водяных знаков для защиты от атаки клонирования для бумажных сертификатов…. 359
Valieva K., Vitkova L. (СПбГУТ) Preparatory Processing of Information Objects in the Monitoring Systems of the Internet…… 364
Виткова Л. А. ,Смирнов Е. В. (СПбГУТ) Противодействие вредоносной информации в социальных сетях…… 368
Гришин Н. А., Косов Н. А., Мазепин П. С. (СПбГУТ) Актуальность методов борьбы с брутфорсом……... 373
Гурбатов Г. О., Паничев А. Д. (СПбГУТ) Основные средства безопасности Kubernetes… 376
Деревянко В.С. (СПбГУТ) Разработка методов выявления скрытых каналов в компьютерных сетях…… 381
Диордица В. Н. (СПбГУТ) Стеганографическое сокрытие данных в современных мессенджерах…… 386
Есалов К. Э., Северьянов В. Д., Перебейнос Ю. В. (СПбГУТ) Разработка приложения – локатора для отслеживания android устройств в фоновом режиме на производстве……. 391
Ильин М. В., Крылов А. В. (СПбГУТ) Оценка уязвимостей, позволяющих реализовать атаку «Человек посередине», на основе базовой оценки по шкале CVSS…… 396
Ковалев А. С., Хусамов Д. Б (СПбГУТ) Сложные проблемы идентификации макровирусов…… 401
Козлов Д. С. (СПбГУТ), Виткова Л. А.(СПбГУТ, СПб ФИЦ РАН) Обнаружение аномального поведения устройства IoT в сети на основе модели трафика…… 404
Коптелова В. А. (СПбГУТ), Зеличенок И. Ю., Виткова Л. А. (СПбГУТ, СПб ФИЦ РАН) Обзор видов автоматизированных программ (ботов) и механизмы противодействия им…….. 408
Коромыслов К. Е. (СПбГУТ) Исследование способов обнаружения метода сетевой стеганографии, основанного на преднамеренных задержках……... 413
Куликов И. А., Ахрамеева К. А. (СПбГУТ) Актуальность стеганографии в компьютерных играх…… 418
Липатова М. В. (СПбГУТ) Системы сертификации средств защиты информации…….. 422
Марданов Р. И. (СПбГУТ) Методика обнаружения фальсификации сигнала речи в биометрических системах аутентификации с использованием глубокой нейронной сети…….. 427
Орлов Д. А. (СПбГУТ) Анализ системы электронного голосования на основе схем разделения секрета…… 432
Стародубов Р. Д., Петрив Р. Б. (СПбГУТ) Актуальное состояние безопасности беспроводных сетей……... 437
Стародубова Д. Д., Стародубов Р. Д., Ушаков И. А. (СПбГУТ) Анализ методов машинного обучения для детектирования аномалий в сетевом трафике…… 441
Таргонская А. И. (СПбГУТ) Методика организации распределенной контролируемой разработки защищенного программного обеспечения…… 445
Темченко В. И. (СПбГУТ) Статистический анализ уязвимостей компьютеров и киберфизических устройств…… 449
Ушаков И. А., Федоров В. А. (СПбГУТ) Анализ релевантных решений оптимизации межсетевых экранов для их применения в корпоративных компьютерных сетях…….. 454

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ 459

3.1 Интеллектуальные коммуникационные технологии 459

Бабаева А. В., Литвинов В. Л. (СПбГУТ) Интеллектуализация системы выявления мошеннических схем в банковской сфере…….. 460
Бондаренко И. Б., Дедовский Д. Н. (СПбГУТ) Тестирование программного обеспечения…… 465
Бондаренко И. Б., Николаев К. С. (СПбГУТ) Проблемы прогнозирования отказов электронных средств при испытаниях на надежность……. 470
Власова В. А., Зикратов И. А. (СПбГУТ) Оценка влияния персонализации траектории обучения на успеваемость студентов ……. 475
Губин А. Н., Пасынкова В. А. (СПбГУТ) Системы искусственного зрения…… 479
Зикратов И. А., Морера Боррото М. А. (СПбГУТ) Анализ архитектуры инструментов тестирования программного обеспечения с искусственным интеллектом……. 484
Зикратов И. А., Юсупова А. А. (СПбГУТ) Анализ протоколов транспортной информационной сети VANET для управления беспилотными автомобилями…… 489
Иванова А. Э., Литвинов В. Л. (СПбГУТ) Интеллектуальный анализ данных в системах управления взаимоотношениями с клиентами…… 495
Калмык М. Г. (СПбГУТ) Влияние интеллектуальных систем на качество изучения иностранных языков…… 499
Литвинов В. Л., Раднаева И. Ю. (СПбГУТ) Влияние средств индивидуальной защиты в период пандемии COVID-19 на точность распознавания объектов на видеоизображения.. 504
Мошак Н. Н., Харитонов Г. Д. (СПбГУТ) Подходы к построению моделей ядра LTE…. 509
Мошкина Н. С., Смородин Г. Н. (СПбГУТ) Технологии оценки компетенций в системе высшего образования…… 515
Никифоров К. С. (СПбГУТ) Преимущества смешанного типа обучения с применением информационных систем и мультимедийных средств……. 518
Романов М. Г., Филиппов Ф. В. (СПбГУТ) Распознавание дефектов металлов с помощью нейронной сети……. 523
Соколов С. А., Филиппов Ф. В. (СПбГУТ) Применение нейросетей в процессах аттестации персонала…… 528
Стаськевич Л. С. (СПбГУТ) Структурный метод построения критерия эффективности радиоканала сети LTE…… 533
Филиппов Ф. В., Шигапов А. Р. (СПбГУТ) Применение нейронных сетей в автоматической генерации музыкальных композиций…… 539
Хабиров И. И., Козлова Л. П. (СПбГУТ) Система управления функционирования крупномасштабных сетевых инфраструктур…….. 534

3.2 Информационные технологии в дизайне 548

Аникиева А. В., Гунина Е. В. (СПбГУТ) Особенности создания виртуальных туров на основе 3D панорам……. 549
Архипова М. М. (СПбГУТ) Исследование способов освещения в среде разработки Unity……. 554
Булдаков А. В. (СПбГУТ) Метод геометрического проектирования шестиугольных карт в пошаговых стратегиях…… 560
Владыкин М. В. (СПбГУТ) Проблемы используемой системы учета посещаемости занятий студентами…… 564

Волошинов Д. В., Глотова Е. В. (СПбГУТ) Методика создания интерактивных элементов для повышения юзабилити сайта…….. 568
Гончаренко Е. И. (СПбГУТ) Обучение K-POP хореографии с помощью AR……. 572
Гордейко А. В. (СПбГУТ) Влияние интерфейса мультимедийных составляющих образовательных ресурсов на качество обучения детей……... 577
Гороховец А. В. (СПбГУТ) Методы оценки эффективности территориального бренда за рубежом и в России……... 582
Гороховец А. В., Мусаева Т. В. (СПбГУТ) Значимость и проблемы территориального брендинга в России…… 587
Горшенина А. Н. (СПбГУТ) Анализ цифровых изданий…… 593
Гутман А. Р. (СПбГУТ) Анализ интерактивных интернет-платформ для обучения дисциплинам инженерно-технической направленности школьников среднего и старшего возраста……... 597
Давыдкин В. В. (СПбГУТ) Исследование и разработка экспертной системы на основе шкалы Альворадо…….. 601
Друзенко В. В. (СПбГУТ) Методика формирования доступных веб-ресурсов для различных категорий пользователей…… 606
Иванова С. В. (СПбГУТ) Оптические иллюзии в рекламе……. 610
Козлов А. В., Мусаева Т. В. (СПбГУТ) Технологии умного дома для адаптации людей пожилого возраста……. 615
Колосков Н. А. (СПбГУТ) Обзор существующих технологий в интерфейсах дополненной реальности…….. 619
Кольцов П. О., Мусаева Т. В. (СПбГУТ) Использование интерактивных возможностей сервиса Musixmatch в изучении иностранного языка…… 623
Коргов А. М., Шиян А. А. (СПбГУТ) Анализ автоматизированных информационных систем поиска и сбора данных на основе парсинга интернет-ресурсов……. 628
Косов П. В., Пинхасова Ю. В., Федорова А. В. (СПбГУТ) Особенности образовательного процесса в магистратуре и аспирантуре при применении дистанционных образовательных технологий…….. 632
Кравченко А. М. (СПбГУТ) Образовательный процесс в условиях применения средств дополненной реальности…….. 638
Махортов С. В., Федорова А. В. (СПбГУТ) К вопросу о брендинге банковских организаций…… 642
Миронов Н. С. (СПбГУТ) Создание субтрактивного метода вокселизации полигональных моделей…… 645
Пак Е. С., Рогозинский Г. Г. (СПбГУТ) Применение CSound для моделирования FM-синтезатора Yamaha TX-81Z и разработки пользовательского интерфейса…… 649
Платонова М. Н. (СПбГУТ) Методы тестирования пользовательского интерфейса программного продукта…….. 654
Платонова М. Н. (СПбГУТ) Сравнительный анализ систем динамической геометрии… 659
Погадаева О. П. (СПбГУТ) Seo и дизайн: особенности продвижения через оформление.. 664
Поленичкина Е. Д. (СПбГУТ) Современные принципы использования анимации в разработке интерфейсов…..…..…… 669
Пузанов И. С. (СПбГУТ) Исследование способа взаимодействия пользователя с устройством на примере проектирования гибкого интерфейса…….. 673
Рогозинский Г. Г., Кузьмина Д. Д. (СПбГУТ) Модели управления системами синтеза звука…… 677
Рождественский Д. Б. (СПбГУТ) Анализ музыкальных приложений для обучения игры на различных инструментах…….. 682
Свиридов А. С., Рогозинский Г. Г. (СПбГУТ) Исследование фреймоврка Qt для задач проектирования интерфейсов звуковых синтезаторов…… 686

Сергиенко С. С. (СПбГУТ) Проблемы восприятия современных интерфейсов различными категориями пользователей…… 690
Скоробогатов К. Д., Громов В. В.. (СПбГУТ) Выбор базовых компонентов программного интерфейса для хранения и обмена электронных кафедральных научных материалов…… 695
Трунтягин И. М. (СПбГУТ) Геймификация в обучении: разработка модели обучения на основе идеологии dota…….. 700
Украинец Ю. О. (СПбГУТ) Особенности в организации клиент-серверного взаимодействия для лиц, имеющих ограниченные возможности…….. 705
Ушанов И. М. (СПбГУТ) Исследование внедрения интерактивного пользовательского взаимодействия виртуальной реальности в образовательный процесс…… 710
Черномырдин В. В. (СПбГУТ) Анализ методологий разработки IT-проектов и разработка agile-концепции для начинающей команды разработчиков программных средств…. 715
Черномырдин В. В. (СПбГУТ) Анализ платформ обратной связи между гражданами и органами власти в рамках национального проекта «Цифровая экономика»……. 720
Шишов Е. А. (СПбГУТ) Особенности развития motion-дизайна и технические особенности анимационной графики……. 724

3.3 Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления 729

Баев В. Д. (СПбГУТ) Разработка системы контроля состояния персонала…… 730
Ваганов А.В., Серегин С. С. (СПбГУТ) Проектирование современной СЭП для АСУ… 734
Давлетшина Э. Р. (СПбГУТ) Объектная модель электронного портфолио участника для единой киберсреды постиндустриального общества…….. 739
Дёшин В.А. (СПбГУТ) Анализ и развитие системы «Умный Дом»…… 744
Иванов А. С., Ваганов А.В. (СПбГУТ) Особенности построения современной системы предварительной обработки сигналов……... 749
Карелкин Н. М., Волынкин П. А. (СПбГУТ) Исследование методов формирования частотных портретов для мультимедийного контента…… 755
Купцов А. В. (СПбГУТ) Исследование и разработка моделей интерактивной визуализации функционирования генетических алгоритмов…… 761
Кучеревский К. В., Адуевский А. М., Савин М. Ю., Соловьёв Д. В. (СПбГУТ) Искусственные нейронные сети в вопросах обнаружения низкоинтенсивных атак на отказ в обслуживании на информационную систему……..…. 766
Мартынов Д. И., Рогачев В. Н. (СПбГУТ) Математическая модель функции передачи изображения в водной среде…… 771
Новожилов И. М, Романов В. М. (СПбГУТ) Обзор системы управления учетными данными «GIGYA»……..…… 777
Попова М. Н. (СПбГУТ) Объектная модель предметной области для системы непрерывного мониторинга уровня освоения учебного материала учащимися…….. 780
Савин М. Ю., Кучеревский К. В., Адуевский А. М., Соловьёв Д. В. (СПбГУТ) Решение оптимизационных задач САПР с помощью технологий искусственных нейронных сетей…….. 785
Фёдоров Н. С. (СПбГУТ) Унифицированная архитектура системы управления беспилотным подводным аппаратом…… 791
Хвостов М. А. (СПбГУТ) Методы и алгоритмы построения и оптимизации маршрута движения с достаточной точностью……. 795
Шабанов А. П. (СПбГУТ) Исследование проблемы формирования цифровой экосистемы высшего образования…….. 799

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СИСТЕМ СВЯЗИ 802

4.1 Микроволновая техника: материалы, компоненты, устройства 802

Бочаров Е. И., Подольская М. О., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Синтез усилителя СВЧ с использованием схем деления мощности……. 803
Ващенко С. Д., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Исследование щелевой спиральной структуры в СВЧ диапазоне…… 806
Зориков А. С., Никитин Ю. А. (СПбГУТ) Моделирование пассивного цифрового синтезатора частот наносекундного диапазона…… 810
Каткова Т. О., Седышев Э. Ю., Соковых Р. И. (СПбГУТ) Эквивалентная схема планарного кольцевого эллиптического резонатора…… 815
Ланда А. Э., Ларьков Е. Ю. (СПбГУТ) Исследование подавления искажений двойной обратной связью……... 819
Ланда А. Э., Мугу Л. Р. (СПбГУТ) Перестраиваемое частотно-разделительное устройство СВЧ на подложке из феррошпинели…… 823
Никитин Ю. А., Цыганков Г. А. (СПбГУТ) Моделирование импульсно-фазовых детекторов различных типов…….. 826
Рожков А. М., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Конформный излучатель СВЧ в виде логарифмической спирали с экраном……. 832
Синичкин А. А., Никитин Ю. А. (СПбГУТ) Схемотехническое моделирование управляемого устройства задержки наносекундного диапазона…… 836
Цыганков Г. А., Никитин Ю. А. (СПбГУТ) Моделирование кольца ИФАП с нелинейностями……. 840

5. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС 845

5.1 Цифровая трансформация, инновации, бизнес 845

Александров М. А., Макаров В. В. (СПбГУТ) Цифровая экономика и цифровая трансформация в бизнесе……. 846
Дегтярева А. В. (СПбГУТ) Использование технологий Big Data для минимизации оттока клиентов оператора сотовой связи……. 852
Елагин В. С., Пинковская С. В. (СПбГУТ) Проблемы внедрения информационных систем бизнес-аналитики в компаниях……..... 856
Золотухин К. В., Скорнякова Е. А. (ГУАП, СПб) Совершенствование процесса обмена данными о поверке си в рамках цифровой трансформации метрологии…….. 861
Кузнецов Ю. С. (СПбГУТ) Цифровая трансформация бизнеса в период пандемии…….. 866
Морозов Д. П. (СПбГУТ) Автоматизация процессов управления информационными ресурсами структурного подразделения вуза…… 869
Морокина Г. С. (ГУАП, СПб) Опыт преподавания с помощью информационно-образовательных технологий……..... 874
Никанова Т. Ю., Смирнова Е. А. (ЧГУ, г. Череповец) Цифровая культура, как способ формирования профессиональной мобильности……... 878
Соколенко А. А. (СПбГУТ) Цифровая трансформация в охранном бизнесе……... 883

6. ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА 886

6.1 Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе 886

Важенин В. В. (СПбГУТ) Видеоигры и цензура в них……. 887
Долгополова К. А. (СПбГУТ) Цели и способы продвижения бизнеса в социальных сетях. 890
Кобелев Е. В. (СПбГУТ) Специфика организации концертов в период ограничений, связанных с пандемией COVID-19…….. 895
Нискевич С. А. (СПбГУТ) Участие селебрити в PR-кампаниях различных брендов…….. 901

6.2 Вопросы регионоведения в цифровую эпоху 904

Калиманова П. С. (СПбГУТ) Информатизация музеев современной Европы: особенности и тенденции…….. 905
Львова О. Л. (СПбГУТ) Порядок выдвижения кандидатов в президенты (на примере кампании 2020 г.)……... 909
Осипова К. А., Яковлев О.А. (СПбГУТ) Механизм президентских выборов США…….... 914
Руденко Е. А. (СПбГУТ) Политический портрет президента США 2016 - 2020…….. 919
Сиаппони Я. М., (СПбГУТ) Парадоксы президентских выборов в США..... 923
Скалацкий В. Ю. (СПбГУТ) Эпоха массовых протестов: понимание растущей глобальной тенденции…… 926
Хоменко Е. В. (СПбГУТ) Проблемы и перспективы межбиблиотечного абонемента как явления в современной Европе…… 931
Южаков М. В. (СПбГУТ) Феномен «золотого века радио» в истории Австралии……. 936

6.3 Экология формирования информационного пространства 940

Перевышко А. С. (СПбГУТ) Проблемы формирования и функционирования рекреационных зон в г. Кудрово…….. 941
Федоров А. Д. (СПбГУТ) Использование атомно-эмиссионной спектрометрии для определения металлов в растворах, образующихся при переработке электронных отходов…… 946
Федоров Ю. Д. (СПбГУТ) Радиологический контроль как часть экологического мониторинга на примере объекта в Ленинградской области…… 951
Широков М. В. (СПбГУТ) Нормирование электромагнитных полей в России и за рубежом…….. 955

A N N O T A T I O N S

Radio Technologies of Communication
Radio Systems and Antennas……..…….…….... 959
Radio Communication and Radio Access……..……... 960
Design and Technology of Radio Electronic Means……..... 962
Digital TV and Radio Broadcasting……..…… 963
Digital Signal Processing……..……. 965

Infocommunication Networks and Systems
Multiservice Telecommunication Systems and Technologies…….. 967
Internet of Things and Heterogeneous Networks……..…….... 968
Optoelectronic Technologies (Photonics) in Infocommunications……..……. 969
Security of Computer Systems and Communication Networks…… 972

Information Systems and Technologies
Intelligent Communication Technologies……..... 978
Information Technology in Design…… 981
Intelligent technologies in Automation and Digital Control Systems…..……..…… 987

Theoretical Foundations of Radio Electronics and Communication Systems
Microwave Technology: Materials, Components, Devices……...…..... 991

Digital Transformation, Innovation, Business
Digital Transformation, Innovation, Business……..... 993

Humanitarian and Environmental Problems of Information Space

Advertising and Public Relations in a Digital Society…….……..... 995
Regional Studies in the Digital Age……..... 995
Ecology of Information Space Formation……..... 997

Сведения об авторах ……...……. 998

Анонс публикации……. 1025

1. РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

Секция 1.1.
Радиотехнические системы и антенны

УДК 621.396.67.012.12
ГРНТИ 47.45.29

СИНТЕЗ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ МЕТОДОМ ГРАДИЕНТНОГО АЛГОРИТМА АДОПТАЦИИ УИДРОУ

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

Рассмотрен прикладной вопрос использования адаптивных антенных систем для повышения качества приёма сигналов в многолучевых каналах связи. Предложенный подход обеспечивает адаптивное формирование оптимальной диаграммы направленности с помощью адаптивного алгоритма минимума среднеквадратической ошибки Уидроу.

активная фазированная антенная решётка, диаграмма направленности, адаптивный алгоритм минимума среднеквадратической ошибки Уидроу.

Адаптивная обработка сигналов позволяет улучшить характеристики радиоэлектронных систем, в условиях динамично изменяющейся электромагнитной обстановки, такие как требуемый уровень помехоустойчивости, пропускная способность системы, качество функционирования и другие. Особенностью адаптивной обработки сигналов является возможность управления диаграммой направленности (ДН) антенной решётки с целью ослабления воздействия. Управление ДН антенны осуществляется изменением амплитудно-фазового распределения (АФР) поля на элементах антенной решётки (АР).

Практически параметры сигнальной помеховой обстановки априорно неизвестны и поэтому в алгоритмах компенсации помех, необходимо использовать оценки вектора весовых коэффициентов. Для этой цели, в частности используются алгоритмы адаптации. В данной работе рассмотрен градиентный метод адаптации Уидроу.

Обозначим вектор входного воздействия X_k и вектор весовых коэффициентов W_k в виде:

$$X_k = (x_{0k}, x_{1k}, ..., x_{nk})^{\mathrm{T}}, \quad W_k = (w_{0k}, w_{1k}, ..., w_{nk})^{\mathrm{T}}. \tag{1}$$

Сигнал на выходе фильтра равен скалярному произведению:

$$y_k = W_k^T X_k. \tag{2}$$

Сигнал ошибки определяется как разность между желаемым откликом d_k системы и реальным откликом y_k. Тогда выражение для среднего квадрата ошибки (СКО) в функции весовых коэффициентов равняется:

$$e_k^2 = d_k^2 - 2d_k X_k^{\mathrm{T}} W_k + W^{\mathrm{T}} X_k X_k^{\mathrm{T}} W. \tag{3}$$

После усреднения находим:

$$E\left[e_k^2\right] = E\left[d_k^2\right] - 2E\left[d_k X_k^{\mathrm{T}}\right]W_k + W^{\mathrm{T}} E\left[X_k X_k^{\mathrm{T}}\right]W.$$

Зная, что вектор взаимной корреляции между желаемым откликом и вектором входа равен $R_{dX} = E\left[d_k X_k\right]$, а корреляционная матрица воздействия равняется $R_{XX} = E\left[X_k X_k^T\right]$, тогда выражение для СКО преобразуется к виду:

$$E\left[e_k^2\right] = E\left[d_k^2\right] - 2W^{\mathrm{T}} R_{dX} + W^{\mathrm{T}} R_{XX} W. \quad (4)$$

В алгоритме Уидроу минимума СКО приближённо реализуется метод наискорейшего спуска. Весовой вектор можно представить в рекуррентной форме:

$$W_{k+1} = W_k + \Delta W_k = W_k + \gamma \nabla\left(E\left[e_k^2\right]\right),\ k \geq 0\,, \quad (5)$$

где ΔW_k – коррекция, вносимая в координаты вектора W_k в момент k с целью получения вектора W_{k+1} в следующий момент времени; $\gamma > 0$ – число, равное длине шага в направлении вектора-градиента.

Вычислив градиент, получим следующее выражение:

$$\nabla\left(E\left[e_k^2\right]\right) = E\left[\nabla e_k^2\right] = 2E\left[e_k \nabla e_k\right] = 2E\left[e_k X_k\right],$$

$$E\left[e_k X_k\right] = E\left[d_k X_k\right] + E\left[W_k^{\mathrm{T}} X_k X_k\right] = R_{dX} - R_{XX} W_k\,.$$

В результате приходим к рекуррентному соотношению:

$$W_{k+1} = W_k + \mu E\left[e_k X_k\right] = W_k + \mu\left(R_{dX} - R_{XX} W_k\right),\ \mu = 2\gamma. \quad (6)$$

Вернувшись к алгоритму адаптации Уидроу, заметим, что в нём происходит приближённая, но в то же время достаточно эффективная оценка мгновенных значений градиента. Приближение состоит в том, что квадрат одиночной выборки ошибки принимается за оценочное значение среднего квадрата ошибки. Это эквивалентно замене точного значения градиента на приближённое его значение. Таким образом, можно получить алгоритм адаптации в виде:

$$W_{k+1} = W_k + \mu e_k X_k = W_k + \mu\left(d_k - W_k^T X_k\right)X_k\,. \quad (7)$$

Преимуществом данного алгоритма адаптации является его простота реализации.

В данной статье рассмотрено применение классического алгоритма адаптации Уидроу (7) и алгоритма адаптации с оценкой вычисляемой ошибки (6) для линейной АР и сектора кольцевой АР (дуга 120°), каждая из которых состоит из 16 элементов.

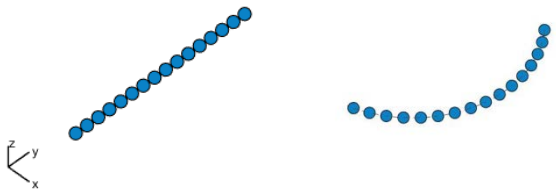


Рис. 1 – Геометрия линейной АР и сектора кольцевой АР

За счётное количество итераций алгоритм сходится с минимально возможной ошибкой реального отклика системы, не превышающей некоторый порог.

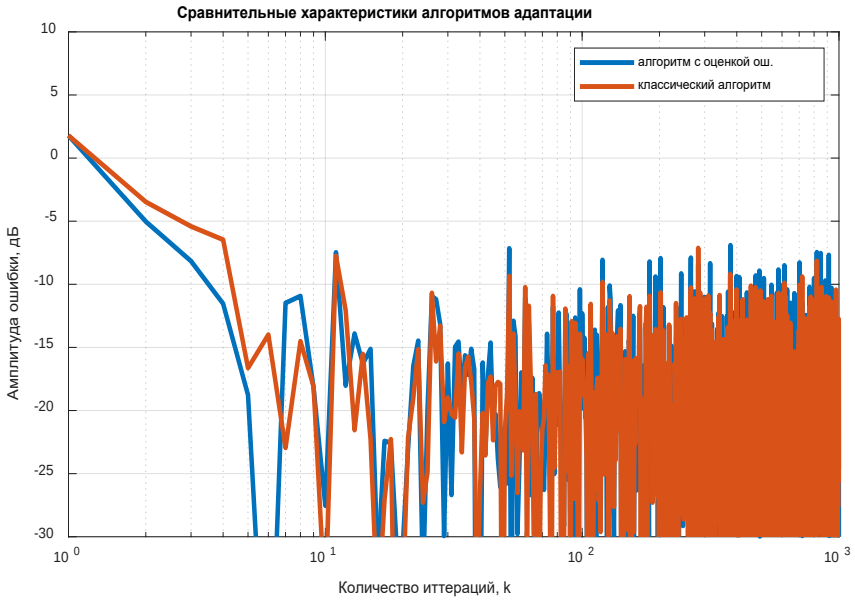


Рис. 2 – Сравнительные характеристики алгоритмов адаптации

Устойчивость системы определяется устойчивостью к изменению начальных условий алгоритма. Результаты устойчивости алгоритмов к изменению шага сходимости алгоритма μ приведены на рис. 3. Большей устойчивостью обладает классический алгоритм адаптации. Сектор кольцевой АР по сравнению с линейной АР имеет меньшую устойчивость к изменению шага сходимости.

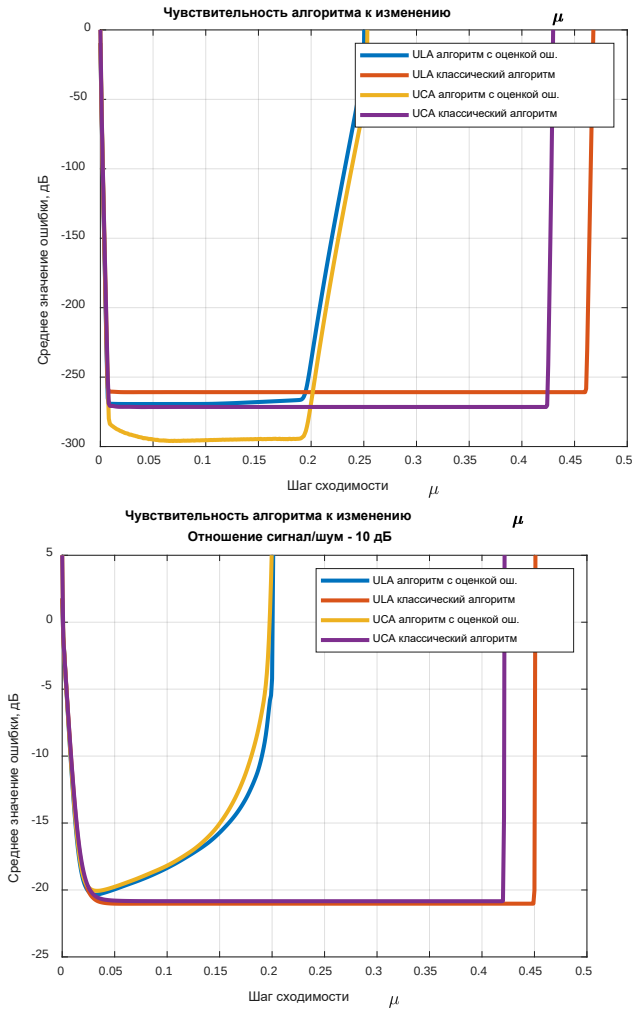
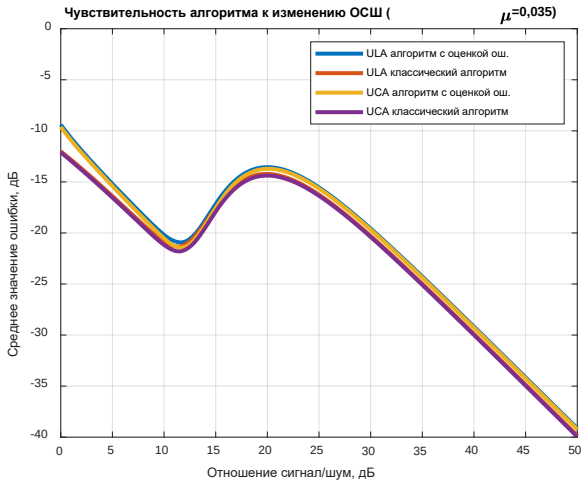


Рис. 3 – Чувствительность алгоритмов к изменению шага для линейной АР и сектора кольцевой АР в отсутствии шума и при его наличии (сигнал/шум – 10дБ)

На рис. 4 представлены результаты чувствительности алгоритмов к изменению отношения сигнал/шум при заданном шаге сходимости алгоритма μ (исходя из минимума среднего значения ошибки).



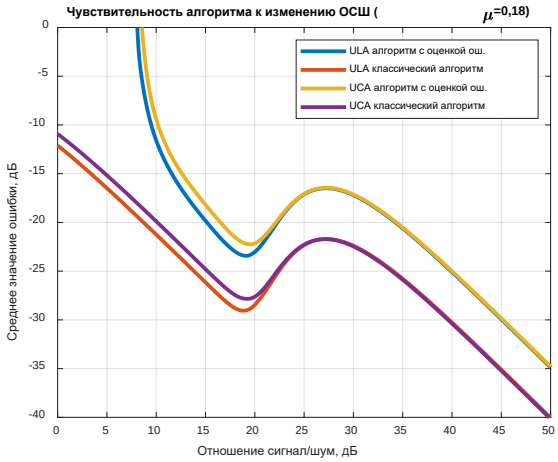


Рис. 4 – Чувствительность алгоритмов к изменению отношения сигнал/шум при заданном шаге сходимости μ

На рис. 4 видно, с увеличением шага сходимости, увеличивается чувствительность алгоритма с оценкой ошибки к изменению отношения сигнал/шум (ОСШ). Поскольку зависимость среднего значения ошибки от ОСШ имеет локальный минимум и максимум, целесообразно уменьшать шаг сходимости для алгоритма с оценкой ошибки при уменьшении ОСШ.

На основании полученных данных получим весовые коэффициенты для АР при μ = 0,35 и ОСШ – 10 дБ и построим ДН с учётом полученных коэффициентов.

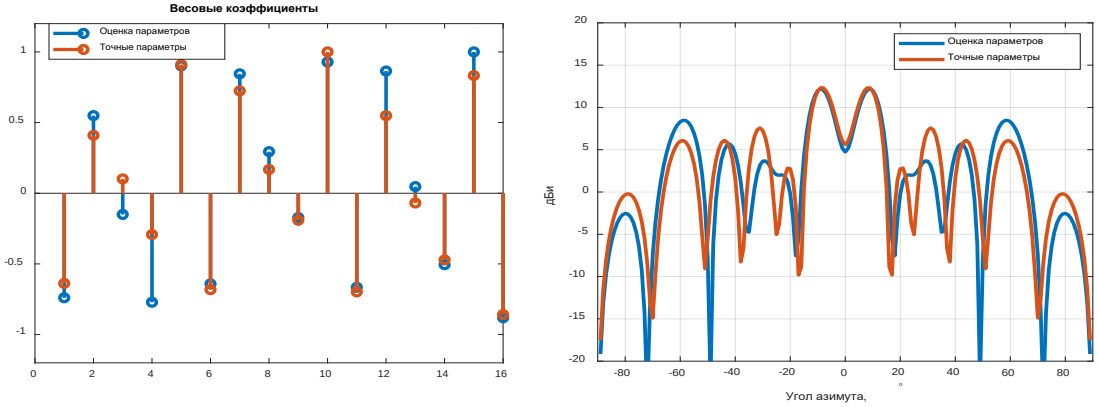


Рис. 5 – Амплитуда весовых коэффициентов и ДН для линейной АР

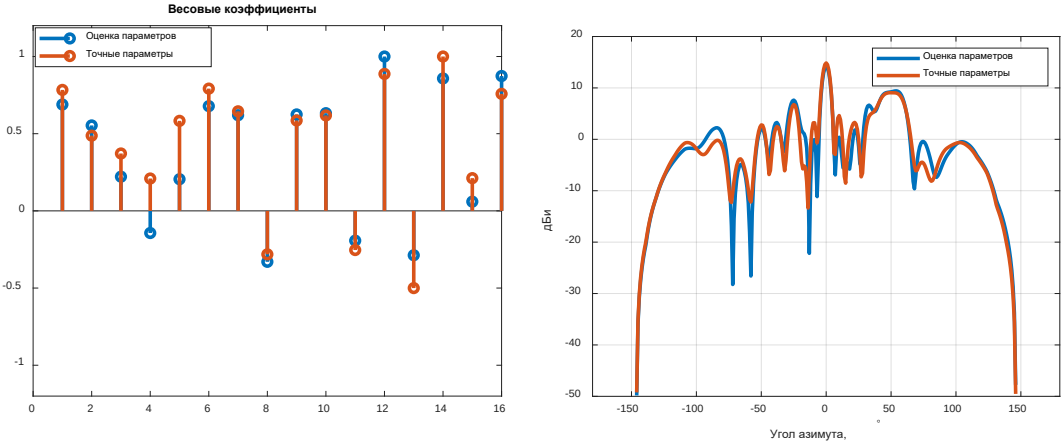


Рис. 6 – Амплитуда весовых коэффициентов и ДН для сектора кольцевой АР

При правильно подобранном шаге сходимости алгоритм с оценкой ошибки не уступает классическому алгоритму Уидроу по уровню средней ошибки, при этом данный алгоритм прост в реализации, что даёт преимущество перед классическим алгоритмом Уидроу.

Список используемых источников

1. Шахтарин Б. и др. Нелинейная оптимальная фильтрация в примерах и задачах. – 2008. – 221 с.
2. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию/ Пер. с англ. Под ред. В.А. Лексаченко. – М.: Радио и связь, 1986. – 446 с.
3. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.
4. Уидроу Б. и др. Адаптивные антенные системы. – ТИИЭР, 1967, т.55, №12. – С. 78-95.
5. Mohan K. N., Zinka S. R., Kannadassan D. Design and analysis of Linear, Planar and Circular Array Using ARRAY TOOL.

УДК 621.396.677.3
ГРНТИ 47.49.31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА РОЯ ЧАСТИЦ ПРИ РАСЧЁТЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ

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

В статье исследуется использование алгоритма роя частиц при расчёте диаграммы направленности фазированной антенной решётки. Для построения диаграммы направленности производится синтез амплитудных и фазовых распределений при помощи программы Matlab.

В связи с увеличением требований к работе фазированной антенной решётки, включающей в себя формирование луча любой формы, уменьшение нежелательного излучения, т.е. снижение уровня боковых лепестков, требуется синтез ДН специальной формы, имеющих сложное амплитудно-фазовое распределение. Этого можно достичь, используя современные алгоритмы синтеза ДН для создания оптимальной ФАР.

Алгоритм роя частиц разделяет способность генетического алгоритма обрабатывать произвольные нелинейные функции затрат, но с гораздо более простой реализацией.

Для данной работы был выбран метод оптимизации «рой частиц». Алгоритм метода благодаря своей простоте и скорости считается очень перспективным для задач планирования.

Целевая функция: минимум суммы амплитуд за пределами границ

Рис. 1 Целевая функция алгоритма

Алгоритм:

1. Вычисляется значение оптимизируемой функции в текущей точке. Если значение функции *f(x,y)*больше персонального лучшего значения частицы, то оно заменяется. Затем проверяется глобальное значение функции, если оно меньше чем *f(x,y),* то заменяется его глобальное значение функции *f(x,y).* Также в памяти хранятся координаты

глобального значения функции и у персональные координаты каждой частицы.

2. Меняется скорость и направление движения частиц. Следует отметить, что каждая частица стремится к двум точкам: к персональному и глобальному значению функции. Это отображается в уравнении:

$$\upsilon_n^{i+1} = \upsilon_n^{i} + c_1 \cdot R \cdot (p_n - x_n) + c_2 \cdot R \cdot (g_n - x_n)$$

Где υ_n^{i+1}- скорость частицы в плоскости n на итерации $i+1$складывается из следующих величин:

υ_n^{i} - скорость частицы в n-той плоскости на шаге i;

c_1 и c_2–две положительные константы, которые отображают силу влияния персонального лучшего значения и главного значения функции;

R – случайное значение в интервале [-1;1]. При выборе значения из этого интервала частица будет направляться абсолютно хаотично, также стоит отметить, что значения для персонального и глобального значения берутся разные.

p_n – координата

g_n – координата

x_n– текущая координата в плоскости n

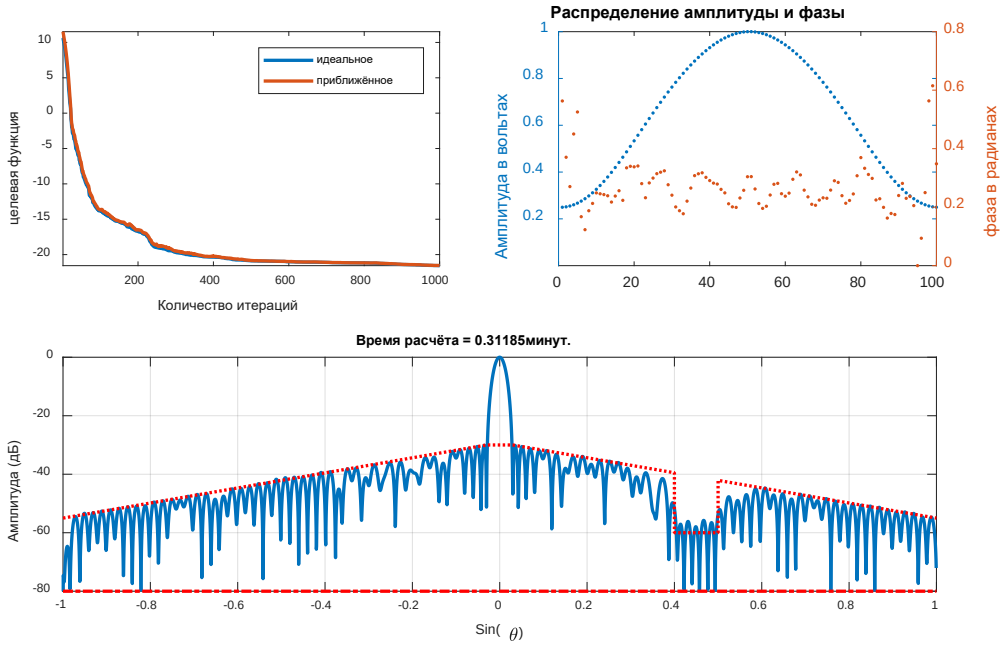


Рис. 2 Фазовая оптимизация алгоритма роя частиц

В случаях, когда требуется высокая точность подавления помехи и низкий уровень «нуля» диаграммы направленности, при заданной ширине главного лепестка, применяют комплексный метод оптимизации, а именно по амплитуде и фазе одновременно.

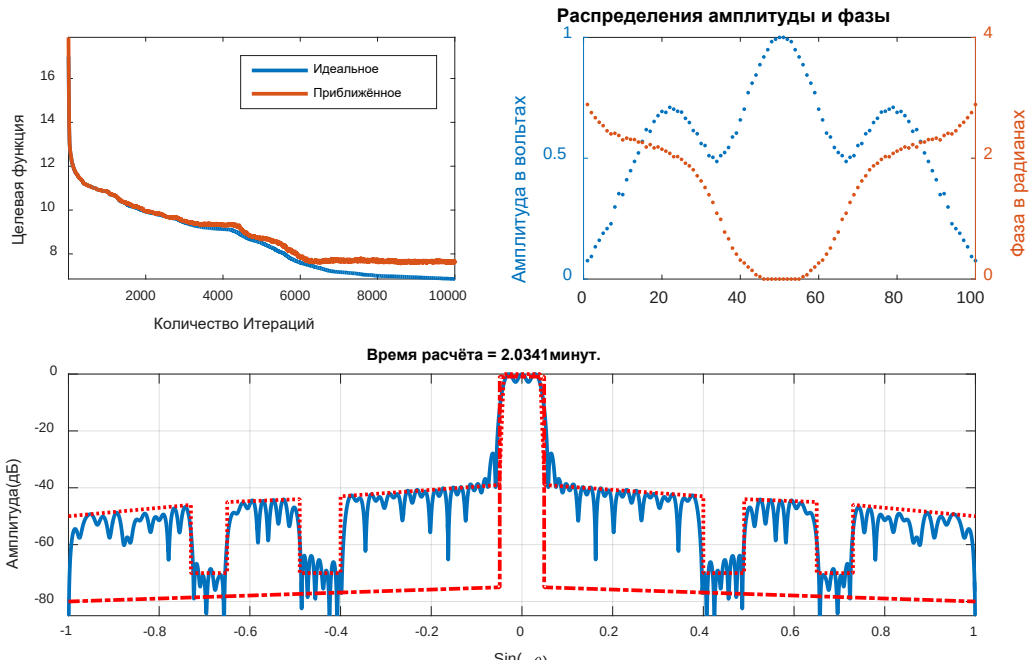


Рис. 3 Комплексный метод оптимизации алгоритма роя частиц

Чтобы минимизировать отражение излучения от земной поверхности требуется синтез косекансной диаграммы направленности, которая не имеет явных областей провалов и обеспечивает мощное излучение по центральному направлению.

Пример построения косекансной диаграммы направленности из фазированной антенной решётки с 32 элементами:

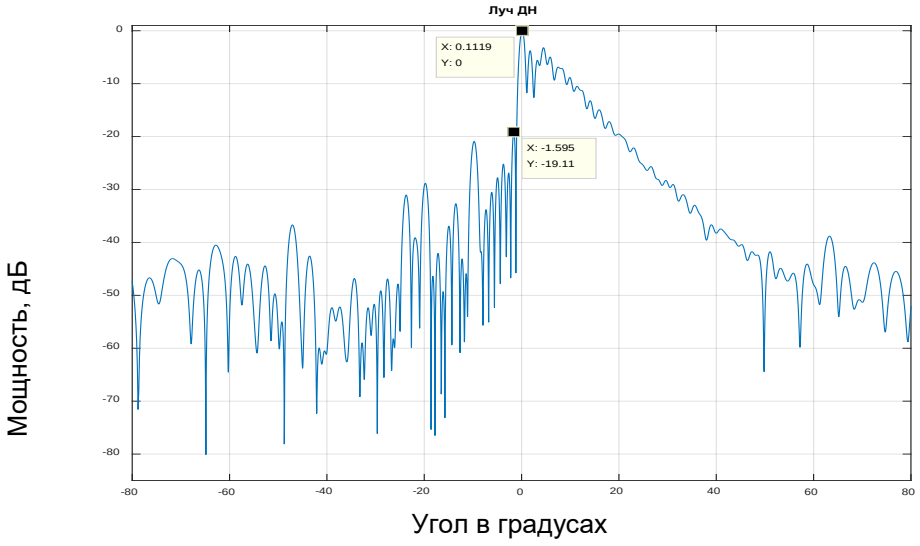


Рис. 4 Косекансная диаграмма направленности, полученная алгоритмом роя частиц

Боковой лепесток, расположенный в отрицательной части, находится на уровне -19,11 дБ, это означает, что его влияние будет незначительным по отношению к основному лепестку, тем самым исчезают интерференционные минимумы.

Список используемых источников

1. Кубанов В.П. Направленные свойства антенных решеток. — Самара: ПГУТИ, 2015. – С. 20-56.

2. Лайко К.А., Филимонова Ю.О., Урванцева Е.О. «Оптимизация коэффициента использования поверхности раскрыва Дольф-Чебышевских антенных решеток» Новосибирский государственный технический университет – 2017, – С. 548-553

3. R. Eberhart and J. Kennedy, “A new optimizer using particle swarm theory,” in Proc. 6th Int. Symp. Micro Machine and Human Science (MHS ’95), 1995, – С. 39–43.

4. J. Kennedy, “The behavior of particles,” in Proc. 7th Annu. Conf. Evol. Program. (EP-98), vol. 1447, Lecture Notes in Computer Science, Март. 1998, С. – 581–589.

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

РАЗРАБОТКА ВИБРАТОРНО-ШТЫРЕВОЙ ПЕЛЕНГАТОРНОЙ ПРИЕМНОЙ АНТЕННЫ ДЕКАМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

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

В данной статье рассматривается разработка приемной антенны при помощи специализированного программного обеспечения MMANA-GAL.

приемная антенна, разработка антенн, программное обеспечение MMANA-GAL.

Разрабатываемая антенна предназначена для использования в качестве пассивного приемного пеленгаторного антенного элемента.

Изделие включает в себя:
- штыревой излучатель;
- трубчатое металлическое основание с изолятором и диэлектрической опорой;
- треногу для установки изделия на местности, совмещенную с основанием;
- шесть лучей противовеса;
- три оттяжки, выполненные из диэлектрического шнура.

Параметры:
Высота 8,75 м;
Диапазон рабочих частот 1,5 – 30 МГц;
Входной импенданс 50 Ом;
Масса не более 15 кг.

Изделие представляет собой четырехзвенный штыревой излучатель, установленный на трубчатом металлическом основании. Звенья излучателя выполнены из конических углепластиковых трубок. Во внутренней полости каждого звена по его оси расположен проводник, имеющий гальванический контакт с внутренней поверхностью углепластиковой трубки. В нижней части второго сверху звена излучателя, последовательно с проводником, включена согласующая RL-цепь.

Звенья соединяются между собой и с основанием с помощью быстроразъемных байонетных соединителей.

В нижней части основания изделия установлен стеклопластиковый изолятор с верхним и нижним металлическими фланцами. К нижнему фланцу изолятора присоединены шесть лучей противовеса изделия, длиной по 8 м каждый.

Во внутреннюю полость изолятора изделия встроено согласующее устройство, предназначенное для повышения эффективности приема в рабочем диапазоне частот. Согласующее устройство обеспечивает защиту изделия от выхода из строя при воздействии на него электростатического напряжения и внешнего электромагнитного поля, возникающего при воздействии передатчиков помех, а также при разрядах молнии.

В нижней части основания (под изолятором) установлена диэлектрическая опора, снабженная металлической площадкой – подпятником. С основанием изделия совмещена тренога, ноги которой имеют регулируемую длину. Изделие, при его развертывании, устанавливается подпятником на поверхность земли. Устойчивость изделия обеспечивается путем установки на грунт развернутых ног треноги, а также за счет использования трех оттяжек, выполненных из диэлектрического материала. Ноги треноги и нижние концы оттяжек закрепляются на грунте с помощью анкерных кольев.

За счет регулировки длины ног треноги обеспечивается вертикальное выравнивание изделия с отклонением его от вертикали не более, чем на 5-10 градусов. Контроль правильности установки осуществляется визуально, с помощью встроенного в основание изделия пузырькового уровня.

Изделие предназначено для использования в составе антенно-фидерных трактов с волновым сопротивлением 50 Ом.

Изделие нормально работает при воздействии воздушного потока со средней скоростью до 30 м/с и максимальной скоростью до 50 м/с.

Изделие выдерживает действие дезактивирующих веществ при проведении работ по дегазации и дезактивации с сохранением работоспособности после проведения этих работ.

В изделии путем выбора материалов и конструкции обеспечивается защита от плесневых грибов и биологических вредителей.

Изделие выдерживает воздействие песка и пыли с сохранением работоспособности.

Такие параметры как диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, были рассчитаны в специализированной программе MMANA-GAL.

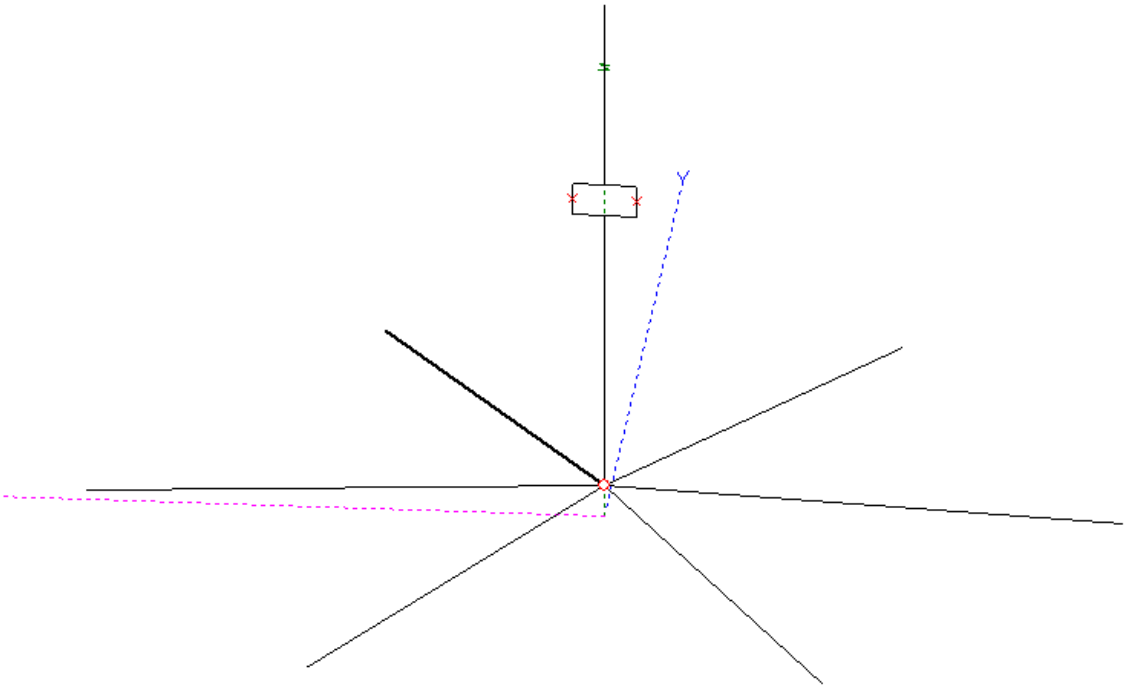


Рис. 1. Макет антенны в программе MMANA-GAL

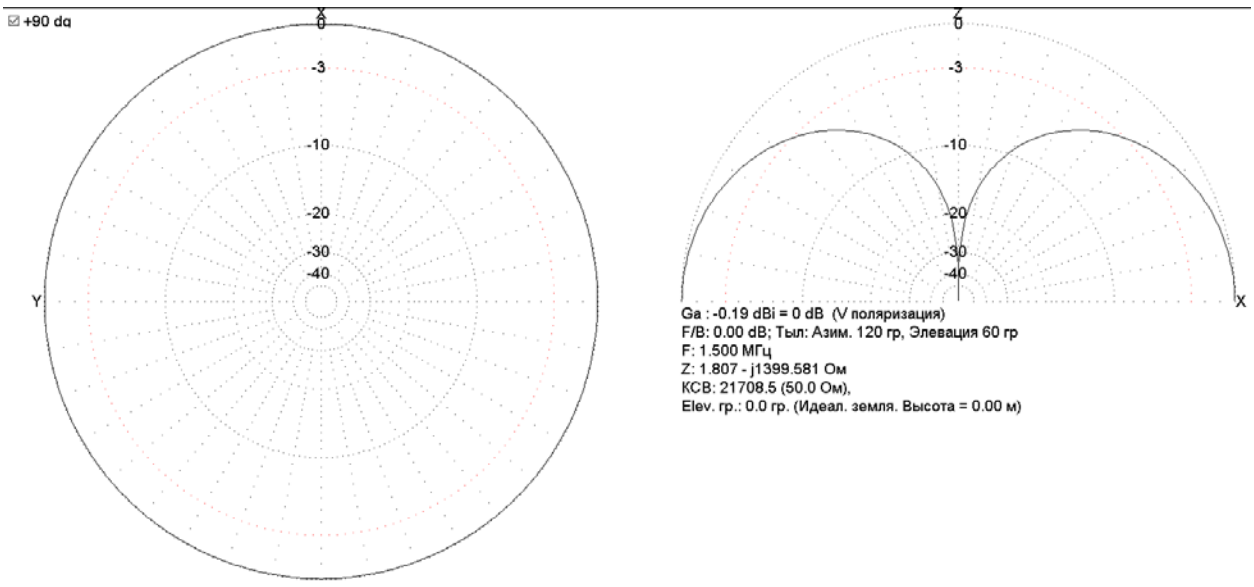


Рис 2. Диаграмма направленности при частоте F = 1.5 МГц

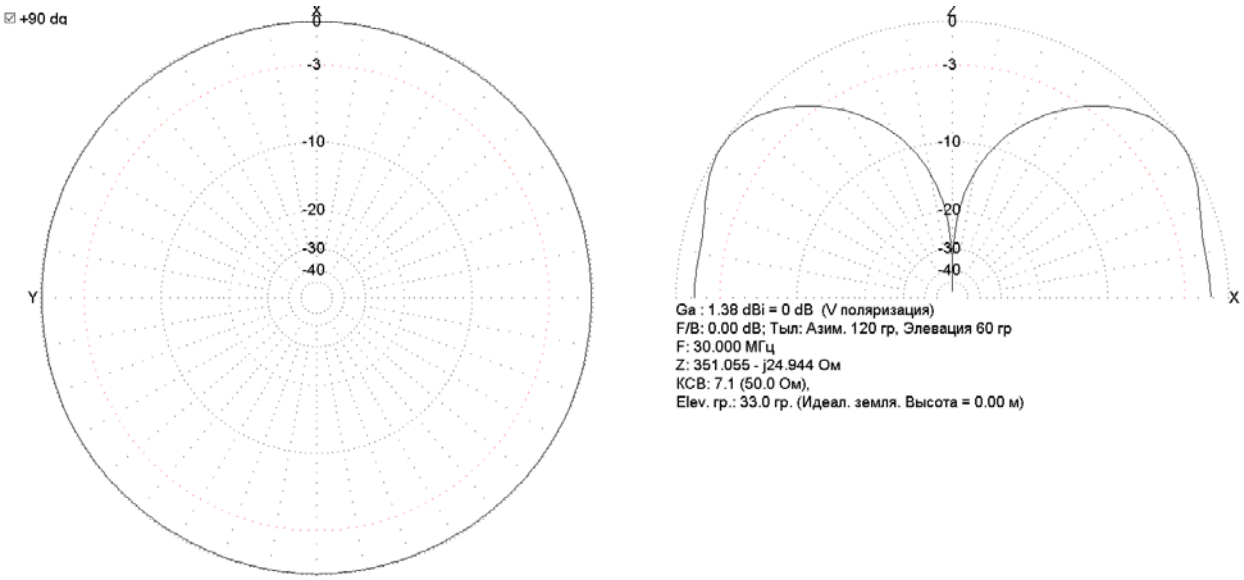


Рис 3. Диаграмма направленности при частоте F = 30 МГц

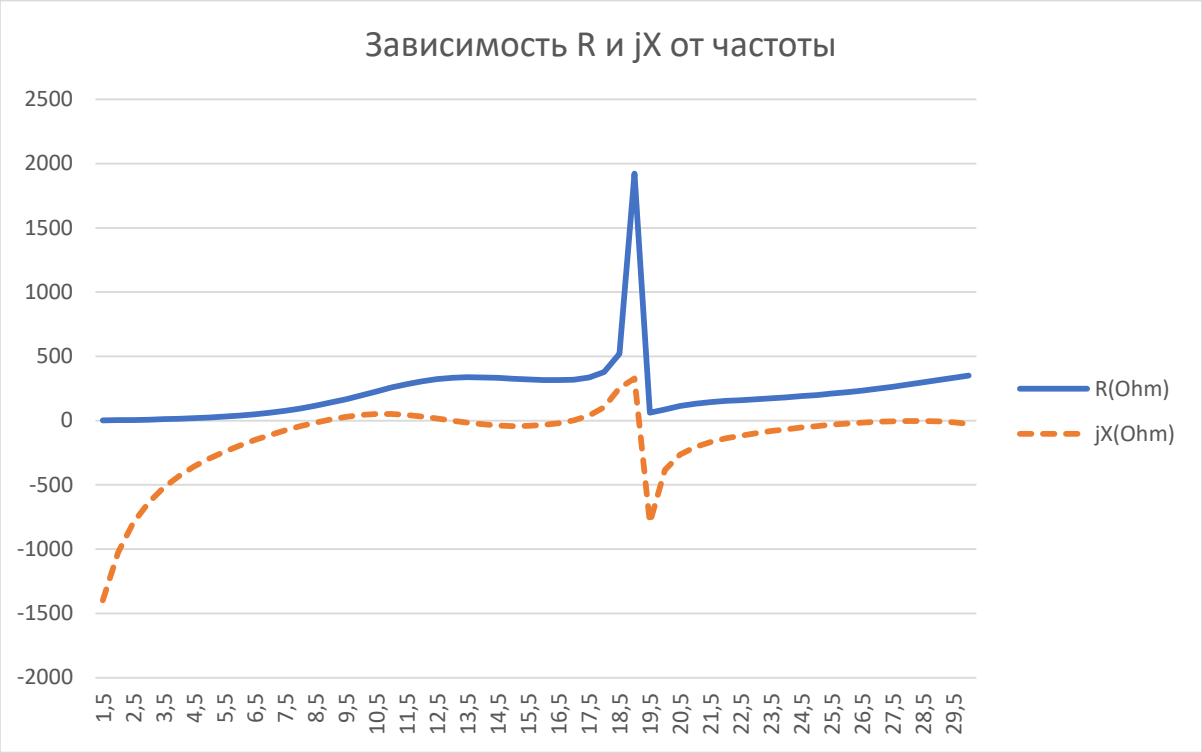


Рис 4. Зависимость R и jX от частоты

Список используемых источников

1. Марков Г.Т. и Сазонов Д.М. Антенны, Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: «Энергия», 1975. 528 с.

2. Надененко С.И. Антенны. М.: «Связьиздата», 1959. 545 с.

3. Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства: Учебник для вузов. М.: «Радио и связь», 1989. 352 с.

УДК 621.3
ГРНТИ 47.05.17

ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛОВОЙ КООРДИНАТЫ

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

В статье разрабатывается метод формирования пространственно-временного излучаемого сигнала с использованием сложных фазоманипулированных сигналов. Производится расчет тел неопределенности пространственно-временного сигнала в координатах τ.

измеритель угловой координаты, MATLAB, тело неопределённости

Измерение угловых координат летательных аппаратов, является одной из важнейших задач радиолокации. Данная задача существенно усложняется на стороне РЛС, если имеется источник анизотропного шума. В этом случае для компенсации помех требуется использовать автокомпенсаторы помех. Однако в результате их работы искажается форма диаграмм направленности приемных антенн, которые, в свою очередь, используются для измерения угловых координат.

В результате искажения формы диаграмм направленности, происходит смещение нуля и изменение крутизны дискриминационной характеристики.

Учет изменений достаточно сложный, и в результате не всегда удается получить точное измерение местоположения цели.

Тогда нужно использовать принцип построения измерителя угловых координат с излучаемым пространственно-временным сигналом. В этом случае не используется диаграмму направленности приемных антенн для измерения угловых координат цели, это позволяет существенно упростить построения измерителя угловой координаты в условиях действия анизотропные источники шума.

Для формирования П-В сигнала используются две передающие антенны. РЛС излучает сигнал с бинарной фазовой манипуляцией, фаза каждого элементарного импульса определяется в соответствии с кодом Баркера. Правило, определяющее, какая из антенн излучает импульс в данный момент времени, называется угловым кодом KUi.

Элементарные импульсы ФМ сигнала, имеющие нулевую фазу будут излучаться антенной А1, а импульсы, имеющие фазу π - антенной А2. В зависимости от расположения цели элементарные импульсы, излучаемые разными антеннами, могут проходить различные расстояния. Если цель находится на равносигнальном направлении, то эти расстояния равны. В этом случае сигнал будет иметь вид, как показано на рисунке 1. Если цель находится на направлении, отличном от равносигнального, то возникает различие в расстояниях. Сигнал, отраженный от цели, которая смещена относительно равносигнального направ-

ления на угол альфа будет выглядеть, как показано на рисунке 1. То есть в сигнале появляется дополнительный фазовый набег.

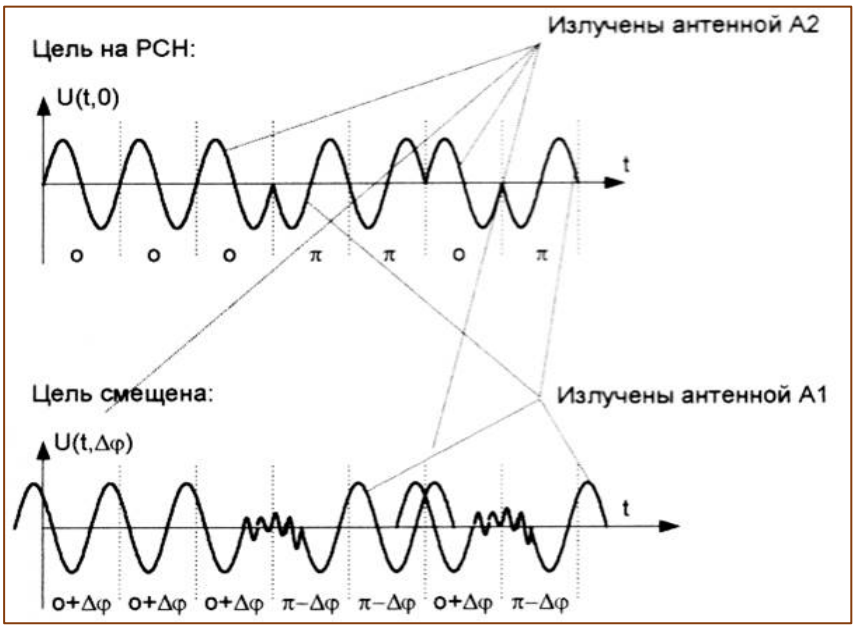


Рис. 1. Принятые сигналы

С учетом дополнительных приращений фазы сигнала закон внутриимпульсной фазовой модуляции излучаемого сигнала становится функцией, зависящей не только времени, но и от направления излучения.

Выбор углового кода влияет на крутизна ТН, уровень боковых лепестков и расстояние между центральным пиком и наиболее интенсивными боковыми выбросами.

Также стоит обратить внимание на то, что при увеличении длины временного кода, уровень боковых лепестков тела неопределенности уменьшается, а крутизна изменения сечения по оси α увеличивается. Следует выбирать оптимальный угловой код.

Выбор угловых кодов осуществляется, исходя из следующих критериев:

1. Максимальная крутизна изменения по углу главного пика тела неопределенности этого сигнала.
2. Минимальный уровень боковых лепестков для однозначного измерения УК.
3. Максимальное расстояние между центральным пиком и наиболее интенсивными боковыми выбросами для уменьшения вероятности ошибок.

Рассматривается схема непосредственно измеряющая угловую координату на рисунке 2.

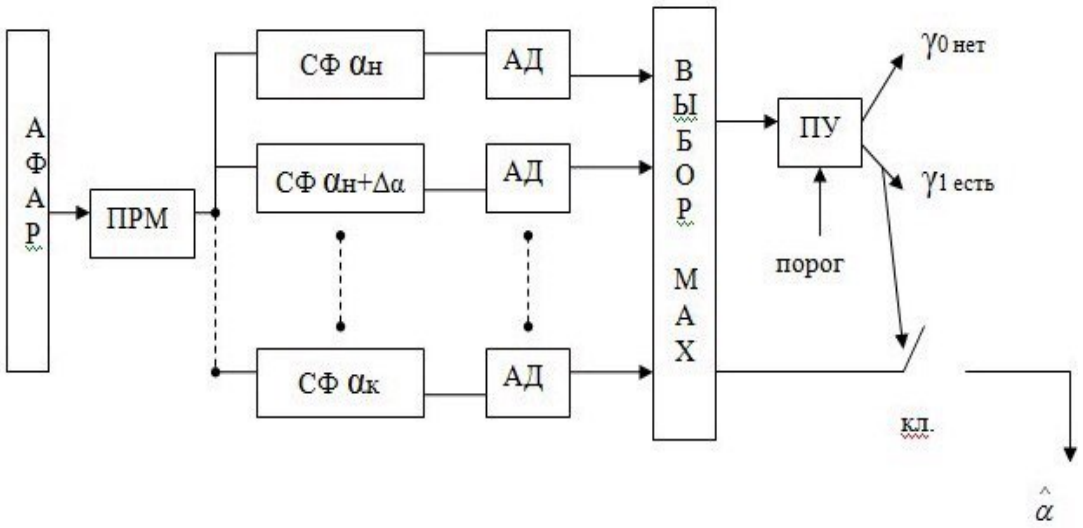


Рис. 2. Структурная схема измерителя угловой координаты

Принимаемый сигнал подается на набор параллельно работающих согласованных фильтров, каждый фильтр согласован с определенным угловым направлением альфа. Сигналы, прошедшие согласованные фильтры, поступают на амплитудные детекторы, которые выделяют огибающую принятых сигналов. Далее сигнал поступает на схему выбора максимума.

Схема выбора максимума выбирает номер фильтра, в котором амплитуда сигнала максимальна и подает этот сигнал на пороговое устройство. Если пороговое устройство выдаёт решение о наличии сигнала, то замыкается ключ и с выхода схемы выбора максимума поступает грубая оценка угловой координаты $\hat{\alpha}$, которая соответствует направлению настройки по углу того фильтра, на выходе которого появился максимальный по амплитуде отклик.

Недостатком такой схемы построения измерителя является то, что его точность зависит от числа дискретных направлений настройки СФ по α. Чем больше этих направлений (меньше $\Delta\alpha$), тем измеритель точнее, однако сложнее в реализации.

Список используемых источников:

1. Теория сложных сигналов / Варакин Л.Е. – М.: Советское радио, 1970.
2. Сравнительный анализ моноимпульсных радиолокационных систем. / Свиридов Э.Ф. –Л.: Судостроение, 1964 – 115 с.
3. Сложные сигналы / Маковецкий П.В., Охонский А.Г., Поддубный С.С. – СПБГУАП, 2010, методическое пособие.
4. Радиолокационные системы / Бакулев П.А. — М.: Радиотехника, 2004, учебник для вузов.

УДК 621.37
ГРНТИ 47.01.77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ РАСЧЁТЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ

А.Н. Лабис, К.О. Коровин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевич

Фазированные антенные решётки широко распространены в таких отраслях как радиолокации, радионавигации, радиосвязи и многих других. Актуальной задачей является синтез требуемой диаграммы направленности антенны.

фазированная антенная решётка, диаграмма направленности, боковой лепесток, оптимизация.

В современных условиях использования, при работе ФАР существует огромное количество как искусственных так естественных помех. Используя самые простые способы расчёта ДН можно получить небольшой запас по уровню, относительно 1 бокового лепестка. С подобным необходимо бороться. Например, используя окно Тейлора, возможно существенно увеличить разницу между основным лепестком и первым боковым, получив запас в 25-30 дБ. [1]

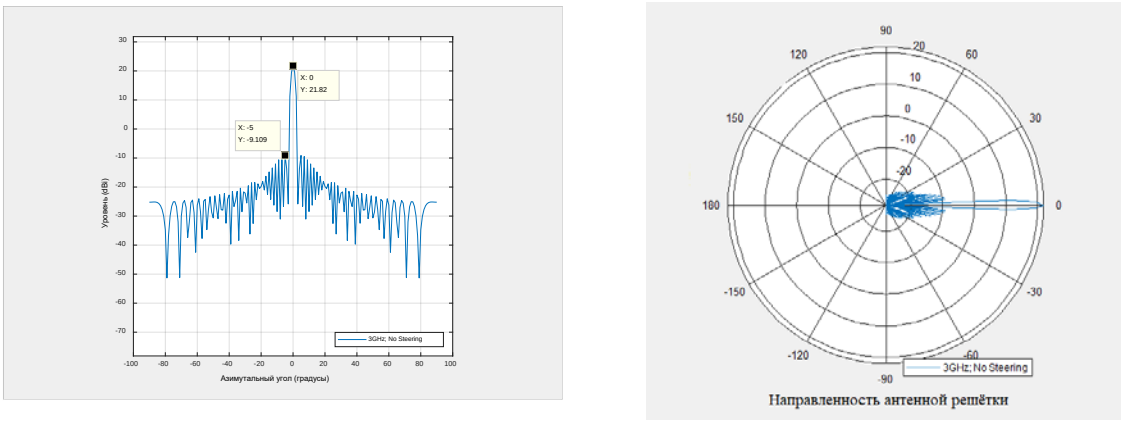


Рис. 1. Диаграммы направленности при использовании окна Тейлора

По данному графику видно что разница по уровню между основным лепестком и 1-ым боковым составляет уже 30 дБ (в сравнении с предыдущим случаем). Это позволяем существенно улучшить работу системы.

Но остаётся проблема направленные помех и изменения формы основного лепестка, которые решить, используя метод окон либо ему подобные нельзя. Для преодоления этой проблемы необходимо использовать специальные алгоритмы, например, алгоритм роя частиц или генетический алгоритм.

В данной работе мы исследуем использование генетического алгоритма для подавления помех и создания ДН специальной формы. [2]

Для упрощения ситуации рассмотрим линейную антенную решётку с числом элементов N=148

Симулируем несколько простых ситуаций, это 2 разных случая направленных помех и увеличим ширину основного лепестка диаграммы направленности. Для решения этой проблемы необходимо создать 3 вариации генетического алгоритма, для каждого случая соответственно.

1-й вариант расчёта оптимизационного алгоритма.

Предположим наличие 2 направленных симметричных помех разного уровня. Уровень одной помехи 50-55 дБ, уровень другой помехи 62-65 дБ. Для их подавления требуется соответствующим образом модифицировать ДН, необходимо получить «провалы» достаточной глубины, для гарантированного подавления помехи, на ДН по соответствующим направлениям. В следствии большого количества помех используем амплитудный способ модификации ДН.

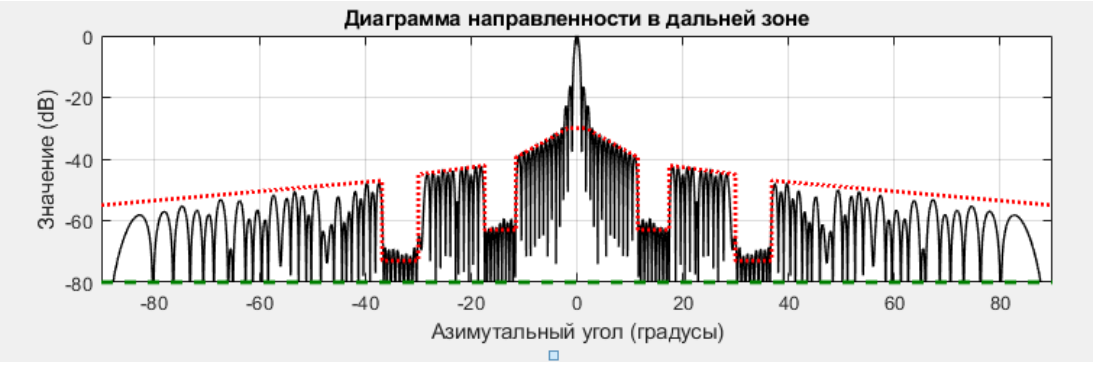


Рис. 2. Диаграмма направленности

Рисунок 2 наглядно показывает форму диаграммы направленности, полученный в результате выполнения алгоритма. По результатам расчёта мы видим успешное формирование ДН с «нулями» на направлениях ±14,5 градусов и относительно нормали и±33.4. Уровень провалов задаётся с запасом по уровню, для минимизации влияния флуктуации помехи.

2-й вариант расчёта оптимизационного алгоритма.

Задаётся направленная помеха с заранее известными характеристиками (направление 33.4 градуса относительно нормали, уровень помехи 50-55 дБ). Помеха односторонняя относительно направления главного лепестка ДН и для её подавления целесообразно использовать более простой вариант оптимизации ДН, чем амплитудный. Используем фазовую оптимизацию.

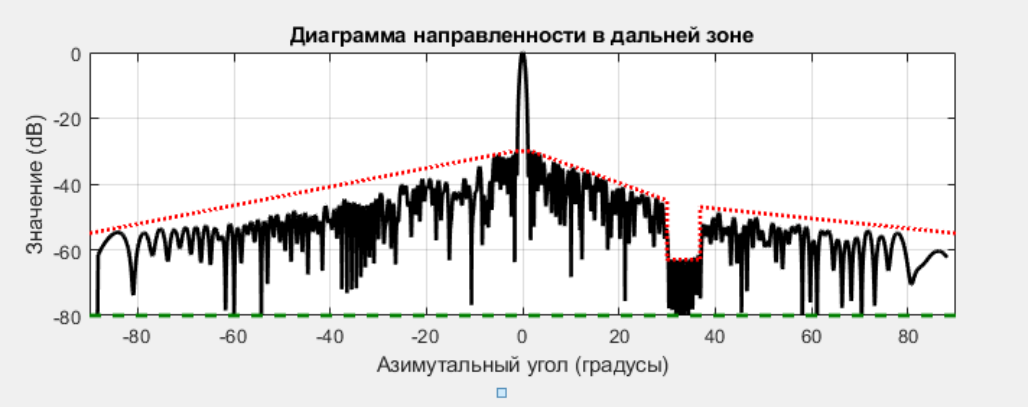


Рис. 3. Диаграмма направленности

Рисунок 3 наглядно показывает форму диаграммы направленности, полученный в результате выполнения алгоритма. По результатам расчёта, видно успешное создания «нуля» на заданном направлении на глубину достаточную для уверенного подавления помехи.

3-й вариант расчёта оптимизационного алгоритма.

Требуется увеличить ширину главного лепестка ДН до заданного углового значения. Для этого применим 3-ю вариацию нашего алгоритма, специально адаптированного для подобной задачи. Нам необходимо получить главный луч шириной не менее 5.6 градусов и не более 7.6 градусов.

Рис. 4. Диаграмма направленности

Рисунок 4, наглядно показывает форму диаграммы направленности, полученный в результате выполнения алгоритма. По результатам расчёта графике мы видим увеличение ширины луча, удовлетворяющее заданным условиям.

4-й вариант расчёта оптимизационного алгоритма.

Задача состоит в формировании ДН нестандартного вида, косекансную ДН. Подобную ДН можно синтезировать прямым методом. В таком случае ДН принимает следующий вид.

Генетический алгоритм также позволяет построить подобную диаграмму направленности. Для антенной решётки, рассматриваемой нами она примет вид.

Рис. 5. Визуализация результатов расчёта

По графику видно, что алгоритм справился с задачей построения косекансной диаграммы направленности, но в тоже время видны заметные провалы.

Список использованных источников

1. Хансен Р. С. Фазированные антенные решетки пер. с англ. под ред. АИ Синани. – 2012.

2. Josefsson L., Persson P. Conformal array antenna theory and design. – John Wiley & sons, 2006. – Т. 29.

УДК 621.396

ГРНТИ 49.43.31

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

С. А. Петров

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

Стандарт 5G New Radio (NR) определяет новые частотные диапазоны ниже 6 ГГц и предполагает дальнейший переход на частоты миллиметрового диапазона длин волн, где доступны более широкие и непрерывные полосы частот для организации каналов связи с большой пропускной способностью. В докладе рассмотрены: стандартизация и основные стандартизирующие организации 5G; цель создания и назначение сетей 5G и практические преимущества 5G; частоты и частоты для 5G в России; технологии 5G New Radio (5G NR); архитектура опорной сети (Core Network) 5G и нарезка сетевых ресурсов (Network Slicing); CRAN, Cloud RAN, cloud-based RAN, Centralized RAN.

сети, 5G, услуги, архитектура.

Сети 5G можно считать одной из необходимых составных частей цифровой трансформации и цифровой экономики.

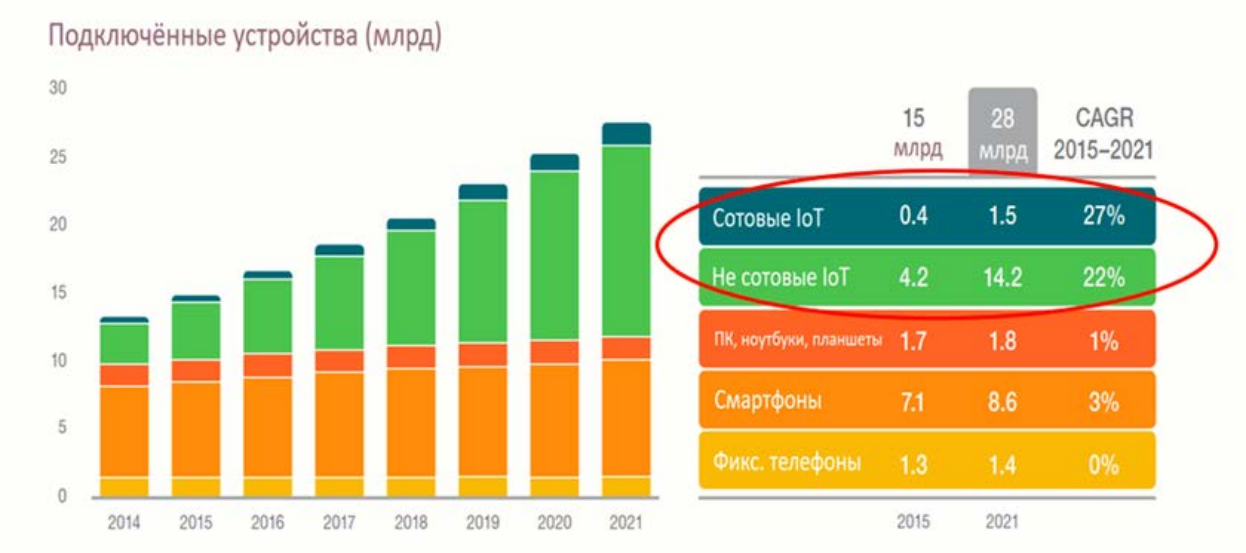


Рис. 1. Рост числа подключённых к сети устройств

Стандартизация технологий и решений 5G должна завершиться к 2021 году, поэтому термином 5G пока обозначаются лишь фрагментарные решения, которые войдут в состав полномасштабного решения IMT2020. Такие решения уже разворачиваются в разных странах, однако они пока носят локальный и тестовый характер, и не предоставляют весь планируемый функционал сетей стандарта IMT2020.

Массивные межмашинные коммуникации Massive IoT/IIoT, мМТС (massive Machine Type Communication). На основе этих трёх генерализованных видов функционала строится всё многообразие услуг и возможностей сетей IMT2020 (5G), наиболее характерные показаны на рис. 2.

Рис. 2. Многообразие функциональных возможностей сетей IMT2020/5G

Переход на 5G обеспечит для пользователей следующие улучшение по сравнению со стандартом связи 4G:

- увеличение средней скорости передачи данных до 1 Гб/с, что позволит смотреть и транслировать видео в формате 4К, а в перспективе и в формате 8К, а также полноценно использовать технологию дополненной реальности;
- возможность подключения миллионов устройств на 1 км2, что так необходимо для полноценного функционирования интернет-вещей;
- возможность дистанционного управления беспилотными транспортными средствами и автоматизация производств за счет снижения задержек передачи данных в 10 раз (до 1 мс), что позволит искусственному интеллекту реагировать и принимать решения на одном уровне с человеком;
- повышение энергоэффективности устройств до 100 раз, что снизит энергопотребление и продлит срок службы батарей, а это, в свою очередь, является важнейшим требованием к мобильным устройствам, относящимся к классу носимой электроники;
- повышение скорости до 500 км/час, на которой будет поддерживаться передача данных, что крайне актуально для высокоско-

ростных поездов, беспилотных летающих средств и других объектов, движущихся с высокой скоростью.

Рис. 3. Практические преимущества 5G

Пиковая скорость: сеть 5G обеспечивает в 20 раз большую скорость по сравнению с 4G, то есть, около 20 Гбит/с.

Скорость на пользователя (средняя) при этом может достигать 100 Мбит/с и более.

Эффективность использования спектра: количество информации, которую можно передать на единицу частотного диапазона, в сети 5G будет по крайней мере в 3 раза выше, чем в 4G.

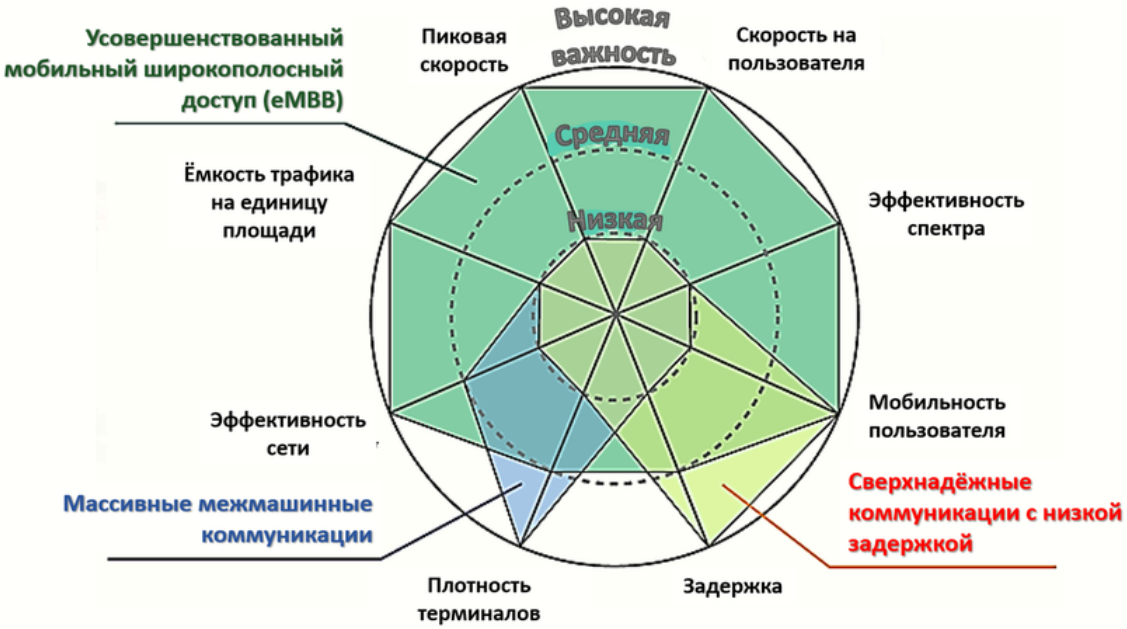


Рис. 4. Соотношения по степени важности параметров сети 5G для основного функционала

Мобильность пользователя: скорость, с которой может перемещаться пользователь с терминалом 5G по площади покрытия сети без потери хендовера

между базовыми станциями, в сети 5G достигает 500 км/час, что даёт возможность пользоваться услугами 5G в скоростных поездах.

Частоты для 5G в России

По состоянию на 2019 год 5G предполагается использовать в различных спектрах радиочастот. Однако, в диапазоне до 6 ГГц, в том числе выделенного под Wi-Fi диапазона 5 ГГц, пока существуют серьёзные проблемы с наличием свободных частот. Выделение частот для 5G в спектре до 6 ГГц уже согласовано на Всемирной конференции радиосвязи ВКР (WRC-15, World radiocommunication conference) в 2015 году.

На рис. 5 показано планируемое распределение низкочастотного спектра 5G в различных странах и регионах мира согласно WRC-15.

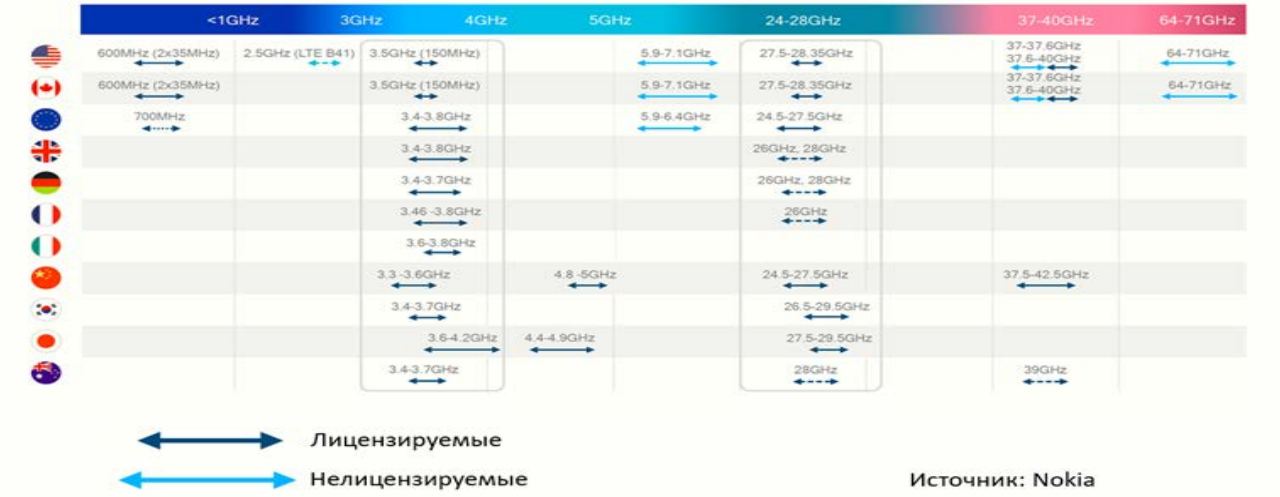


Рис. 5. Распределение низкочастотного диапазона 5G в различных странах и регионах мира

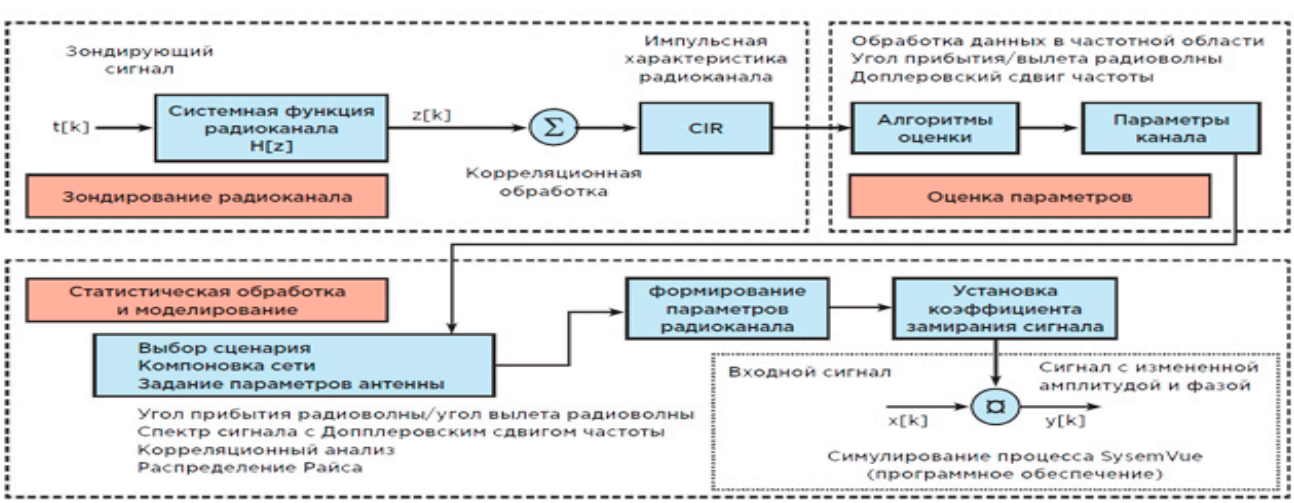


Рис. 6. Исследуемая модель канала передачи

Основными элементами модели будут широкополосный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) в составе генератора сигналов произвольной формы AWG и аналого-цифровой преобразователь для поддержки необхо-

димой пропускной способности, и обеспечения необходимого уровня разрешения для выполнения требований к динамическому диапазону захваченного сигнала.

Также проблемой реализации приема и передачи сигналов являются большие ошибки амплитуды и фазы, вызванные потерями в цепи распространения сигналов. В многоканальной системе, которая получает и обрабатывает сигналы с шириной полосы спектра до 1 ГГц, поток данных будет измеряться в гигабайтах в секунду (Гб/с). Это, в свою очередь, приведет к быстрому заполнению памяти.

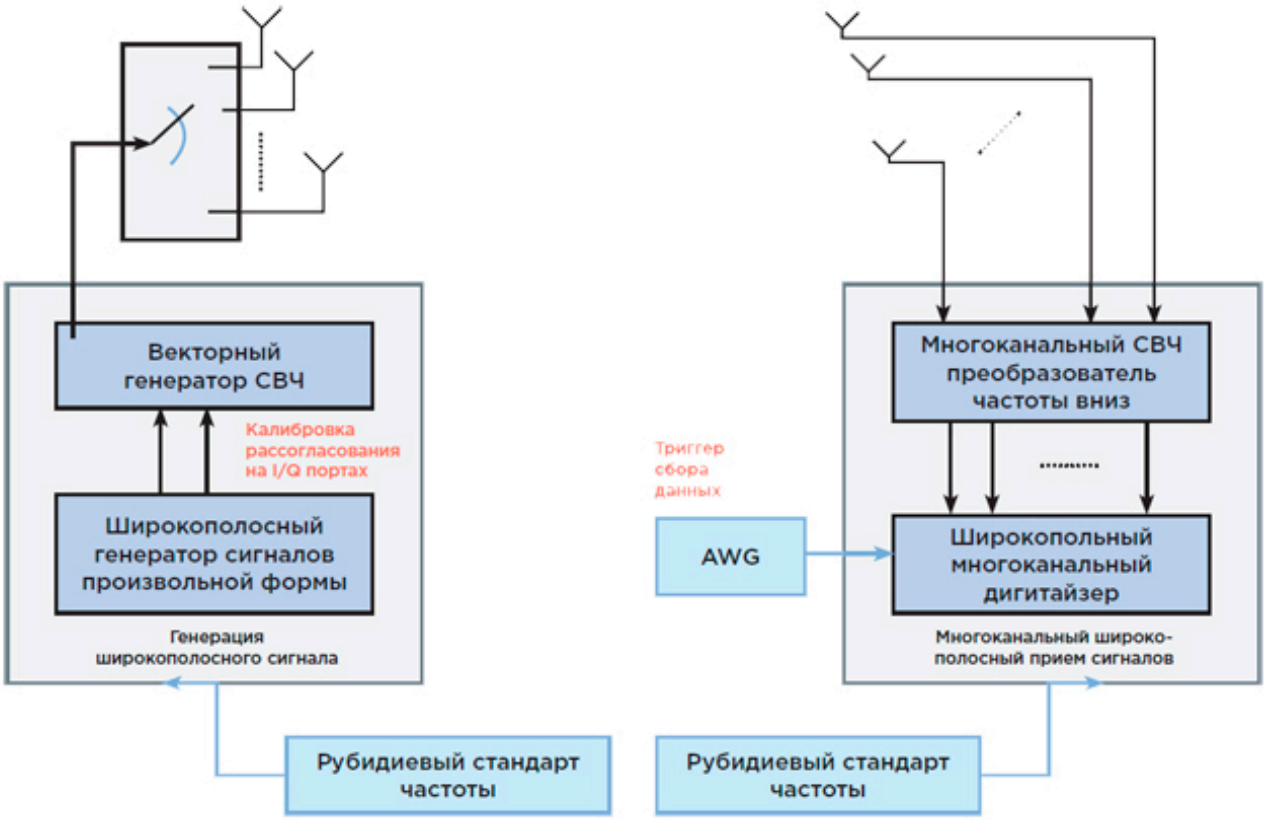


Рис. 7. Система измерения стандартов связи 5G

Основные алгоритмы для оценки параметров канала, среди них: формирование диаграммы направленности, метод пространственного разделения каналов, метод максимального правдоподобия (ML). В частности, алгоритм SAGE (ML), основанный на методе максимального правдоподобия с относительно небольшим количеством вычислений. Калибровка и синхронизация имеют первостепенное значение для получения точных и надежных результатов в исследуемой системе.

Синхронизация подсистемы передатчика и приемника может быть достигнута с помощью двух рубидиевых стандартов тактовой частоты 10 МГц, обеспечивая стабильную высокую точность синхронизации. Кроме того, сигналы запуска должны использоваться для синхронизации зондирующего сигнала с началом обработки данных.

Заключение

При исследовании каналов с изменяющимися во времени параметрами и многолучевым распространением радиоволн получаемые измерительные системы будут крайне сложными. Система измерения должна состоять из оборудования, поддерживающего прием и передачу сигналов миллиметрового диапазона длин волн, а также обеспечивать прием и обработку широкополосных сигналов по нескольким каналам. Таким образом проводится моделирование и разработка реалистичных и точных моделей радиоканалов связи пятого поколения.

Список используемых источников

1. Официальный сайт 3GPP: http://www.3gpp.org/.
2. Союз операторов мобильной связи LTE http://www.lteunion.ru/.
3. Центр прикладных исследований компьютерных сетей.
4. НИИ Радио (НИИР) https://niir.ru/.
5. Международный союз электросвязи https://www.itu.int/.

УДК 621.396
ГРНТИ 49.33.31

РАСЧЁТ КАНАЛА СВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

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

В статье рассматривается расчет канала связи с беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) для разнообразных условий распространения сигнала и различных дальностей связи. Характеристики и свойства канала обусловлены криетриями работы (дальность, высота), объемом передаваемой информации (скорость передачи данных), устойчивость к шумам и внешним помехам (вид сигнала), времени автономной работы и габаритов устройств (мощность, аппаратная реализация). Объектом изучения являлся канал радиосвязи между наземным пунктом управления (НПУ) и БПЛА.

беспилотный летательный аппарат, наземный пункт управления, мощность передатчика, потери на трассе.

Требования к системам связи.

Между БПЛА и НПУ существует линия радиосвязи, которая гарантирует двусторонний обмен информации между аппаратурами. Общими задачами линии связи являются:

направление НПУ – БПЛА обеспечивает передачу информации для управления полетом БПЛА и работой оборудования;

направление БПЛА – НПУ обеспечивает передачу телеметрической информации, передача информации с целевого бортового оборудования.

Требования к системам связи с БПЛА приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Требования к системам связи

Тип канала связи	Передача командно-телеметрических данных	Передача данных полезной нагрузки
Вероятность битовой ошибки (BER)	Не более 10^{-6}	Не более 10^{-3}
Скорость передачи данных	Не более 56 Кбит/с	1-20 Мбит/с
Направление передачи данных	БПЛА-НПУ НПУ-БПЛА	БПЛА-НПУ

Параметры канала связи.

Дабы гарантировать связь на большие расстояния необходимо увеличить расстояние до радиогоризонта для наземной и бортовой антенн. Максимальная дальность обуславливается суммой дальностей радиогоризонта для антенн БПЛА и НПУ, без учета рефракции. Так же можно разбить воздушное пространство на условные зоны освещенности, тени и полутени.

В зоне освещенности передающая и приемная антенны находятся в условиях прямой видимости (рис. 1), а в зоне тени – вне пределов видимости. Центр зоны полутени находится на расстоянии прямой видимости. Зона полутени разделяет две основные зоны. При увеличении расстояния между БПЛА и НПУ происходит затухания на трассе. Чтобы это компенсировать, нужно увеличить мощность сигнала передатчиков и антенны с большим коэффициентом усиления.

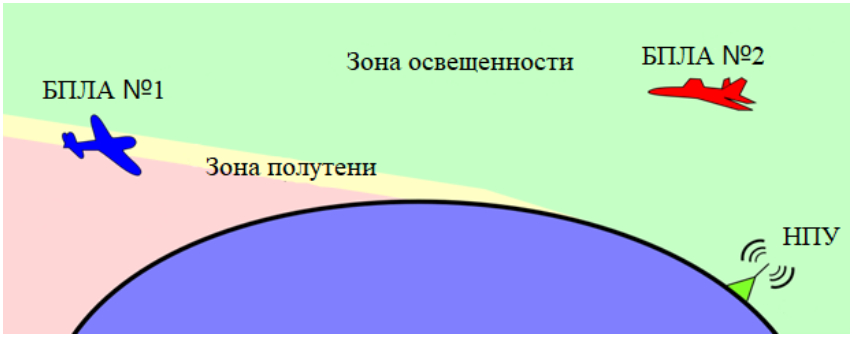


Рис. 1 Зона освещенности и полутени

Максимальное расстояние радиовидимости.

Максимальная дальность связи БПЛА с учетом изогнутости Земли имеет вид:

$$d = \sqrt{2 \cdot R_з \cdot h_1 + h_1^2} + \sqrt{2 \cdot R_з \cdot h_2 + h_2^2},$$

где h_1 - высота подъема НПУ, h_2 – высота подъема антенны БПЛА, d – предельная дальность прямой видимости, $R_з$ - радиус Земли.

ТАБЛИЦА 2. Расстояние радиовидимости между БПЛА и НПУ

Высота полета БПЛА (h_2), м	Дальность видимости (d), км			
	Высота подъема антенны НКУ (h_1), м			
	1	5	10	20
50	28	33	36	41
100	39	43	47	52
500	83	88	91	96

1000	117	121	124	129
1500	142	146	150	154
3000	199	204	207	212
5000	256	261	264	268

Из таблицы 2 следует, что при высоте полета БПЛА 1 км предельное расстояние прямой видимости между БПЛА и НПУ меньше 140 км, а при получении дальности связи 600 км БПЛА может работать на высоте больше 20 км. Для большого расстояния связи необходимо использование либо спутниковой связи, либо дополнительного БПЛА в качестве ретранслятора.

Средние потери.

Благодаря потерям на трассе и замираниям происходят замирания крупного масштаба, что приводит к ослаблению мощности сигнала и потери при прохождении протяженных трасс.

Крупномасштабное замирание отображает среднее ослабление мощности сигнала или потери в тракте благодаря распространению на большое расстояние. Крупномасштабное замирание обуславливается наличием вдоль трассы распространения таких объектов, как холмы, леса, здания, рекламные шиты и т.д. Мелкомасштабное замирание – это значительные вариации амплитуды и фазы сигнала на масштабах порядка длины волны. Мелкомасштабное замирание выражаются как расширение сигнала во времени (временное рассеяние) и нестационарное поведение канала.

Средние потери радиосигнала определяются по формуле:

$$L(d)[\text{дБ}] = L(d_0)[\text{дБ}] + 10\gamma \text{Log}_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma,$$

где $L(d_0)$ - средние потери на трассе прямой видимости в свободном пространстве при эталонном расстоянии d_0 в свободном пространстве, d – расстояние между НПУ и БПЛА, γ - экспонента потери на трассе, которая зависит от окружающей среды, X_σ – нормальное замирание, вследствие затенения.

В беспилотных летательных системах эталонное расстояние d_0 выбирается равной рабочей высоте полета БПЛА. Средние потери в свободном пространстве определяются по формуле:

$$L(d_0)[\text{дБ}] = 10\text{Log}\left(\frac{4\pi d_0}{\lambda}\right)^2$$

Рабочая высота полета БПЛА d_0 и частота f измеряются в км и ГГц, при нормальном замирании $X_\sigma = 0$, так как в условиях передачи информации не возникает затенений.

Выбор модуляции.

При сравнении разнообразных видов модуляции используют критерии спектральной и энергетической эффективности. Энергетическую эффективность определяют как энергию, которую нужно затратить на передачу одного бита информации с заданной достоверностью, а спектральную эффективность определяют как полосу частот, которая необходима для передачи информации с определенной скоростью. Ключевым условием при создании системы связи с БПЛА является обеспечение возможности передачи данных с заданной скоростью и вероятностью ошибки при больших расстояниях между БПЛА и НПУ.

Для обеспечения максимальной дальности связи используют наиболее эффективные методы модуляции.

Целесообразным является применение многопозиционной модуляции исключительно при малых расстояниях между ЛА и НПУ. Для обеспечения максимальной дальности связи необходимо использовать энергетически преимущественно выгодные виды модуляции, такие как двоичная фазовая манипуляция (BPSK) и квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). В общем случае, в условиях ограниченной полосы частот наиболее действенным методом модуляции является квадратурная амплитудная манипуляция (QAM), что обуславливается наибольшим расстоянием между точками в сигнальном созвездии в отличие от чисто фазовой манипуляции или амплитудной манипуляции.

Анализ бюджета связи.

Вероятность битовой ошибки зависит от отношения энергии бита к спектральной плотности мощности шума в приемнике:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{P_R}{N}\left(\frac{W}{R}\right),$$

где E_b- энергия бита, N_0 –плотность мощности шума, P_R – мощность принятого сигнала, N – мощность шума, W – ширина полосы пропускания, R – скорость передачи бит.

Одним из важнейших показателей качества канала является зависимость вероятности появления ошибочного бита P_b от E_b/N_0. Разность между реальным (принятым) и требуемым отношениями E_b/N_0 дает энергетический резерв линии связи (бюджет канала связи).

$$M\ (\text{дБ}) = \ (E_b/N_0)_{\text{прин}}(\text{дБ}) - (E_b/N_0)_{\text{треб}}(\text{дБ})$$

Анализ бюджет канала связи:

$$M(\text{дБ}) = P_T(\text{дБм}) + G_R(\text{дБ}) + G_T(\text{дБ}) - L_S(\text{дБ}) - L_0(\text{дБ}) - P_S(\text{дБм}),$$

P_T – переданная мощность, выбирается от 100 до 200 Вт (50-53 дБм), G_R- коэффициент усиления передающей антенны, выбирается от 20 до 30 дБ, G_T – коэффициент усиления приемной антенны, выбирается от 5 до 7 дБ, L_S – потери в свободном пространстве.

$$L = 10\log_{10}(\frac{4\pi D}{\lambda})^2,$$

где D – расстояние между приемником и передатчиком, λ – длинна волны, м, L_0- коэффициент потерь в фидере и разъемах НПУ и БПЛА, P_S – чувствительность приемника.

Расчет потерь на трассе и дальность связи.

Для расчета потерь на трассе применим формулу, выраженную из формулы бюджета канала связи:

$$L_S(\text{дБ}) = P_T(\text{дБм}) + G_R(\text{дБ}) + G_T(\text{дБ}) - M(\text{дБ}) - L_0(\text{дБ}) - P_S(\text{дБм})$$

Мощность передатчика P_T выбирается от 100 до 200 Вт (50-53 дБм); коэффициент усиления передающей антенны выбирается от 20 до 30 дБ, т.к. чтобы добиться большего усиления нужно затратить большие ресурсы, а приемной от 5 до 7 дБ. Потери в фидере и разъемах НПУ равны 1.5 дБ, потери в бортовом фидере и разъемах – 1.5 дБ, рассогласование антенн – 3 дБ, в сумме дают общие потери в фидере L_0 6 дБ. Оптимальное значение чувствительность приемника P_S выбирается 1…3 мкВ (-(107-98) дБм); Энергетический запас M используется для компенсации замираний, задается от 5-8 дБ.

ТАБЛИЦА 3. Экспериментальные значения дальности и потерь на трассе

$P_T(\text{дБм})$	50	53	50	53
$L_0(\text{дБ})$	6	6	6	6
$G_T(\text{дБ})$	20	30	20	30
$G_R(\text{дБ})$	5	7	5	7
$P_S(\text{дБм})$	-107	-98	-107	-98
$M(\text{дБ})$	8	8	8	8
f, ГГц	2.4	2.4	5.8	5.8
$L_S(\text{дБ})$	176	182	176	182
d, км	784	1565	134	268

Самыми оптимальными значенияи для максимальной дальности являются:

$$P_T = 53\text{дБм (200 Вт)}, G_R = 7\text{ дБ}, G_T = 30\text{ дБ}, M = 8\text{ дБ}, L_0 = 6\text{ дБ}, P_S = -107\text{ дБм (1 мкВ)}$$

При этом потери на трассе не должны быть больше 191 дБ.

Вывод.

Изменение параметров работы систем связи с БПЛА, вызванное изменением взаимного месторасположения ЛА и НПУ и влиянием среды распространения сигнала, приводит к необходимости изменения ключевых параметров системы в зависимости от условий прохождения сигнала, которое позволяет бо-

лее эффективно использовать энергетический ресурс канала связи и многократно повышать эффективность работы системы.

Дальность связи БПЛА зависит от многих факторов, в том числе, от мощности передатчика НПУ, чувствительности приемника НПУ, типов антенн на борту БПЛА и на НПУ, вида модуляции и др. Для увеличения дальности действия малоразмерных БПЛА необходимо использование наземной антенны с высоким коэффициентом усиления, мощностью на приемной стороне. В некоторых случаях для обеспечения устойчивой связи с удаленным БПЛА нужно использовать другой БПЛА в качестве ретранслятора сигнала.

Список используемых источников

1. Прокис Д. Цифровая связь. – М.: Радио и связь, 2000.
2. Скляр Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение. – Издательский дом Вильямс, 2004.
3. Haas E. Aeronautical channel modeling// IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2002.
4. Richard V.N., Prasad R. OFDM wireless multimedia communication. Artech House Boston London. 2000.

Секция 1.2.

Радиосвязь и радиодоступ

УДК 621.396.93
ГРНТИ 49.43.29

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РАБОТУ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

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

В последние годы система vehicle-to-everything (V2X) приобрела огромный интерес, поскольку она способна решить проблемы затрудненного движения в больших городах, повысить безопасность дорожного движения, и обеспечить автономное вождение. Однако связь V2X нуждается в различных требованиях к производительности, часто определяемых с точки зрения задержки, надежности и скорости передачи данных. В данной статье рассмотрена теоретическая надежность будущих технологий, обеспечивающих работу систем V2X: IEEE 802.11bd и NR-V2X.

надежность, V2X, 802.11bd, NR-V2X.

Большой интерес представляет наличие надежной коммуникационной технологии для реализации системы V2X, поскольку критически важные приложения безопасности должны реагировать в потенциально опасных ситуациях. Многие организации по стандартизации приложили усилия к конкретизации коммуникационных технологий V2X, особенно после выделения выделенного спектра на частоте 5,9 ГГц для интеллектуальной транспортной системы (ИТС). Первой технологией для системы V2X была IEEE 802.11p, следующей появилась технология LTE-V2X на основе стандарт сотовой связи 4 поколения [1]. Кроме существующих технологий, активно ведутся работы над новыми, превосходящие по характеристикам своих предшественников: IEEE 802.11bd и NR-V2X.Далее приведены краткое описание и особенности основных существующих и будущих технологий V2X.

- IEEE 802.11p

Физический уровень 802.11p основан на OFDM, аналогичном большинству стандартов 802.11. Основное отличие по сравнению с IEEE 802.11a заключается в том, что расстояние между несущими и полоса пропускания уменьшаются в два раза, что приводит к увеличению длительности символов в два раза. Длительность циклического префикса (CP) также удваивается, что позволяет компенсировать большие разницы задержки. MAC-уровень 802.11p использует усовершенствованный метод распределенного доступа к каналам (EDCA), который использует множественный доступ с контролем оператора с предотвращением коллизий (CSMA/CA).

- IEEE 802.11bd

Спецификации IEEE 802.11bd в настоящее время разрабатываются целевой группой 802.11 (TGbd). Согласно отчету об утверждении проекта [2], далее приведены основные цели проектирования.

1. Обратная совместимость с 802.11p;
2. Увеличение пропускной способности примерно в 2 раза;
3. Более высокая надежность за счет уменьшения коллизий пакетов и повышения производительности при высоких доплеровских сдвигах;
4. Возможность работы при скорости движения 250 км/ч;
5. Увеличение дальности действия в 2 раза.

Более высокие скорости передачи данных могут быть достигнуты путем принятия некоторых существующих технологий PHY, таких как LDPC, MIMO, модуляции 256-КАМ и полосы пропускания 20 МГц. Чтобы улучшить диапазон, можно перенять режимы двойной несущей модуляции (DCM) и расширения диапазона от 802.11ax.

- LTE-V2X

В отличие от 802.11p, в качестве нового варианта для услуг V2X LTE-V2X использует DFT spread OFDM (DFT-s-OFDM) в качестве метода модуляции несущей для повышения энергоэффективности. Длительность символа LTE-V2X в 10 раз больше длительности символа 802.11p, которая обеспечивает устойчивость к многолучевому распространению и уменьшает межсимвольную интерференцию (ISI). Однако чувствительность к смещению несущей частоты и фазы возрастает. LTE-V2X обеспечивает непрерывные вариации комбинаций MCS с более совершенной схемой кодирования каналов (Турбо-коды) по сравнению со сверточными кодами, используемыми в 802.11p.

- NR-V2X

Изучение новых вариантов использования V2X и требований к NR-V2X уже завершено, и представлено в Release 16 [3]. 5G NR поддерживает как OFDM (для высокой эффективности пропускной способности), так и DFT-s-OFDM (для большей надежности) для передачи по восходящей линии связи. Масштабируемая нумерология OFDM μ (2^{μ} * 15 кГц, где μ = 0, 1 ... 5) определяется для охвата широкого спектра сценариев. В 5G NR субкадр разделен на 2^{μ} слота, каждый из которых состоит из 14 символов OFDM.

Ресурсы назначаются на один слот в отличие от LTE, где минимальный временной интервал равен одному субкадру.

В приложениях с низкой задержкой надежность должна играть важную роль, так как в большинстве приложений повторная передача не может использоваться из-за строгих требований к задержкам. Далее подробно рассматривается теоритическая надежность будущих технологий NR-V2X и 802.11bd для различных сценариев.

В таблице 1 представлены значения MCS, теоретических пиковых скоростей и задержек при передаче пакета размером 300 байт, значения которых необходимы для дальнейшего сравнения технологий [4].

Таблица 1 – Параметры при передаче пакета 300 байт для 802.11bd и NR-V2X

MCS/ Тех-нолo-гия	IEEE 802.11bd				NR-V2X				
	Модуля-ция	R^{bd}	Ско-рость, Мбит/с	За-держ-ки, мс	Модуля-ция	R^{NR}	n_{RB}	Ско-рость, Мбит/с	Задерж держ-ки, мс
0	2-ФМ	1/2	3,05	0,788	4-ФМ	0,12	69	1,41	1,75
1/7	4-ФМ	1/2	5,71	0,420	4-ФМ	0,51	17	6,07	0,50
2/10	4-ФМ	3/4	8,22	0,292	16-КАМ	0,33	12	8,10	0,50
3/13	16-КАМ	1/2	10,17	0,236	16-КАМ	0,48	9	10,79	0,25
4/16	16-КАМ	3/4	13,95	0,172	16-КАМ	0,64	7	13,88	0,25
5/21	64-КАМ	2/3	17,14	0,140	64-КАМ	0,65	5	19,43	0,25
6/23	64-КАМ	3/4	18,18	0,132	64-КАМ	0,75	4	24,29	0,25
7/24	64-КАМ	5/6	19,35	0,124	64-КАМ	0,80	4	24,29	0,25
8/26	256-КАМ	3/4	22,22	0,108	64-КАМ	0,89	3	32,38	0,25
9/27	256-КАМ	5/6	24,00	0,100	64-КАМ	0,93	3	32,38	0,25

Теоретические расчеты, приведенные в таблице 1, могут быть использованы для сравнения технологий с точки зрения пиковых скоростей передачи данных и задержек. Надежность удобно оценивать с помощью кривых PER и SNR. Частота ошибок пакетов (PER) определяется отношением ошибочно принятыми пакетами к общему количеству переданных пакетов. Поскольку высокая надежность является существенным требованием в приложениях V2X, важно знать, какая технология является более надежной при различных условиях канала.

При оценке надежности, учитывались следующие сценарии V2V: связь прямой видимости (LOS) для сценариев сельской местности, движущихся встречных ТС в городе и автомагистрали и связи с ограниченной видимостью (NLOS) для сценариев ТС на перекрестке в городе и автомагистрали.

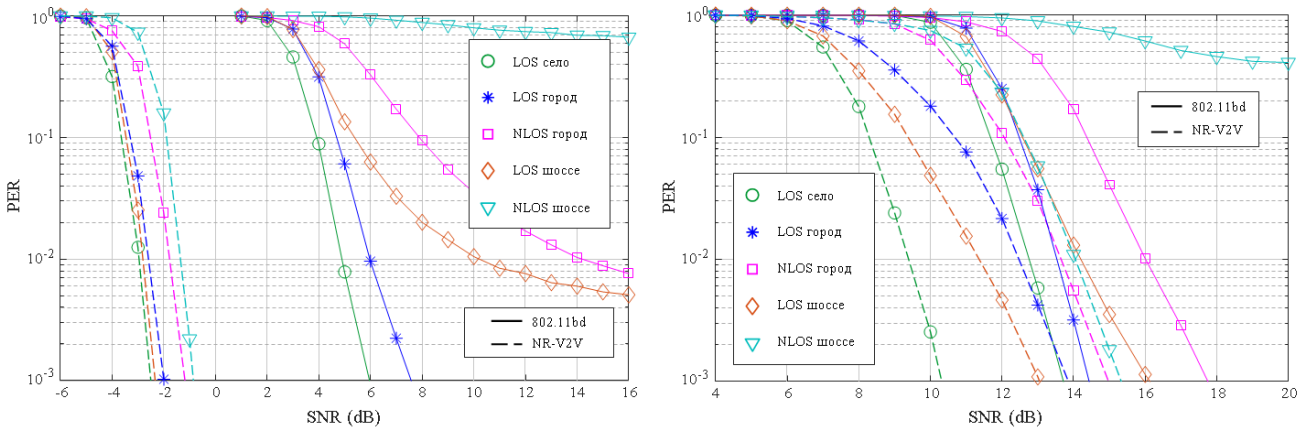
Стоит отметить, что наиболее сложным сценарием среди всех вышеупомянутых является NLOS связь для варианта автомагистрали, из-за блокирования связи прямой видимости, многолучевых замираний и быстрых замираний из-за высокого доплеровского сдвига.

Для сравнения надежности технологий производится моделирование в среде MATLAB. Для моделирования быстрых замираний и многолучевого распространения в дополнение к аддитивному белому Гауссову шуму (AWGN) вышеуказанные модели каналов строятся с использованием распределения Райса. Основные параметры моделирования приведены в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Параметры моделирования в MATLAB для оценки надежности различных сценариев V2V

Параметр/Технология	NR	802.11bd
Схема модуляции	DFT-s-OFDM	OFDM
Разнос поднесущих	60 кГц	156,25 кГц
Длительность символа	16,7 мкс	6,4 мкс
Циклический префикс	1,17 мкс	1,6 мкс
Отсутствие полезных поднесущих	132	56
Используемые MCS	MCS0, MCS13	MCS0, MCS3
Полезная нагрузка (P_b)	300 байт	
Ширина полосы	10 МГц	
Несущая частота	5,9 ГГц	
Доплеровский сдвиг (f_d)	0-1000 Гц	

При сравнении надежности технологий, обеспечивающих работу V2X-систем, используются две комбинации модуляции и скорости кодирования. Самый низкий доступный вариант MCS (MCS0) в обоих стандартах (т. е. 4-ФМ с кодовой скоростью 0,12 в NR-V2X и 1/2 2-ФМ в 802.11bd). Для более равнозначащей оценки также сравнивается 1/2 16-КАМ. Оценка ограничена PER = 10^{-3}, однако для более низких значений PER производительность может быть предсказана путем продолжения доступных кривых. По итогу выполнения моделирования, полученные результаты изображены на рисунке 1 [4].



а) б)

Рисунок 1 – а) PER с низким MCS; б) PER с 1/2 16-КАМ

Анализ полученных результатов на рисунке 1а позволяет сделать вывод, что технология NR-V2X одинаково хорошо работает во всех моделях каналов V2V (отношение сигнал/помеха в пределах от -3 дБ до -1 дБ), и, соответственно, на его PER незначительное влияние оказывают различные преграды и до-

плеровский сдвиг, присущие различным сценариям. В то время как PER в случае 802.11bd сильно варьируется в зависимости от типа канала. Отношение сигнал/помеха в случае использования технологии NR-V2X на 9 дБ лучше, чем у 802.11bd для сценария LOS связи в сельской местности и примерно на 10 дБ лучше для городского LOS сценария. Для остальных более сложных сценариев кривая PER для 802.11bd становится намного хуже, предположительно из-за глубоких замираний, которые приводят к возникновению ошибок.

Случай оценки надежности технологий с одинаковыми параметрами, то есть когда применяются одинаковые модуляции и скорости кодирования, изображен на рисунке 1б. На данном рисунке показаны характеристики надежности, достигаемые технологиями с использованием 1/2 16-КАМ в различных ситуациях V2V. Несмотря на то, что разница между NR-V2X и 802.11bd значительно меньше по сравнению с MCS0, NR-V2X по-прежнему превосходит 802.11bd во всех сценариях. NR-V2X имеет ОСШ на 3 дБ лучше по сравнению со стандартом 802.11bd для сценариев прямой видимости в сельской местности (10 дБ и 13 дБ), на автомагистрали (13 дБ и 16 дБ) и ограниченной видимости на городском перекрестке (15 дБ и 18 дБ). Для модели NLOS для автомагистрали показатели надежности 802.11bd оставляют желать лучшего, как и в предыдущем случае.

В конечном счете, основываясь на полученных результатах моделирования, можно предполагать, что технология NR-V2X будет более надежной, чем 802.11bd. Таким образом наиболее оптимальной технологией развития сетей V2X с точки зрения надежности будет NR-V2X, которая имеет хорошие теоритические результаты во всех рассмотренных сценариях V2V. Так как надежность является одним из важных требований для приложений и сетей интеллектуальных транспортных систем, вполне реально, что развитию NR-V2X будет уделено особое внимание в ближайшем будущем.

Список используемых источников

1. A. Bazzi, B. Masini, A. Zanella, and I. Thibault, “On the performance of IEEE 802.11p and LTE-V2V for the cooperative awareness of connected vehicles,” – 2017.

2. B. Sun and H. Zhang, “802.11 NGV proposed PAR,” IEEE 802.11- 18/0861r8, – 2018

3. 3GPP TR 38.885 V2.0.0, Study on NR Vehicle-to-Everything (V2X), – 2019.

4. W. Anwar, A. Trabl, N. Franchi, and G. Fettweis, “On the Reliability of NR-V2X and IEEE 802.11bd”, – Sept. 2019.

УДК 654
ГРНТИ 49.33.29

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ БЛА ПОСРЕДСТВОМ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

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

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты находят применение во многих областях. При этом задачи управления и передачи данных с борта БЛА не теряют своей актуальности. Штатные системы управления обычно позволяют управлять беспилотником, а также передавать и принимать данные с него на ограниченном расстоянии, не превышающем 200 км. В качестве решения данной проблемы могут выступать системы мобильной и спутниковой связи. Данная работа посвящена проблеме передачи данных с борта БЛА посредством сетей мобильной связи, обширное покрытие которых потенциально может обеспечить практически неограниченную дальность связи между БЛА и пунктом управления.

БЛА, сети мобильной связи, 4G, 5G, передача данных, беспилотный летательный аппарат

Гражданское применение БЛА в основном связано с получением различного рода фото- и видеоинформации (мониторинг нефте- и газопроводов, лесных пожаров, состояния сельскохозяйственных угодий и лесных массивов, поиск пропавших людей). Учитывая большой объем передаваемых данных, протяженность маршрутов и значительное удаление от НПУ возникает необходимость использовать не штатную систему радиосвязи, а сети мобильной связи.

Одним из типовых решений в данном случае является установка модема на борту БЛА. Однако при этом возникает ряд проблем:

1) Неуверенное покрытие в некоторых зонах (например, при мониторинге газопровода в малонаселенной местности);
2) Работа сети мобильной связи на пределе возможностей (перегрузки в больших городах);
3) Большие задержки, характерные для сетей второго и третьего поколений.

Из табл.1 видно, что для передачи фото- и видеоинформации с борта БЛА пропускная способность канала должна быть достаточно большой.

ТАБЛИЦА 1. Требования к системе мобильной связи при передаче данных ОЭС [1]

Тип данных	Пропускная способность канала передачи данных [Мбит/с]	Задержка [мс]
Видео 8К	100	200
Аэрофотосъемка	120	200
Видеонаблюдение 4К	120	20
Управление ОЭС	0,25	200

В комплект бортового оборудования БЛА могут входить следующие гиростабилизированные оптико-электронные системы (ГОЭС) [2]:

1) Фотокамера;
2) Видеокамера;
3) Метеокамера (обеспечивающая наблюдение за облачностью и контроль обледенения БЛА);
4) Инфракрасная видеокамера;
5) Мультиспектральная камера (обычно используется для получения информации о состоянии растительности в сельскохозяйственных угодьях).

Характеристики ГОЭС могут значительно отличатся в зависимости от решаемых задач. Однако при любом исполнении оптико-электронная система должна иметь опции изменения множества параметров съемки, которые также требуют управления по радиоканалу. Поэтому помимо передачи данных с борта БЛА, необходимо предусмотреть и возможность передачи по нисходящим каналам сетей мобильной связи общего пользования данных для управления ГОЭС.

В открытой печати опубликованы результаты различных исследований по передаче данных с борта БЛА мультироторного типа посредством действующих сетей мобильной связи. Например, в [3] показано, что показатели качества передачи данных на высоте и на земле практически одинаковы. Результаты, полученные в [4] говорят, что сети мобильной связи LTE уже способны поддерживать работу с маловысотными БЛА.

В тоже время исследования [5] показали, что покрытие сети LTE на высоте 50 футов (15 м) намного лучше, чем на высоте 200 футов (61 м). На высоте 200 футов над уровнем моря текущего покрытия сети будет недостаточно для развертывания систем UTM, поскольку связь с БПЛА не может быть гарантирована.

На рис. 1 и 2 представлены результаты моделирования уровня сигнала для высоты полета 50 и 200 футов.

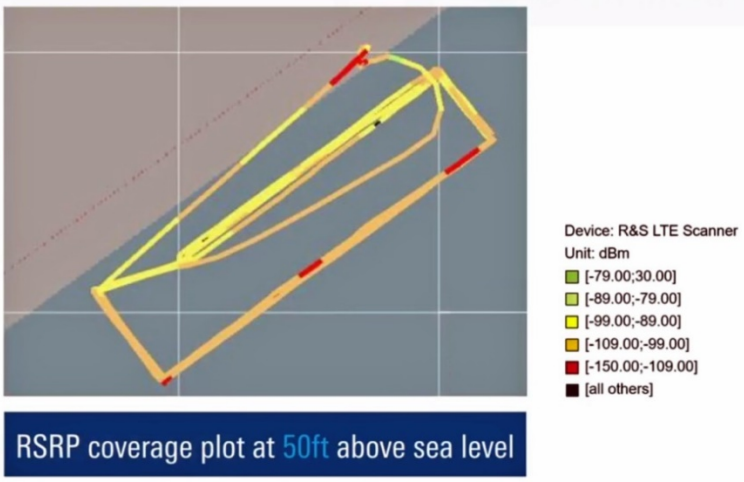


Рис. 1. Уровень сигнала на высоте 50 футов [5]

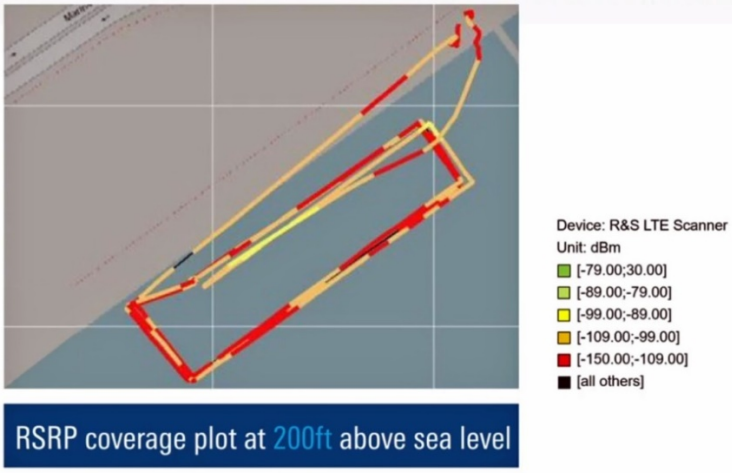


Рис. 2. Уровень сигнала на высоте 200 футов [5]

Проведенные авторами работ эксперименты были выполнены на высотах полета БЛА мультироторного типа, не превышающих 120 м при невысоких скоростях полета (от 18 до 80 км/ч). Однако мониторинг газопроводов и другие подобные задачи чаще решаются с использованием БЛА самолетного типа на высотах 500 -1000 м при скорости полета 80-120 км/ч.

Очевидно, что на больших высотах модем, размещенный на борту БЛА, будет наблюдать значительное количество сот-соседей, что в свою очередь может привести к эффекту пинг-понга и другим негативным явлениям. Так, соты зачастую используют одни и те же радиоресурсы, то в условиях прямой видимости будет иметь место увеличение внутрисистемных помех. Высокий уровень помех в свою очередь может привести к низкому соотношению сигнал/помеха плюс шум (Carrier to Interference + Noise Ratio, SINR), что значительно затруднит своевременный прием и декодирование модемом на борту БЛА сообщений, связанных с управлением мобильностью (например, команд на выполнение хэндовера).

Можно утверждать, что сети мобильной связи пятого поколения, имеющие более высокие скорости и более низкие задержки, идеальным образом подойдут для управления и передачи данных с БЛА, что зафиксировано в спецификациях

3GPP [1], но максимальная высота полета, на которой БЛА сохраняет подключение к сети, а также качество покрытия в малонаселенных районах на данный момент неизвестны, т.к. отсутствуют данные и о частотном диапазоне, в котором будут работать сети 5G NR на территории РФ и о возможной плотности таких сетей [6, 7]. Таким образом, возникает необходимость в проведении ряда дополнительных исследований в этой области.

Для исследования возможностей современных систем мобильной связи по передаче данных оптико-электронных систем БЛА необходимо решить следующие задачи:

1. Определить сценарии передачи данных оптико-электронных систем БЛА;
2. Разработать имитационную модель гетерогенной сети мобильной связи, позволяющую исследовать передачу данных с борта БЛА в различных условиях;
3. Оценить влияние загрузки сети и покрытия на качество передачи данных;
4. Провести ряд летных экспериментов в действующих сетях мобильной связи;
5. Разработать алгоритмы настройки передачи данных с борта БЛА в зависимости от условий на конкретном маршруте.

Особое внимание необходимо уделить условиям распространения радиоволн, т.к. на больших высотах имеют место два основных эффекта, приводящие к значительным отличиям от радиосвязи на земли. Это близость условий к распространению в свободном пространстве и работа с боковыми лепестками антенны.

Список используемых источников

1.3GPP TS 22.125 – Unmanned Aerial System (UAS) support in 3GPP (rel. 17) 2020 г.

2. Recognition analysis issues for tactical unmanned aerial vehicles based on optical photographs and SAR scans [Электронный ресурс] // URL: https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11442/1144214/Recognition-analysis-issues-for-tactical-unmanned-aerial-vehicles-based-on/10.1117/12.2564987.full?SSO=1 (дата обращения 18.11.2020)

3. LTE Unmanned Aircraft Systems [Электронный ресурс] // URL: https://www.qualcomm.com/media/documents/files/lte-unmanned-aircraft-systems-trial-report.pdf (дата обращения 16.11.2020)

4. Drones and networks: mobility support [Электронный ресурс] // URL: https://www.ericsson.com/en/blog/2019/1/drones-and-networks-mobility-support (дата обращения 14.11.2020)

5. Network measurements with drones: The next step to a connected sky [Электронный ресурс] // URL: https://www.rohde-schwarz.com/cz/solutions/test-and-measurement/mobile-network-testing/stories-insights/network-measurements-with-drones_252155.html#media-gallery-8 (дата обращения 14.11.2020)

6. UAS – UAV [Электронный ресурс] // URL: https://www.3gpp.org/uas-uav (дата обращения 16.11.2020)

7. Мировые тенденции, перспективные сценарии развития и использования технологий 5G в отраслях экономики [Электронный ресурс] // URL: https://www.company.rt.ru/press/news/files/5G_сценарии.pdf (дата обращения 17.11.2020)

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕГМЕНТОВ СОВРЕМЕННЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕТЕЙ РАДИОДОСТУПА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI OFFLOAD

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

С каждым годом количество абонентов сетей мобильной связи неуклонно растет. С увеличением количества абонентов растет объём передаваемой информации, а следовательно, и нагрузка на сеть. Основную нагрузку на сеть в настоящее время оказывает пакетная составляющая, например, общение в социальных сетях, потоковые видео, on-line трансляции, скачивание документов и приложений, а также голосовая связь через мессенджеры (VoIP). Чтобы избежать перегрузки сети радиодоступа применяют различные технологии перераспределения трафика. Данная работа посвящена технологии Wi-Fi Offload.

Wi-Fi Offload, LTE-LAA, нелицензируемый диапазон, сеть радиодоступа.

Wi-Fi Offload позволяет перевести часть пакетного трафика данных из традиционных сетей сотовой связи в сеть радиодоступа Wi-Fi, входящую в состав гетерогенной сети. При этом со стороны абонента отсутствует необходимость в дополнительной авторизации, технология способна самостоятельно идентифицировать пользователя по sim-карте (EAP-SIM, EAP-AKA) в домашнем регистре (HLR) оператора сети мобильной связи и предоставить ему доступ в сеть в соответствии с его тарифным планом.

Согласно спецификациям 3GPP сеть Wi-Fi включает в себя компоненты доступа и шлюз (рис. 1).

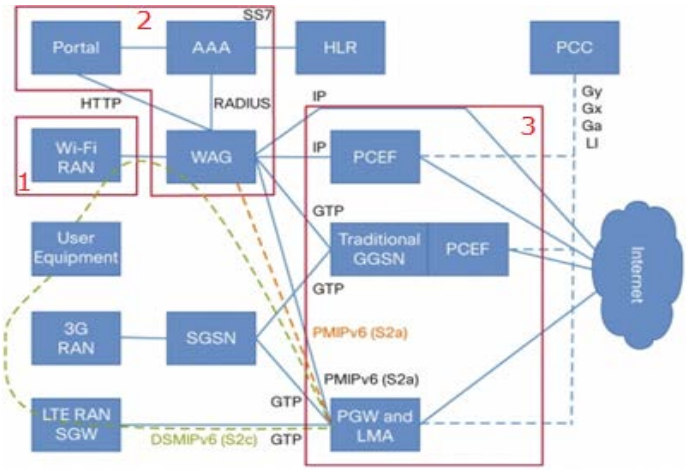


Рис. 1. Архитектура гетерогенной сети Wi-Fi/3G/LTE [1]

Сеть Wi-Fi для разгрузки сети LTE состоит из трех частей:

1. Сеть радиодоступа Wi-Fi (Wi-Fi RAN);

2. Шлюз доступа Wi-Fi (WAG – Wi-Fi Access Gateway) и необходимые вспомогательные системы;

3. Элементы интеграции в пакетное ядро мобильной сети.

Технологию Wi-Fi Offload поддерживает оборудование различных вендоров. Например, компания Ericsson еще в 2014 году выпустила мультистандартную пикосоту RBS 6402 для помещений площадью до 5000 м^2, которая обеспечивает пиковые скорости до 300 Мбит/с, поддерживает до 10 различных частотных диапазонов и технологию управления трафиком в реальном времени Real-Time Traffic Steering, что позволяет бесшовно переключать мобильное устройство между сетями LTE-A CA, WCDMA и Wi-Fi 802.11ac [2]. Компания Huawei в свою очередь предложила аналогичное решение Lampsite pRRU3911 [3].

С другой стороны, среди вендоров и операторов в настоящее время наблюдаются явные тенденции к внедрению технологии LTE-LAA (License Assisted Access), специфицированной в rel.13 3GPP [4]. Стоит отметить, что оборудование ведущих вендоров, упомянутое выше, также поддерживает миграцию к LTE-LAA.

Технология LTE-LAA позволяет объединить диапазон частот в стандарте LTE, принадлежащий оператору на условиях лицензии, с участком нелицензируемого спектра Wi-Fi для увеличения пропускной способности канала связи. Таким образом, возникает проблема сосуществования сетей Wi-Fi операторского класса, используемых для Wi-Fi Offload, домашних сетей Wi-Fi и сегментов сетей LTE-LAA в диапазоне 5 ГГц.

Одним из решений, позволяющих решить данную проблему и избежать межсистемных помех, является применение механизма LBT (Listen Before Talk – «послушай, прежде чем сказать»). При LBT базовая станция, работающая в диапазоне Wi-Fi, периодически прерывает передачу в сети LTE и предоставляет доступ к спектру другим устройствам сети Wi-Fi. В результате эксперимента, проведенного компанией МТС на тестовом фрагменте сети, было выяснено, что применение LBT сокращает пропускную способность сети LTE-LAA на 10-15% по сравнению с тестом системы при отключенном механизме прослушивания [5].

Исследованиям взаимодействия и сосуществования сетей Wi-Fi и LTE-LAA посвящен целый ряд работ. Так, в [6] обозначена проблема влияния резервирующего сигнала на пропускную способность и справедливость распределения ресурсов в сетях LTE-LAA и Wi-Fi.

В [7] группа исследователей из университетов Чикаго и Вашингтона предлагает подход к развертыванию сети LTE-LAA с поддержкой LBT на основе сценария, представленного на рис. 2. В работе приведены результаты моделирования воздействия порога обнаружения энергии (Energy Detection – ED) в рабочем спектре точкой доступа Wi-Fi на определение возможности использования канала и изучено его влияние на пропускную способность Wi-Fi и LTE-LAA.

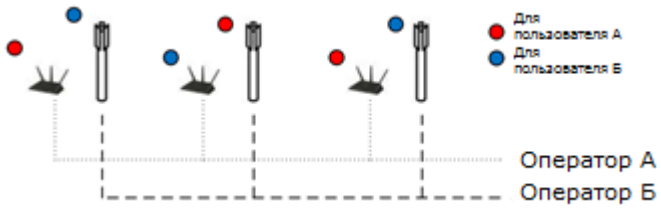


Рис. 2. Сценарий оценки качества передачи данных [3]

Ключевой особенностью данного исследования является имитационное моделирование загруженной сети Wi-Fi и наличие подтверждающих экспериментальных данных, полученных с использованием платформы National Instruments Labview.

В [8] рассматриваются два метода Wi-Fi Offload: 1) Гибкий, при которой передача данных переводится в сеть Wi-Fi только когда мобильный узел имеет установленную связь с точкой доступа Wi-Fi; 2) Отложенный, когда передача данных откладывается до установления соединения с точкой доступа в будущем. Авторами разработана соответствующая аналитическая модель и приведены результаты моделирования, демонстрирующие влияние среднего времени пребывания абонента в соте, границы задержки, изменчивости времени пребывания в сети Wi-Fi, скорости передачи данных Wi-Fi и средней продолжительности сеанса на эффективность Wi-Fi Offload. Однако эта модель неприемлема для передачи потокового видео или голоса (VoIP).

Многие опубликованные результаты, основанные на моделировании или экспериментах, противоречивы и не подаются проверке. В итоге имеется разделение на две точки зрения: исследователи либо утверждают, что «справедливое» разделение канальных ресурсов между устройствами технологий Wi-Fi и LTE-LAA возможно при некоторых установленных правилах, либо доказывают негативное влияние и несправедливость сосуществования из-за наличия сигналов LTE в нелицензируемой полосе частот. Таким образом, очевидна необходимость дальнейших исследований в данной области.

Для исследования проблемы сосуществования сетей Wi-Fi и LTE-LAA необходимо разработать имитационную модель гетерогенной сети, позволяющую оценить влияние различных параметров и ограничений на скорость и качество передачи данных при использовании Wi-Fi Offload. При этом целесообразно опираться на сценарии, описанные в техническом отчете 3GPP TR 36.889 [4]. Также важно предусмотреть соответствие параметров разрабатываемой модели сети требованиям к RLAN, изложенным в гармонизированном европейском стандарте ETSI EN 301 893 [9], а именно:

- использование механизма доступа к сети Wi-Fi, учитывающего наличие устройств, работающих по другой технологии;
- использование механизма проверки доступности канала (Channel Availability Check – CAC);
- использование механизма динамического выбора частотного канала (Dynamic Frequency Selection – DFS);
- использование механизма управления мощностью передачи (Transmit Power Control –TPC);

- ограничения, накладываемые на максимально допустимый уровень мощности и длительность непрерывной передачи данных.

Модель сети должна включать в себя модели отдельных механизмов и выводить данные в виде таблиц или графиков (рис. 3).

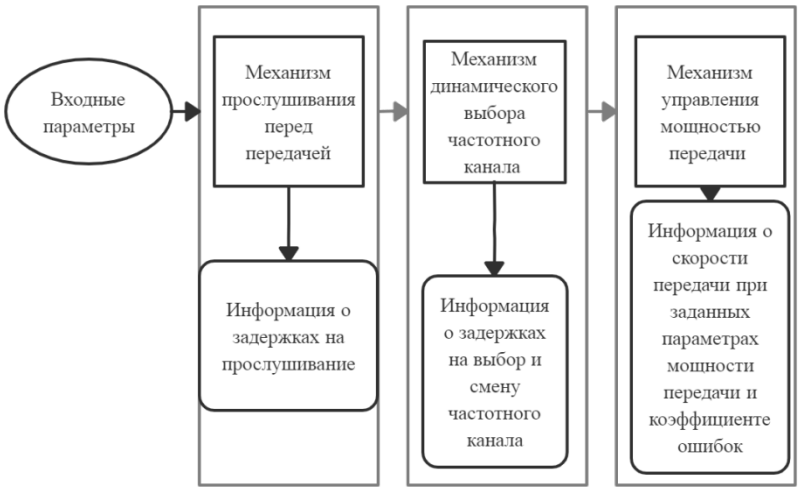


Рис. 3. Проект имитационной модели для исследования влияния ограничительных мер на скорость и качество передачи данных

Для моделирования можно использовать среду MATLAB со встроенными расширениями WLAN Toolbox, LTE Toolbox, среду Labview или симулятор NS-3 с модулем LBT Wi-Fi Coexistence [10], позволяющие оценить успешность приема при различных физических параметрах гетерогенной сети.

В имитационной модели необходимо реализовать:

- работу систем в условиях ограниченной мощности и частотного диапазона;
- настройку алгоритмов взаимодействия сегментов сети при балансе нагрузки и задания порогов принятия решений о переходе абонента в сеть Wi-Fi и обратно;
- задержку при имитации выбора или смены частотных каналов.

Таким образом, выполненный анализ состояния проблемы показал, что в процессе дальнейшей работы следует изучить механизмы сосуществования и взаимодействия сегментов сети Wi-Fi и сети LTE-LAA при внедрении технологии Wi-Fi Offload, и реализовать их на имитационной модели в среде MATLAB, Labview или симуляторе NS-3. При этом необходимо исследовать различные сценарии подключения к сетям радиодоступа или перехода между ними и определить влияние различных ограничивающих факторов на скорость и качество передачи данных.

Список используемых источников

1. Architecture for Mobile Data Offload over Wi-Fi Access Networks [Электронный ресурс] // URL: https://community.cisco.com/kxiwq67737/attachments/kxiwq67737/4441-docs-sersviceproviers/5087/1/Architecture%20for%20Mobile%20Data%20Offload%20Over%20WiFi%20Access%20Networks%20White%20Paper.pdf (дата обращения 10.11.2020).

2. Ericsson и Telefónica продемонстрировали работу LTE-U в коммерческой сети. 31.03.2016 [Электронный ресурс] // URL: https://www.ericsson.com/ru/press-releases/3/2016/telefonica-lte (дата обращения 15.11.2020).

3. Description: pRRU3911 V100R012C10 [Электронный ресурс] // URL: https://ru.scribd.com/document/465089670/pRRU3911-Description (дата обращения 11.11.2020).

4. 3GPP TR 36.889 – Feasibility Study on Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum (rel. 13) 2015 г.

5. МТС на пути к 5G объединила LTE и Wi-Fi [Электронный ресурс] // URL: https://spb.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-rossii-i-mire/2017-07-20/mts-na-puti-k-5g-obedinila-lte-i-wi-fi (дата обращения 11.11.2020)

6. Логинов В.А., Ляхов А.И., Хоров Е.М. Совместное существование сетей Wi-Fi и LTE-LAA: открытые проблемы [Электронный ресурс] // Информационные процессы: электрон. научн. журн. 2018. Том 18. № 3, стр. 197–209. URL: http://www.jip.ru/2018/197-209-2018.pdf (дата обращения 11.11.2020).

7. M.Mehrnoush, V.Sathya, S.Roy, M.Ghosh Analytical Modeling of Wi-Fi and LTE-LAA Coexistence: Throughput and Impact of Energy Detection Threshold [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/323626888 (дата обращения 14.11.2020)

8. Efficiency Analysis of WiFi Offloading Techniques Dongeun Suh, Haneul Ko, Sangheon Pack [Электронный ресурс] // URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84970024834&origin=inward&txGid=5cdb447e28b5c3aa5193387c2317391b (дата обращения 17.11.2020)

9. ETSI. 301 893 V2.1.1 (2017-05): Broadband radio access networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive 2014/53/EU. [Электронный ресурс] // URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301800_301899/301893/02.01.01_60/en_301893v020101p.pdf (дата обращения 18.11.2020).

10. LBT Wi-Fi Coexistence Module Documentation [Электронный ресурс] // URL: https://www.nsnam.org/~tomh/ns-3-lbt-documents/html/_sources/lbt-wifi-coexistence.txt (дата обращения 16.11.2020).

УДК 621.396.949
ГРНТИ 90.27.35

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА КВ-ДИАПАЗОНА

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

В статье рассматриваются особенности измерений параметров сигнала в КВ диапазоне. Приводится пример измерения собственных шумов и фазового шума для одного из КВ-приемников. Зная коэффициент шума и усиления отдельных каскадов приемной системы, можно контролировать всю систему в целом. Часто именно коэффициент шума считается тем параметром, который отличает одно приемное устройство от другого.

КВ-диапазон, измерение параметров сигнала, особенности измерений, замирание радиосигналов.

К коротким волнам относятся радиоволны, длина которых достигает от 100 до 10 м (частоты 3—30 МГц). Плюсом работы на таких волнах является возможность создания направленных антенн [1]. Если ионосфера однородна в горизонтальном направлении, то траектория волны становится симметричной, а минимальное расстояние скачка, для которого выполняется условие отражения, называют расстоянием зоны молчания (ЗМ). Для отражения волны необходимо, чтобы рабочая частота была не выше значения максимально применимой частоты (МПЧ), являющейся верхней границей рабочего диапазона для данного расстояния.

Наименьшая применимая частота (НПЧ) определяется из условия, что при мощности передатчика в 1кВт напряженность электрического поля сигнала должна превышать уровень шумов, то есть поглощение сигнала в слоях ионосферы должно быть не больше допустимого. Электронная плотность ионосферы меняется в течение суток, в течение года и периода солнечной активности, следовательно, изменяются и границы рабочего диапазона, что приводит к необходимости изменения рабочей длины волны в течение суток.

Замираниями (федингом) радиосигнала называют сопровождающееся измерение уровня принимаемого сигнала при приеме коротких волн, которое носит случайный и временной характер. Одним из эффективных способов против замирания является разнесение антенн по поляризации, когда происходит одновременный прием на вертикальную и горизонтальную антенны с последующим сложением сигналов после детектирования.

Чувствительность приемника — это минимальное напряжение сигнала на его входе, благодаря которому обеспечивается заданное отношение сигнал/шум (С/Ш) на его выходе. Принято считать, что уверенное прослушивания слабых сигналов и собственных шумов возможно при таком усилении приемника, когда соотношение сигнал/шум составляет 3/1. Слабые сигналы можно прослушать при чувствительности приемника не хуже 0,5 - 1 мкВ [2].

Односигнальная избирательность определяется исключительно характеристикой избирательного элемента приемника, то есть его фильтра основной селекции (ФОС). Диапазон возможных уровней КВ сигналов, поступающих на вход приемника, достигает 100 и более дБ (см. табл.1). В обратном случае возможна ситуация, когда оператор пытается принять достаточно слабую радиостанцию, на пределе слышимости, а вблизи включается радиостанция с уровнем на 100 дБ превышающим уровень нужной станции. При таком уровне двух сигналов сильный способен полностью перекрыть слабый сигнал. Но если приемник обладает способностью принимать самые слабые сигналы при одновременном воздействии на вход приемника не попадающих в полосу пропускания самых сильных сигналов, то тогда величина избирательности по соседнему каналу должна быть как можно больше [3].

Таблица1. Реальные значения величин сигналов в КВ приемнике.

Оценка по шкале S	Качественная оценка	Напряжение сигнала на входе приемника, мкВ
1	Едва слышен, прием невозможен	0,2
2	Очень слабые сигналы, прием невозможен	0,4
3	Очень слабые сигналы, прием с большим напряжением	0,8
4	Слабые сигналы, прием с небольшим напряжением	1,5
5	Удовлетворительные сигналы, прием почти без напряжения	3
6	Хорошие сигналы, прием без напряжения	6
7	Умеренно громкие сигналы	12
8	Громкие сигналы	25
9	Очень громкие сигналы	50
9 ÷ 20 дБ	Еще более громкие сигналы	500
9 ÷ 40 дБ	Чрезвычайно громкие сигналы	5000
9 ÷ 60 дБ	Самые громкие сигналы	50000

Ослабление чувствительности по зеркальному каналу считается как отношение величин входных напряжений на частоте зеркального канала и частота настройки, выраженная в децибелах. Для этого нужно провести вычисления по формуле:

$$K_c(\text{дБ}) = 20 * log(\frac{U_{fg}}{U_{fc}}),$$

где U_{fg} – напряжение с частотой на 3 кГц выше (ниже) U_{fc}, U_{fc} – немодулированное напряжение, равное фактической чувствительности.

Зеркальная частота канала фактически попадает в соседний канал снизу или сверху по частоте в зависимости от того, какая боковая полоса, верхняя или нижняя, является основной. Но у такого канала есть один существенный изъян – он принимается с инвертированием спектра. То есть его верхние частоты модуляции будут в смесителе перенесены в нижние и наоборот. Если правильный

соседний канал ослабляется параметрами ФНЧ, то неправильный соседний канал (он же зеркальный) подавляется параметрами НЧФ.

Измерение ослабления чувствительности к сигналу промежуточной частоты производится на частотах настройки 14,15 и 3,6 МГц.

Ослабление чувствительности к сигналу промежуточной частоты определяется отношением значений входных напряжений на частотах ПЧ-1 и 14,15 МГц и выражается в децибелах по формуле:

$$K_{\text{пч}-1}(\text{дБ}) = 20 * \log(\frac{U_{f\text{пч}-1}}{U_{fc}})$$

где $U_{f\text{пч}-1}$ – входное напряжение на частотах ПЧ-1 и 14,15 МГц. Это измерение аналогично можно провести и в НЧ диапазоне 3,5 МГц.

На данный момент существует государственный стандарт Российской Федерации, так называемый ГОСТ Р 52016-2003 о приемниках магистральной радиосвязи гектометрового-декаметрового диапазона волн, который включает в себя все параметры, общие технические требования и методы измерений.

Для измерения основных параметров сигнала КВ-диапазона понадобятся следующие приборы [4]: генератор стандартных сигналов (ГСС) или, что тоже, но современнее, - высокочастотный генератор сигналов (ГСВ); измеритель выхода (ИВ); частотомер (ЧЭ); милливольтметр (МВ).

Также для измерений необходимы экранированные кабели с требуемым волновым сопротивлением 50 (75) Ом, и экранированный эквивалент антенны 50 (75) Ом. На выходе приемника нужно иметь нагрузочное сопротивление с номиналом, равным активному сопротивлению телефонов (громкоговорителей). Кроме того, понадобится осциллограф для контроля за отсутствием искажений в выходном сигнале.

Для примера возьмем пункт 6.4.3 ГОСТа: коэффициент шума приемника измеряют по схеме, которая приведена на рисунке 1, с помощью генератора шумового сигнала.

Коэффициент шума так важен и интересен для рассмотрения, поскольку его можно использовать не только как критерий оценки работы всей приемной системы в целом, но и как одну из ключевых характеристику отдельных СВЧ-компонентов, таких как усилители и смесители, которые образуют эту систему. Основным способом снижения вероятности бит-ошибок при приеме и обработке цифровых потоков является усиление полезного сигнала радиоэлектронными устройствами, которые имеют низкий уровень собственных шумов. Так мы получаем, что измерения коэффициента шума необходимы, чтобы иметь уверенность в том, что шум, вносимый элементами приемной системы, допустимый.

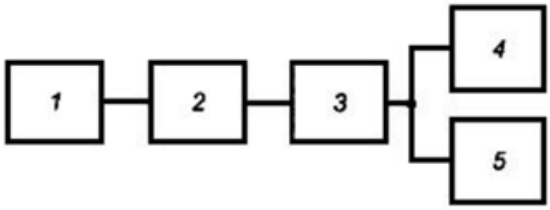


Рис. 1. Обобщенная схема приемного устройства для проверки коэффициента шума.

На схеме приняты обозначения: 1 - генератор шумовых сигналов; 2 - согласующее устройство (эквивалент антенны); 3 - приемник; 4 - эквивалент нагрузки; 5 - вольтметр переменного тока.

Измерение выполняют на двух частотах каждого поддиапазона. Исключения прописываются в технических условиях на приемники конкретных типов. Усиление приемника предварительно регулируют до получения собственных шумов на выходе на 20 дБ ниже номинального значения уровня выходного сигнала, после чего от генератора подают такой уровень шумового сигнала, при котором показания вольтметра увеличиваются на 3 дБ.

Коэффициент шума приемника определяют по показаниям генератора шумового сигнала. Наибольшее из полученных значений в диапазоне частот принимают за коэффициент шума приемника [4].

В качестве исследуемого устройства возьмем радиоприемник Rohde Schwarz EB-200 Miniport. Данный приемник обладает низким уровнем собственных шумов, равный 13 дБ (рис. 2), что обеспечивает условия, указанные в ГОСТе Р 52016-2003, и позволяет выполнять самые сложные измерительные задачи в КВ диапазоне.

Рис. 2. Результат измерения собственного шума радиоприемника Rohde Schwarz EB-200 Miniport.

В статье рассмотрены все параметры приемников КВ диапазона и особенности измерений параметров сигнала согласно нормам ГОСТа Р 52016-2003. В качестве примера рассмотрен один из пунктов методики измерения и на примере измерения собственных шумов приемника Rohde Schwarz EB-200 Miniport было доказано, что коэффициент шума соответствует нормам и позволяет однозначно идентифицировать устройство.

Список используемых источников

1. А.Н. Заморока "Основы любительской радиосвязи". Справочное пособие для начинающих и опытных коротковолновиков. Издание 6-е, переработанное и дополненное.– Хабаровск, 2013.
2. Б.Г. Степанов, Я.С. Лаповок, Г.Б. Ляпин. Любительская радиосвязь на КВ/ Справочник под ред. Б.Г. Степанова. – М., Радио и связь, 1991.
3. В. Лифарь. QRP-трансивер прямого преобразования. - "РД", №4, 1996.
4. ГОСТ Р 52016-2003 Приемники магистральной радиосвязи гектометрового-декаметрового диапазона волн. Параметры, общие технические требования и методы измерений.

УДК 621.396.949
ГРНТИ 47.43.15

РЕШЕНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПИЛОТ-СИГНАЛА В КВ РАДИОКАНАЛЕ С ЗАМИРАНИЯМИ

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

В статье представлено решение для увеличения пропускной способности коротковолнового физического уровня. Новый физический слой позволит улучшить адаптивность формы сигнала к изменениям канала, в частности, ограничить повторные передачи из-за ошибок. Принимая во внимание существующую занятость КВ-диапазона и его высокий уровень помех, предлагаемый подход опирается на узкополосное (3 кГц) несмежное соединение каналов.

КВ-передача, высокая скорость передачи данных, широкополосная КВ-связь, адаптивная форма сигнала.

В течение прошлого века коротковолновые сигналы разрабатывались для передачи голоса или низкоскоростных данных с акцентом на стабильность формы сигнала. Помимо очевидной важности устойчивости для обеспечения поддержания связи, основной причиной такого внимания к надежности является крайняя изменчивость ионосферной среды распространения, что привело инженеров к разработке специальных механизмов для борьбы с сильными замираниями, другими пользовательскими помехами.

Были определены две ключевые проблемы: первая заключается в увеличении битрейта на физическом уровне, а вторая - в успешном управлении физическим уровнем как в отношении потребностей прикладного и транспортного уровней, так и в отношении потенциальных вариаций канала распространения. Увеличение используемой полосы пропускания в КВ-спектре может быть непростым делом, принимая во внимание существующие используемые системы распределенные по всему миру. Это привело к возникновению вопросов о целесообразности применения стандарта MIL STD 188-110C приложение D [1] в полевых условиях. Поэтому недавно было сделано еще одно предложение, связанное с так называемым подходом "HF XL”. Он полагается на узкополосное (3 кГц) соединение несмежных каналов, чтобы увеличить полосу передачи, выбирая при этом только те каналы, где ожидаемое отношение сигнал/шум достаточно хорошее, чтобы обеспечить хорошую передачу.

После внедрения MIL STD 188-110C в 2011 году возникли вопросы о возможности получения достаточного распределения полос частот для обеспечения эффективного использования этой новой формы сигнала.

В настоящей работе показано, что:

- свободные полосы 3 кГц легко найти в течение всего дня, несмотря на минимум в ночное время из-за пика перегрузки спектра,
- свободные полосы 12 кГц и 24 кГц заметно менее доступны, особенно для нижней части КВ-спектра, за исключением нескольких часов в день.

Следуя тенденции, введенной в приложении F MIL STD 188-110 B, и ее прямому расширению, предложенному Йоргенсоном и др. в 2000 году [3], мы рассмотрели процесс множественной модуляции поднесущих и широкополосное радио (200 кГц). Как показано на рис. 1, каждая несущая поддерживает последовательную форму сигнала 3 кГц, таким образом, чтобы соответствовать традиционному распределению частот 3 кГц с одной боковой полосой (SSB) внутри радиодиапазона 200 кГц. Неиспользуемые каналы не выбираются либо потому, что они не авторизованы для рассматриваемого канала, либо потому, что они возмущены помехами.

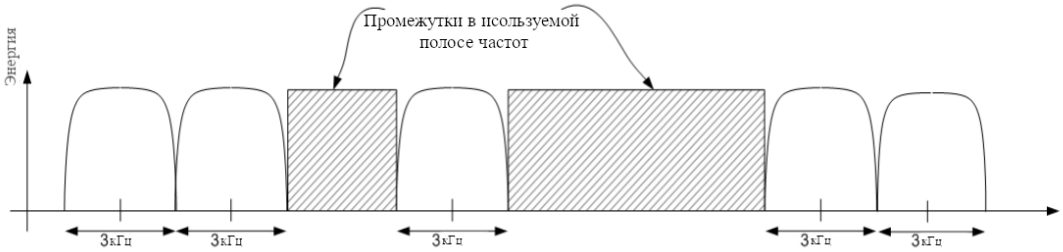


Рис. 1 – принцип множественной несущей HF XL.

Система основана на многоканальных модуляционных паттернах, называемых суперкадрами. Количество используемых каналов, положение каналов в радиодиапазоне, уровень мощности элементарного канала и тип модуляции, используемой на каждом канале, изменяются от одного суперкадра к другому. Это позволяет передающей радиостанции оптимизировать пропускную способность.

Формат суперкадра был определен для совместимости с STANAG 4539 [2] и MIL STD 188-110C приложение F “ISB” [1]. Он состоит из начальной преамбулы синхронизации (пилот-сигнала), за которой следуют 72 кадра чередующихся данных и известных символов. Каждый кадр данных состоит из блока данных, состоящего из 256 символов данных, за которым следует зондирующий кадр, состоящий из 31 символа известных данных. Преамбула состоит из трех частей:

- последовательность управления мощностью передатчика/автоматической регулировки усиления (TLC/AGC), включая дополнительную последовательность символов D для обеспечения смещения между каналами.
- основная преамбула синхронизации, совместимая с преамбулой STANAG 4539,
- расширенная преамбула синхронизации, специфичная для HF XL. Эта последняя часть, не включенная при работе в соответствии с режимами 4539 или ISB, объединяется с основной преамбулой для передачи всей информации, необходимой для формы волны HF XL, в частности информации о выборе модуляции для каждого канала. Кроме того, вводится специальная возможность резервирования, которая обеспечивает устойчивость к потере канала до тех пор, пока число каналов больше или равно 3.

Преамбула содержит 14 дополнительных битов, определенных следующим образом:

- 4-битная модуляция “M” $M_0M_1M_2M_3$, идентифицирующая модуляцию, используемую на канале,
- 4-битный код “K” ($K_0K_1K_2K_3$), идентифицирующий номер канала (от 1 до n),

- 4-битный код “X” ($X_0X_1X_2X_3$), который обеспечивает, в зависимости от значения K по модулю 3, используемый код прямой коррекции ошибок, используемый перемежитель и общее количество рассматриваемых каналов.

- дубликат кода M (M’3, M’2, M’1, M’0) соседнего канала m+1 по модулю n для возможности резервирования,

- 14-й бит " R " устанавливается в 0, когда количество каналов равно или больше 3.

Для достижения высокой пропускной способности различные каналы распространения тщательно и индивидуально контролируются. Этот процесс оптимизирует параметры передачи, чтобы обеспечить максимальную скорость передачи данных при минимальной частоте битовых ошибок. Это роль протокола динамического контроля скорости (DRC).

Традиционно механизм DRC приводится в действие функцией автоматического запроса на повторение (ARQ), которая не использует преимущества тонкой характеристики канала, доступной на уровне модема, такой как коэффициент ошибок модуляции или оценка канала. В случае сигнала HF XL протокол DRC должен определить наиболее эффективную комбинацию для каждого канала.

Обозначив P_{tot} общей мощностью доступной для композитного сигнала, и $P = \left[P_i^j\right]_{i=1..n}^{j=1..n}$ матрицей необходимого уровня мощности для каждого из j-го наблюдаемого канала распространения для обеспечения корректной передачи с использованием i-го типа модуляции алгоритм DRC должен решить следующую задачу максимизации:

$$max \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} x_{i,j} d_i$$

при ограничениях целостности C_0 и полной мощности C_1

$$(C_0): x_{i,j} \in \{0;1\}, \sum_{i=1}^{n} x_{i,j} = 1 \forall j, (C_0): \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} x_{i,j} P_i^j \leq P_{tot}$$

$$\text{с } P_i^j \leq P_i^{j+1} \text{ и } d_i > d_{i+1} \forall i$$

Принимая во внимание информацию, уже присутствующую в полях преамбулы HF XL, механизм DRC должен только информировать приемник в случае добавления нового канала к составному сигналу, чтобы гарантировать, что приемник обрабатывает соответствующие добавленные каналы. Эта информация передается через техническое сообщение, встроенное в поток данных, для применения в скрытом суперкадре.

На рис. 2 представлен захват приемного интерфейса испытательного стенда в пяти различных случаях автоматического адаптационного теста. Следующие шаги автоматически выбираются алгоритмом для сходимости с битрейтом 92 кб/с:

- Шаг 1: запуск системы с четырьмя заранее выбранными частотами, согласованными передатчиком и приемником. Всех четырех каналов используется модуляция QPSK,

- Шаг 2: после оценки канала в течение нескольких кадров сторона RX информирует передатчик о качестве других каналов, разрешенных в полосе 200 кГц. Четыре из этих каналов были выбраны и интегрированы в сигнал с несколькими несущими с помощью QPSK модуляции,

- Шаг 3: после повторной оценки в течение нескольких кадров шесть новых каналов добавляются к сигналу с несколькими несущими и двум каналам приписывается более высокая скорость модуляции данных: 16-QAM,

- Шаг 4: добавляется последний канал, модифицируются несколько канальных модуляций, что приводит к множественному несущему сигналу из 15 каналов с 64-QAM, 32-QAM и 8-PSK модуляциями.

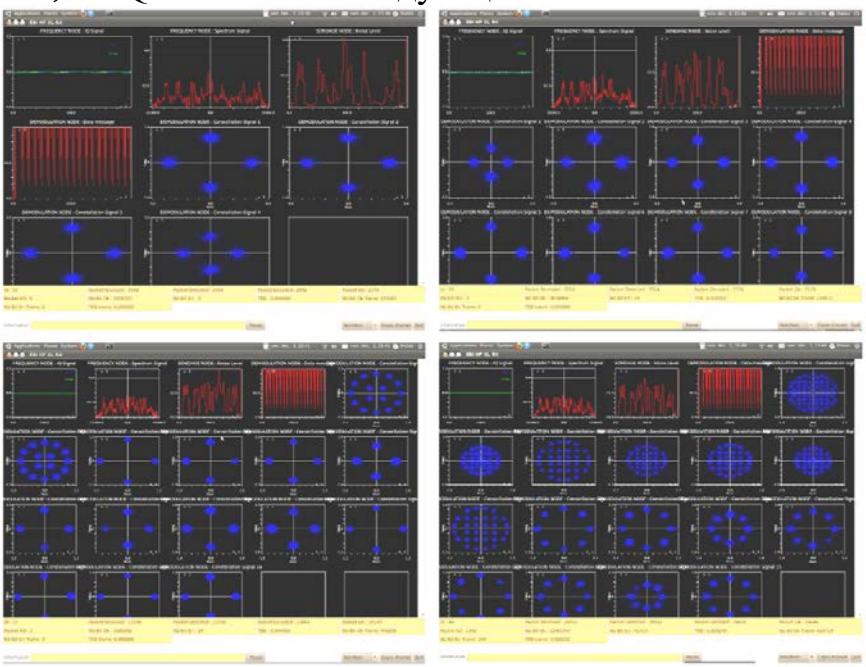


Рис. 2 – автоматическая адаптация для формы волны HF XL: иллюстрация 4 различных шагов, сходящихся к каналу связи 92 Кбит/с.

В данной статье предлагается новая широкополосная высокочастотная форма сигнала с высокой скоростью передачи данных. Используя несколько несмежных каналов, оцениваемых по их качеству, и адаптируя уровни мощности и модуляции, используемые на каждой несущей, к фактическим условиям распространения, форма волны HF XL позволяет достигать пропускной способности выше 100 Кбит/с, соблюдая при этом существующие распределения спектра КВ. Кроме того, форма волны HF XL может быть легко адаптирована к присутствию помех и внутренне устойчива к ошибкам.

Список используемых источников

1. MIL-STD-188-110C, Military Standard: interoperability and performance standards for data modems, September 2011.

2. STANAG 4539 (Ed. 1), Nato Standardization Agreement: “Technical Standards for Non-hopping HF Communications Waveforms”, (June 2005).

3. M.B. Jorgenson, R.W. Johson, K.W. Moreland, W.M. Bova and P.F. Jones, “Meeting military requirements for increased data rates at HF”, IEEE Milcom’00, vol.2, pp. 1149-1153, October 2000.

УДК 621.396.62
ГРНТИ 47.47.31

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ПРИЕМНИКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕШЕНИЯХ

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

Технология ultra-wideband предлагает привлекательные решения во многих приложениях беспроводной связи, включая беспроводные индивидуальные сети, беспроводную телеметрию и телемедицину, а также беспроводные сети датчиков. Благодаря своему широкому рабочему диапазону, ultra-wideband потенциально может обеспечить для приложений с малым радиусом действия намного большую пропускную способность, чем у существующих узкополосных систем. В работе представлен сравнительный анализ когерентных и некогерентных ultra-wideband приемников, выделены сходства и различия. Представлены выводы о целесообразности выбора того или иного приемника при проектировании сети с использованием ultra-wideband.

UWB-системы, приемники, RAKE, импульсное радио.

По мере того как системы беспроводной связи совершают переход от беспроводной телефонии к интерактивным интернет-ресурсам и мультимедийным типам приложений, стремление к более высокой скорости передачи данных чрезвычайно возрастает. Поскольку все больше и больше устройств становятся беспроводными, будущие технологии столкнутся со спектральной загруженностью, и сосуществование беспроводных устройств станет серьезной проблемой. Учитывая ограниченность частотного ресурса, удовлетворение спроса на более высокую пропускную способность и скорость передачи данных является сложной задачей, требующей инновационных технологий, которые могут сосуществовать с устройствами, работающими в различных частотных диапазонах. UWB, который в прошлом рассматривался в первую очередь для использования с радиолокационными приложениями, предлагает привлекательные решения для многих областей беспроводной связи, включая беспроводные персональные сети (WPANs), беспроводную телеметрию и телемедицину, а также беспроводные сети датчиков. Обладая широкой полосой пропускания, ultra wideband потенциально может предложить гораздо более высокую пропускную способность, чем современные узкополосные системы. Другие преимущества UWB включают передачу низкого уровня мощности, потенциал для недорогой и простой конструкции приемопередатчика, невосприимчивость к эффектам многолучевости, устойчивость к прослушиванию и более легкое проникновение в материал.

Разработка простого и недорого приемопередатчика UWB, который обладает малыми размерами, низким энергопотреблением, обеспечивающий высокую пропускную способность и высокие скорости передачи, представляет

сложную задачу. Существует несколько приемников, предлагаемых для сверхширокополосной связи. Полностью когерентные приемники, с оптимальной согласованной фильтрацией, обычно реализуемые при помощи метода RAKE, работают хорошо, но за счет чрезвычайно высокой вычислительной и аппаратной сложности. В общем случае когерентный приемник требует нескольких параметров, связанных с принимаемым сигналом, радиоканалом и характеристиками помех. Для оптимального когерентного приема необходимо оценить многолучевые задержки, коэффициенты канала для каждой задержанной многолучевой компоненты и искажение формы импульса [1].

Помимо когерентных приемников RAKE, используются некогерентные методы приема, такие как UWB-IR-TR и UWB-IR-ED [2]. Общим для всех этих подходов является то, что оценка канала и оценка принятого импульса не являются необходимыми. Кроме того, оценка времени проще, а производительность приемника более невосприимчива к рассогласованию времени [1].

Структуры RAKE состоят из согласованного фильтра, который соответствует форме сигнала передачи, представляющей один символ, и линии задержки, которая соответствует импульсной характеристике канала. Эта структура может быть реализована в виде ряда корреляторов. RAKE приемники (рис. 1) используются благодаря их способности улучшать энергию принимаемого сигнала в многолучевом затухающем канале. Работу RAKE приемников можно охарактеризовать как разновидность временного разнесения. Приемники RAKE позволяют увеличить соотношение сигнал / шум за счет сочетания различных компонентов сигнала. Есть, как правило, три типа RAKE приемников: all-Rake (ARAKE), selective-Rake (SRAKE) и partial-Rake (PRAKE). В идеале приемник ARAKE захватывает всю мощность принимаемого сигнала, так как число ветвей равно числу многолучевых составляющих (рис. 2а).

S-RAKE использует только L самые сильные пути распространения. Чтобы использовать S-RAKE приемники, необходима информация о канале. Алгоритмы оценки каналов должны быть использованы для получения этой априорной информации. SNR максимизируется, когда обнаруживаются самые сильные пути. На рис. 2б показаны многолучевые компоненты, используемые системой S-RAKE. Сложность приемника S-RAKE значительно уменьшена по отношению к A-RAKE только путем выбора тех многолучевых компонент, имеющих значительную величину.

В примере канала профиль, показанный на рис. 2б, выбирается только L = 7 из самых сильных путей. В зависимости от профиля задержки канала выбранные пути могут быть последовательными или распределенными по всему каналу.

P-RAKE приемник, является упрощенным вариантом S-RAKE приемника. P-RAKE включает в себя объединение L первых путей распространения. Принцип, стоящий за этим заключается в том, что первые многолучевые компоненты, как правило, будут самыми сильными и содержат большую часть мощности принимаемого сигнала. Недостатком является то, что многолучевые компоненты, которые объединяет приемник P-RAKE, не обязательно являются самыми

сильными, поэтому оптимальная производительность не будет достигнута. На рис. 2в показано следующее: P-RAKE для L = 7 ветвей, использующих тот же профиль канала, что и в предыдущих примерах.

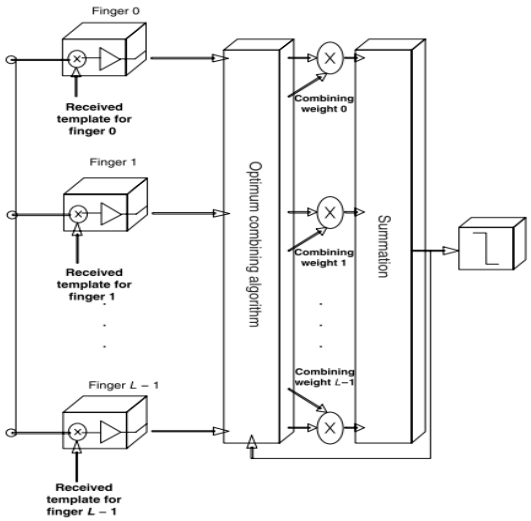


Рис. 1. Структурная схема Rake приемника [1]

В идеальных условиях A-RAKE превосходит S-RAKE которые обычно превосходят P-RAKE. Однако, если самые сильные пути распространения находятся в начале импульсной характеристики канала, то S-RAKE и P-RAKE дадут одинаковую производительность [3].

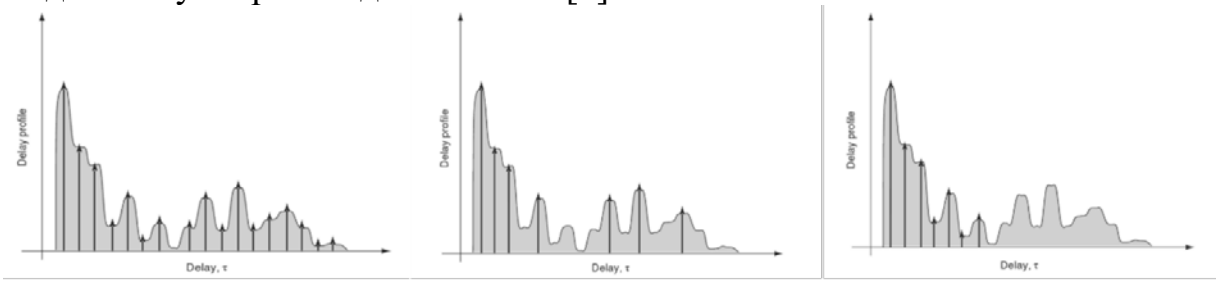


Рис. 2. Принцип работы RAKE приемников [3]

В последнее время возрос интерес к применению в UWB системах схем с передачей контрольной частоты – TR. Основной принцип работы приемника TR состоит в том, что вместе с модулированными импульсами данных передается опорный немодулированный импульс. Опорные и информационные импульсы передаются с определенной задержкой. Если эта задержка меньше, чем время когерентности канала, то можно считать, что влияние канала на эти импульсы одинаково. В схеме TR функции образцовых сигналов выполняют опорные, которые при демодуляции сопоставляются с информационными. В данном случае точная оценка канала в приемнике не требуется. Схема на основе TR имеет возможность накапливать энергию от всех многолучевых составляющих принимаемого сигнала с помощью простой приемной структуры (рис. 3). Однако это свойство получается за счет повышения мощности шума благо-

даря особенностям TR приемника, но это выгодно в условиях достаточно высокого и плотного многолучевого распространения [1].

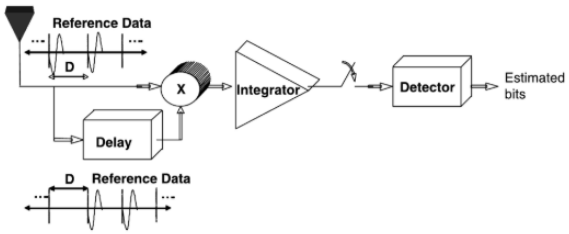


Рис. 3. Структурная схема TR-приёмника [1]

Детектор мощности - это некогерентный подход низкой сложности, используемый для приема UWB-сигналов, который достигается за счет деградации BER. На рис. 4 показана процедура обнаружения в обычном приемнике ED. Для выполнения обнаружения полученный UWB-сигнал сначала пропускается через BPF. Отфильтрованный принятый сигнал затем пропускается через устройство, которое используется для возведения сигнала в квадрат. После возведения в квадрат результирующий сигнал затем интегрируется с помощью интегратора, имеющего окно интеграции. Наконец, исходный переданный символ восстанавливается с помощью механизма обнаружения [1].

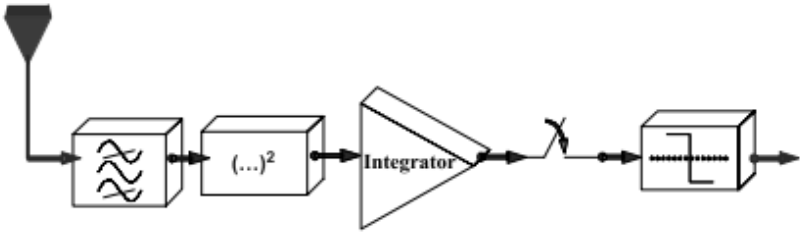


Рис. 4. Структурная схема детектора мощности [1]

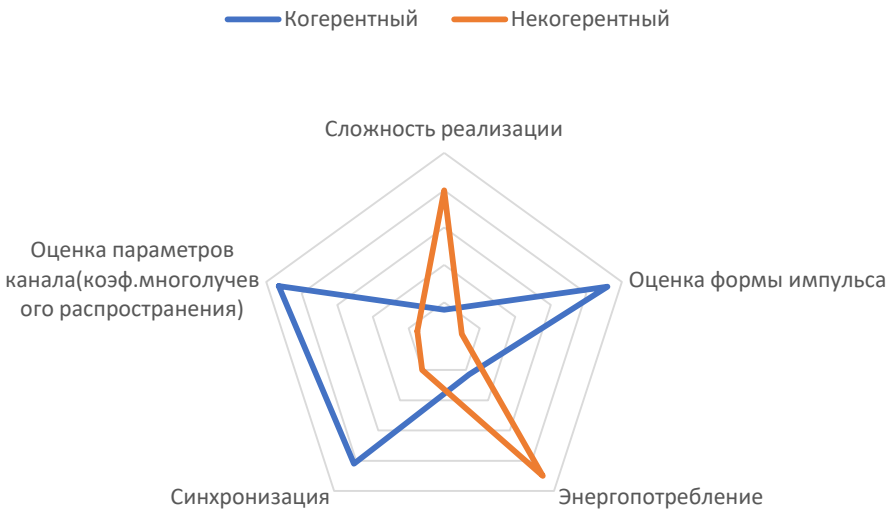


Рис. 5. Сравнение приемников

На основе выше изложенных принципов работы приемников были формулированы и изображены на графике (рис. 5) следующие критерии:

1) Сложность реализации – за единицу была принята максимальная простота реализации.
2) Низкое энергопотребление – количество потребляемой мощности.
3) Оценка формы импульса – сопоставление принятого сигнала с местным образцовым сигналом.
4) Оценка параметров канала – оценка коэффициентов многолучевого распространения и задержек.
5) Синхронизация – процесс, в результате которого приемник получает тот же опорный сигнал, что и передатчик.

Исходя из полученного графика можно сказать, что некогерентные приемники имеют низкое энергопотребление и довольно простую конструкцию. Некогерентные приемники хорошо себя показывают при приеме по неизвестному каналу или при сильном искажении сигнала, также при большом количестве многолучевых составляющих, в то время как когерентные приемники способны показывать лучшие качественные показатели при небольшом количестве многолучевых составляющих, но требуют более жесткой синхронизации, высокого энергопотребления и оценки формы импульса.

Список используемых источников

1. Arslan H., Chen A.N., Benedetto M.G., Ultra-Wideband Wireless Communication, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. pp. 157-178. ISBN 0-471-71521-2.

2. Navineni T.R. Impact of non-idealities and integrator leakage on the performance of IR UWB receiver front end. Master of science thesis. Stockholm, 2012. 8 p.

3. Oppermann I., Hämäläinen M., and Iinatti J., UWB Theory and Applications, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2004. pp. 68-71. ISBN 0-470-86917-8.

УДК 378.162.33
ГРНТИ 49.34.06

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕФАРМИНГУ В ИНТЕРЕСАХ 4-5 ПОКОЛЕНИЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

В. Е. Коротин, Т. А. Павлов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье затронуты правовые аспекты процедур рефарминга, однако большая ее часть уделена технической составляющей. Опираясь на уже существующий опыт рефарминга в РФ и за рубежом, можно составить примерную картину происходящего и вектор движения технических решений в данной области. В качестве основы были взяты исследования зарубежных коллег касательно различных форм рефарминга частот, использующихся технологиями GSM и CDMA для нужд 4 поколения мобильной связи. В частности, касательно динамического разделения спектра (Dynamic Spectrum Sharing), а также системы подложки OFDMA и CDMA, для возможности работы OFDMA сетей в спектре, предназначенном для CDMA сетей.

рефарминг, GSM, LTE, OFDMA, CDMA, M2M.

Частотный спектр – это конечный ресурс, у которого есть строго определенные границы, выйти за которые физически невозможно. В связи с этим, вместе с развитием технологий мобильной связи, все крупнее назревал вопрос и об использовании частотного спектра. Ведь технологий и стандартов становится все больше, а частотный ресурс не увеличивается. К тому же, помимо конкуренции между новыми и старыми технологиями мобильной связи, в спектре также присутствовали или присутствуют и другие технологии – например, аналоговое телевидение, спутниковая связь и т.д.

Обсуждение процедур рефарминга началось еще во времена роста технологий третьего поколения мобильной связи [1], но весомость и сложность этих решений с каждым поколением только усиливается. При разработке первого стандарта LTE рефарминг частот стал еще более актуален. Это было связано с тем, что стандарт предполагал использование совершенно разных полос частот, исходя из того, какие из этих полос свободны в каждой конкретной стране, а также частотно-территориального плана каждого конкретного оператора сотовой связи. Необходимо было разработать механизмы и процедуры передачи частот, закрепленных за одной технологией, к другой, более новой. Это касалось и касается как юридических, так и технических аспектов вопроса.

Для начала, необходимо определиться, что следует считать рефармингом. Ни процедура, ни понятийный аппарат, касающийся рефарминга в настоящее время в РФ законодательно не определен. Также, в настоящий момент отсутствует законодательное регулирование возможности принудительного досрочного высвобождения частот, используемых устаревшими технологиями, в пользу технологий четвертого и пятого поколений мобильной связи. [2]

Поэтому необходимо обозначить определение объекта исследования. Итак, рефарминг – это перераспределение частот для более эффективного их исполь-

зования. Государственный регулирующий орган (в РФ это ГКРЧ) высвобождает какую-либо полосу от занятия устаревшей технологией, и вместе с тем разрешает операторам сотовой связи использовать данный диапазон для более новых и перспективных технологий. Наиболее яркий пример – в России стандарт GSM занимает две частотных полосы: 900 и 1800 МГц. На данный момент от его использования не могут отказаться окончательно, однако значительную часть частот из этих диапазонов передали под более новые стандарты: 900 МГц для UMTS и 1800 МГц для LTE. [3]

Наиболее близким термином, установленным нормативными актами, является технологическая нейтральность. У термина «технологическая нейтральность использования радиочастот» нет строгого определения на международном уровне. Согласно [4]: «Под технологической нейтральностью использования радиочастот понимается возможность оператора применять в конкретной полосе радиочастот, выделенной какому-либо оператору, ту или иную радио технологию без получения дополнительных специальных разрешений со стороны регулятора на отдельную технологию.»

В реализации процесса регулирования использования спектра выделяют две условных составляющих: юридическая и технологическая. Юридическая составляющая заключается в свободе выбора оператором мобильной связи радиотехнологии для использования на выделенном ему участке спектра. Это необходимо для гибкости и динамичности таких процессов, ведь на согласование смены радиотехнологии может уйти значительное время, хотя изменения в электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств (РЭС) при смене технологии будут несущественны [4]. Для реализации юридической составляющей необходимо внесение изменений в законодательную базу, обеспечивающую выдачу соответствующих лицензий.

Теперь, когда был разобран понятийный аппарат и юридическая составляющая вопроса, необходимо перейти к техническому аспекту.

Суть технологической составляющей состоит в строгом установлении условий использования полос частот для обеспечения допустимого уровня взаимного помехового влияния между сетями различных операторов в одной полосе частот и между технологиями в соседних полосах частот.

Технологическая составляющая может быть реализована различными методами, что обусловлено многообразием физических эффектов при возникновении помехового влияния между РЭС, а также сложностью законов распространения радиоволн и алгоритмов работы радиооборудования. Именно технологическая составляющая требует отдельного рассмотрения и согласования в рамках регулирования радиочастотного спектра при реализации технологической нейтральности.

Традиционно совместное использование спектра осуществляется двумя способами: совместное использование наложением спектра, которое позволяет вторичным пользователям по возможности получать доступ к неиспользуемому спектру унаследованных (первичных) пользователей, и совместное использование спектра на основе подложки, которое позволяет вторичным и основным

пользователям осуществлять совместную передачу в той же группе. Соответственно, существует два типа моделей рефарминга спектра: модель наложения и модель подложки. [5]

Поскольку в вопросе классификации типов рефарминга никакой стандартизации также не проводилось, единой утвержденной терминологии не существует, поэтому одни и те же методы могут называться по-разному. В частности, описанные выше методы во многих публикациях [6], [7] зовутся «динамическим» и «статическим» методами рефарминга спектра. Это говорит о том, что многие исследователи сходятся в своих рассуждениях относительно того, с помощью каких методик стоит производить рефарминг спектра; однако, единая концепция еще не утверждена.

Система рефарминга спектра, рассматриваемая в [5], подразумевает совместную работу OFDMA и CDMA технологий в одном и том же спектре, и что самое важное, на одной и той же антенне базовой станции. По сути, главный аспект предлагаемого решения заключается в корректном различении базовой станцией OFDMA и CDMA сигналов от UE одновременно в одном спектре. Для такой реализации предполагается разделение полосы частот CDMA на некоторое число ортогональных поднесущих. Таким образом, речь идет о модели подложки или же «статической» модели.

Система рефарминга спектра LTE/GSM, рассматриваемая в [6], которая работает в диапазоне GSM, относится к моделям наложения или «динамическим» моделям.

M2M-сегмент (Machine-To-Machine) мобильной сети обычно использует GSM ввиду его простоты, энергоэффективности и, что самое главное, малой конечной стоимости одного устройства (например, датчика). Также, M2M-устройства, оснащенные модулем GSM, проще продавать по всему миру, поскольку этот стандарт сотовой связи развернут практически в каждой стране и еще долго будет иметь самое обширное покрытие площади в мире среди всех стандартов сотовой связи. Производители оконечных устройств не будут спешить оснащать свой продукт поддержкой более новых поколений сотовой связи, ибо это поднимет цену одного устройства минимум в 3 раза. [6] Операторам же, в свою очередь, с каждым днем все менее выгодно выделять под стандарт GSM весь спектр, который был за ним закреплен изначально.

Приведенные выше обсуждения подразумевают, что операторам мобильной сети, возможно, придется продолжать предоставлять услугу GSM для устаревших устройств, особенно M2M, хотя они хотели бы перевооружить свой спектр GSM для LTE. В [6] авторы статьи предлагают новый подход к рефармингу: динамический рефарминг спектра (DSR) для сосуществования GSM и LTE. DSR позволяет провести полный рефарминг спектра GSM для LTE. Некоторые физические ресурсные блоки (РБ) LTE будут зарезервированы для передачи GSM, то есть eNodeB не будет распределять эти зарезервированные РБ для какого-либо пользовательского оборудования (UE) и, соответственно, подавлять опорные сигналы. При таком подходе операторы могут перевести свой спектр GSM в LTE, в то же время предоставляя возможность подключения

GSM своим клиентам с низкой скоростью передачи данных M2M. Более важно, что спектр может динамически распределяться между LTE и GSM просто путем регулировки количества зарезервированных РБ. Этот подход выгоден по сравнению со статическим разделением унаследованного спектра на часть для GSM и часть для LTE из-за более эффективного использования спектра. Кроме того, основная идея резервирования РБ LTE может быть применена и к другим сценариям; например, аналогичная идея используется для развертывания небольших сот LTE, совместно использующих тот же спектр, что и существующие сети GSM. [6]

Список используемых источников

1. URL: https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/04/refarmingcasestudyfrance20111130.pdf (дата обращения: 22.01.2020)
2. Гузанов К. А., Правовое регулирование деятельности по оказанию услуг связи в условиях их конвергенции. – М.: Юстицинформ, 2019. – 196 с.
3. Решение ГКРЧ от 11.12.2013 № 13-22-02 «Об использовании полос радиочастот 890 - 915 МГц и 935 - 960 МГц радиоэлектронными средствами стандарта UMTS и последующих его модификаций и полос радиочастот 1710 - 1785 МГц и 1805 - 1880 МГц для применения РЭС сетей связи стандарта LTE и последующих его модификаций»
4. URL: https://niir.ru/news/otkrytye-dannye/doklady-i-prezentacii-fgup-niir/texnologicheskaya-nejtralnost-ispolzovaniya-radiochastot-mezhdunarodnyj-opyt-polozhitelnye-i-otricatelnye-aspekty-vozmozhnosti-po-vnedreniyu-v-nekotoryx-polosax-chastot/ (дата обращения: 23.01.2020)
5. Han, Shiying & Liang, Ying-Chang & Soong, Bh. (2014). Spectrum Refarming: A New Paradigm of Spectrum Sharing for Cellular Networks. Communications, IEEE Transactions on. 63. 10.1109/TCOMM.2015.2418196.
6. Lin, Xingqin & Viswanathan, Harish. (2013). Dynamic Spectrum Refarming with Overlay for Legacy Devices. IEEE Transactions on Wireless Communications. 12. 10.1109/TWC.2013.092313.130227.
7. Lin, Xingqin & Viswanathan, Harish. (2013). Dynamic Spectrum Refarming of GSM Spectrum for LTE Small Cells. 10.1109/GLOCOMW.2013.6825068.

УДК 621.396.6
ГРНТИ 47.05.07

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛОВ РАДИОДОСТУПА

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

Достоверная передача информации является главной задачей радиосвязи в целом и развитие методов, способствующих достижению цели, сопутствовали развитию способов радиосвязи и радиодоступа. При появлении цифровых систем связи произошла активная цифровизация методов помехоустойчивости каналов радиосвязи. В докладе показано, что требования, предъявляемые к качеству радиоканалов в современных цифровых системах связи, существенно превосходят требования в аналоговых системах связи.

методы помехоустойчивости, помехоустойчивость аналоговых радиоканалов, помехоустойчивость цифровых радиоканалов.

Вопросы помехоустойчивости каналов радиосвязи на протяжении всего развития радиосвязи являлись одними из самых актуальных. Достоверная передача информации является главной задачей радиосвязи в целом. Развитие методов, способствующих достижению данной цели, развивается совместно с системами радиосвязи и радиодоступа. При появлении цифровых систем связи произошла активная цифровизация методов помехоустойчивости каналов радиосвязи.

Под помехоустойчивостью понимается способность информации противостоять вредному воздействию помех. При существующей в радиоканале помехе помехоустойчивость определяет точность (верность) передачи информации. Под верностью понимается мера соответствия принятого сообщения (сигнала) переданному сообщению (сигналу) с учетом помех, образующихся в радиоканале [1].

Рис. 1 – Основные методы повышения помехоустойчивости в системах связи [1]

Существует достаточно большое количество методов повышения помехозащищенности радиоканалов (рис. 1). Определение конкретного метода, который необходимо использовать при передачи данных по радиоканалу в каждом конкретном случае определяется с учётом сложности реализации задач, а также доступности технических возможностей системы связи. Чаще всего оптимальными системами связи с наибольшей эффективностью являются системы связи, использующие несколько методов повышения помехозащищенности одновременно.

По способу представления и передачи информации все системы радиодоступа можно разделить на аналоговые и цифровые (рис. 2). Аналоговые способы передачи в основном использовались в системах первого поколения, и в силу существующих недостатков, связанных, в первую очередь, с низким качеством передачи информации, в системах последующих поколений не применяются. Цифровые способы передачи информации являются более гибкими, прежде всего, благодаря широким возможностям цифровой обработки сигналов (DSP) и наличию управлении качеством передачи информации в пределах зоны обслуживания системы радиодоступа [2].

Рис. 2 – Классификация систем и сетей радиодоступа [2]

Помехоустойчивость аналоговых систем связи в общем случае зависят от множества разнообразных факторов: методов модуляции, метода приема, ширины полосы радиоканала, вида сообщения, передаваемого в нём и его статистических характеристик, отношения сигнал/шум на входе приемника, требований к качеству передачи сообщения. Тем не менее, основным критерием, определяющим помехоустойчивость аналоговой системы связи является отношение показателя сигнал-шум [3].

Основными техническими методами, использующимися для повышения помехозащищенности радиоканалов в аналоговых системах являются:

1) Увеличение энергетического потенциала полезного сигнала, накопления принимаемых полезных сигналов и сжатия полезных сигналов.
2) Предотвращение перегрузки приёмных устройств с помощью схем регулировки усиления и логарифмических усилителей.
3) Селекция (выделения) сигналов, среди которых различают: пространственную, поляризационную, частотную, временную, амплитудную, комбинированную.
4) Псевдослучайная перестройка рабочей частоты.

При появлении цифровых сетей радиодоступа при передаче по радиоканалу связи информация подвергается различным видам обработки, основными из которых являются кодирование и модуляция. В современных цифровых сетях и системах с радиоканалами главным способом повышения помехоустойчивости стали корректирующие коды в режимах исправления ошибок. Эти коды способны исправлять наиболее правдоподобные комбинации ошибок, возникающих в кодовых словах в результате воздействия на них определенного вида помех [4]. В дополнение к этому, разнообразные методы кодирования являются так же одними из самых эффективных в цифровых системах связи. Указанные методы осуществляются с применением нескольких корректирующих кодов, как правило, разных классов, обозначающихся так же как каскадное кодирование.

Недвоичные коды также используются для повышения помехозащищенности радиоканалов. Однако использование данных кодов чаще всего затруднено вследствие ограниченных возможностей элементной базы, находящейся в распоряжении разработчиков.

Одним из ключевых отличий цифровых систем радиосвязи от аналоговых является возможность построения одночастотных сетей (SFN – *Single Frequency Network*). Построение SFN сетей позволяет повысить помехозащищенность цифровых каналов радиосвязи при передачи сигнала множеством передатчиков на одной рабочей несущей частоте, что позволяет экономить предоставляемый радиочастотный ресурс, являющийся наиболее ценным в области радиовещания. Применение COFDM модуляции (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing* – кодированное ортогональное частотное мультиплексирование*)* в подобных одночастотных системах способствует уменьшению и влиянию на помехоустойчивость эхосигналов, возникающих из-за отражений и пере отражений сигнала в радиоканале.

Большое преимущество в увеличении помехоустойчивости радиоканалов дает использование самосинхронизирующихся кодов. Данный метод кодирования использует регулярные и частые переходы между уровнями информационного сигнала в канале. Переход уровня сигнала от низкого к высокому или от высокого к низкому происходит для подстройки приёмника. Самыми эффективными являются так называемые самосинхронизирующиеся коды способные производить переход уровня сигнала с заданным временным интервалом, который определён для приёма каждого отдельного символа кодовой последовательности. Надежность в таком методе повышается за счёт частоты перехода

уровня сигнала. Благодаря этому происходит синхронизация в радиоканале, а также определяется идентификация принимаемых символов в заданном канальном алфавите.

При использовании самосинхронизирующихся кодов в системах и сетях с последовательным интерфейсом отпадает необходимость в специальных синхросигналах. Реализация самосинхронизирующихся кодов имеет ряд ограничений, сдерживающих их применение. При анализе возможных способов обеспечения самосинхронизации самые лучшие результаты были выявлены у типа самосинхронизации с распределителями на базе динамических запоминающих устройств (ДЗУ). Данный способ на порядок увеличивает уровень помехозащищенности цифровых систем связи и их радиоканалов. Указанный способ кодирования представляет двоичные символы в виде серий кодовых импульсных последовательностей, связанных между собой задержками с бесконечно малыми по длительности импульсами при интервалах по времени кратными Δt (чаще всего в наносекундном диапазоне).

Таким образом, в процессе цифровизации методов помехоустойчивости каналов радиодоступа был определён четкий переход от энергетических, пространственных, временных и частотных методов, в первую очередь использующихся в аналоговых каналах радиосвязи, к сигнальным методам, главным образом разнообразным методам кодирования, использующихся при передаче в цифровых системах радиосвязи.

Список используемых источников

1. Назаров А. И. Обзор подходов к оценке помехоустойчивости информационных радиотехнических систем //Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. – 2019. – №. 4.

2. Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О. Стандарты и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMAX / Учебное пособие для вузов. –СПб: СПГУТ им. Б.-Бруевича, 2012.

3. Бабанин И. Г., Коптев Д. С. Общая теория связи. Сигналы и аналоговые системы передачи информации. – 2018.

4. Мартынов П. В., Светлов М. С. Повышение помехоустойчивости в цифровых системах передачи информации с радиоканалами //Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 1.

5. Гончаров С., Пантелеев О., Шишкин Г. Способы преобразования самосинхронизирующихся кодов. Часть 2 //Компоненты и технологии. – 2011.

УДК 004.056
ГРНТИ 49.43.29

БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕТЯХ 5G

В. К. Лунёв, Д. А. Шулипа
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникация им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Внедрение сетей пятого поколения – сложный и трудоемкий процесс, требующий множество затрат как финансовых, так и технологических. Безопасность сети является ключевым требованием надежного подключения. Защита целостности сигнальных и передаваемых сообщений, взаимная аутентификация абонента и сети, шифрование сообщений в радиоканале, защита абонентов – все это важно для обеспечения безопасности в сети.

безопасность, сети пятого поколения, процедуры безопасности, идентификаторы, ключи шифрования.

Архитектура безопасности мобильных сетей является иерархической и классифицируется по предметным областям [1]. Структура безопасности 5G содержит следующие домены безопасности, представленные на рисунке 1.

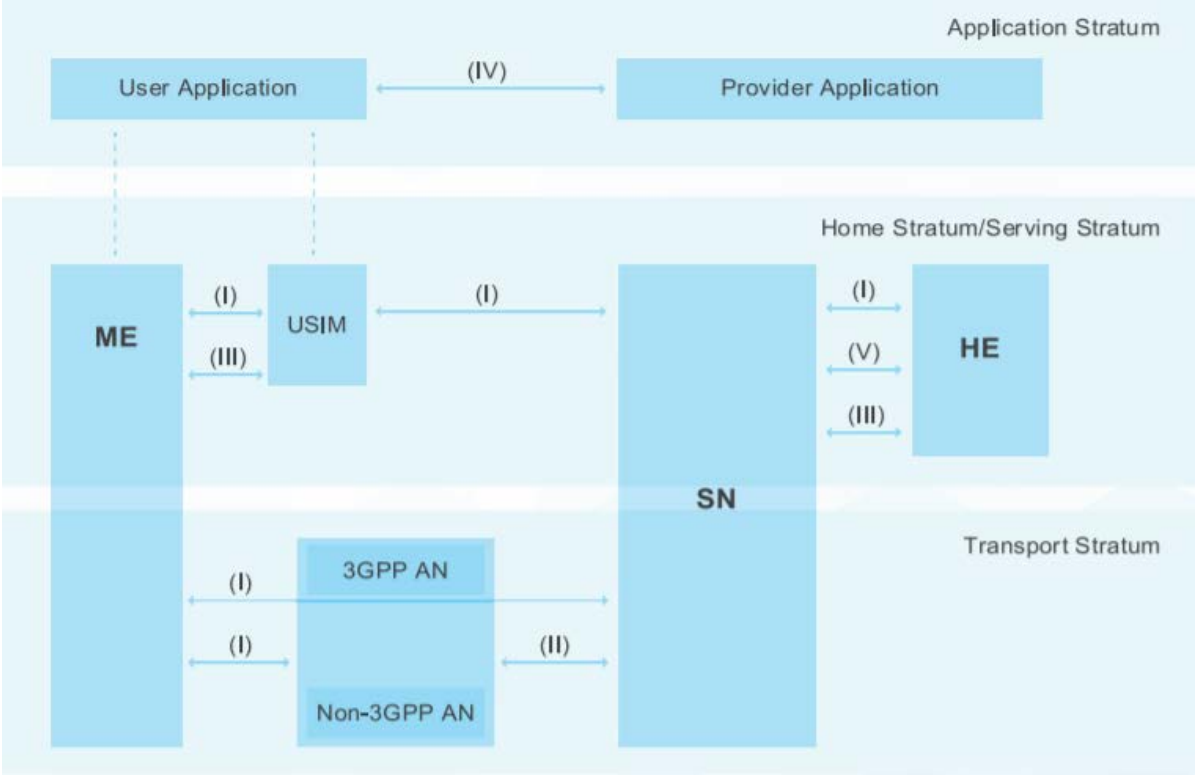


Рис. 1. Структура безопасности в сетях 5G

- Безопасность сетевого доступа (I): набор функций безопасности, которые позволяют UE (User Equipment, абонентское оборудование) аутентифицировать и безопасно получать доступ к услугам через сеть, включая доступ 3GPP и доступ не-3GPP, для защиты от атак на радиоинтерфейсе. Кроме того, он включает доставку контекста безопасности от SN (Serving Network, обслуживающая

сеть) к AN (Access Network, доступ к сети) для защиты доступа. Конкретные механизмы безопасности включают двунаправленную аутентификацию, шифрование данных и защиту целостности.

- Безопасность сетевого домена (внутрисетевая) (II): набор функций безопасности, которые позволяют сетевым узлам безопасно обмениваться данными сигнализации и данными плоскости пользователя. Безопасность сетевого домена определяет функции безопасности для интерфейсов между сетями доступа и базовой сетью, а также между домашней и обслуживающей сетями. Разделение между сетями доступа и базовыми сетями так же очевидно, как и в 4G. Для интерфейсов между RAN (Radio access network, сеть радиодоступа) и ядром могут использоваться определенные механизмы безопасности, такие как IPsec (Internet Protocol Security, межсетевой протокол безопасности), для обеспечения разделения и защиты безопасности.

- Безопасность пользовательского домена (III): набор функций безопасности, которые защищают доступ пользователей к мобильному оборудованию. В мобильном оборудовании используются механизмы внутренней безопасности, такие как PIN-код, для обеспечения безопасности между мобильным оборудованием и универсальным модулем идентификации абонента (USIM, Universal Subscriber Identity Module).

- Безопасность домена приложений (IV): набор функций безопасности, которые позволяют приложениям в домене пользователя и в домене поставщика безопасно обмениваться сообщениями. Механизмы безопасности домена приложения прозрачны для всей мобильной сети и предоставляются поставщиками приложений.

- Безопасность домена SBA (Service-Based Architecture, сервис-ориентированная архитектура) (V): набор функций безопасности, которые позволяют сетевым функциям архитектуры SBA безопасно взаимодействовать в пределах обслуживающего сетевого домена и с другими сетевыми доменами. Эти функции включают в себя аспекты безопасности регистрации, обнаружения и авторизации сетевых функций, а также защиту интерфейсов на основе услуг. Безопасность домена SBA — это новая функция безопасности в 5G. SBA составляет основу базовой сети 5G. Для обеспечения защиты данных UE в SBA необходимы механизмы безопасности, такие как безопасность транспортного уровня (TLS, Transport Layer Security) и открытая авторизация (OAuth).

- Видимость и возможность настройки безопасности (VI): набор функций, которые позволяют пользователю узнать, работает ли функция безопасности или нет.

Концепция безопасности сетей пятого поколения основывается на технологиях четвертого поколения связи.

На рисунке 2 приведена архитектура построения ядра сети 5G [2].

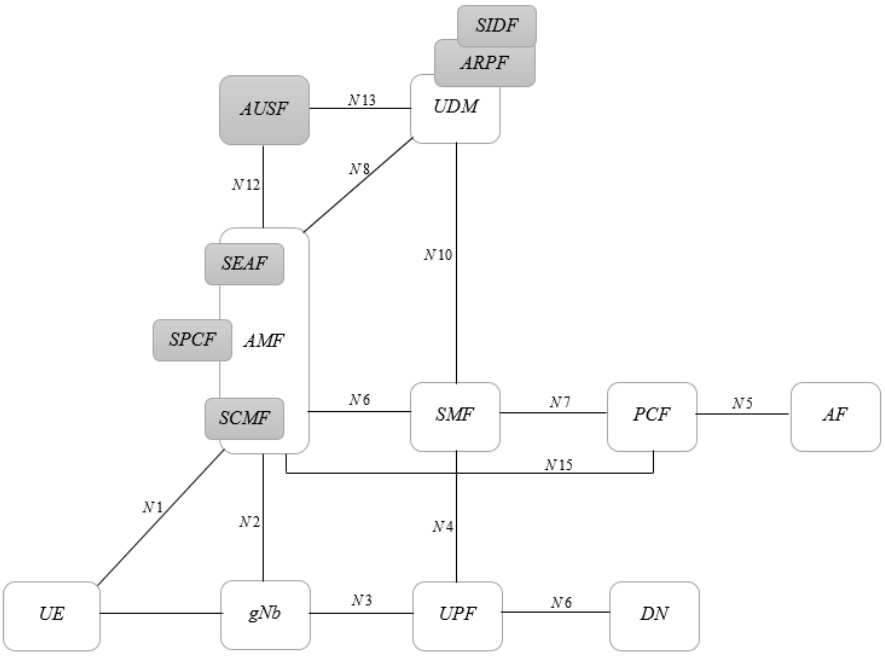


Рис. 2. Архитектура ядра сети 5G

Функции безопасности:

1 Authentication Credential Repository and Processing Function (ARPF) – функция репозитория и обработки учетных данных аутентификации.

2 Authentication Server Function (AUSF) – функция сервера аутентификации.

3 Security Anchor Function (SEAF) – якорная функция безопасности.

4 Security Context Management Function (SCMF) – функция, которая управляет контекстом безопасности.

5 Security Policy Control Function (SPCF) – функция управления политикой безопасности.

6 Subscription Identifier De-concealing Function (SIDF) – функция извлечения идентификатора пользователя.

Концепция безопасности включает в себя:

- Аутентификацию пользователя со стороны сети.
- Аутентификацию сети со стороны пользователя.
- Согласование ключей шифрования между сетью и пользовательским терминалом.
- Шифрование и контроль целостности сигнального трафика.
- Шифрование и контроль целостности пользовательского трафика между пользовательским оборудованием и базовой станцией.
- Защиту идентификатора пользователя.
- Защиту интерфейсов между различными элементами сети в соответствии с концепцией сетевого домена безопасности, в том числе защиту интерфейсов N2, N3 и Xn (между БС пятого поколения).

- Изоляцию различных слоев архитектуры и определение для каждого слоя собственных уровней безопасности.

- Защиту сигнального и пользовательского трафика между базовыми станциями сети четвертого и пятого поколений, включая согласование криптографических ключей, шифрование и контроль целостности.

- Аутентификацию пользователя и защиту трафика на уровне конечных сервисов (мультимедиа, межмашинная связь, интернет вещей).

В сети пятого поколения вводятся новые идентификаторы:

1 Subscription Permanent Identifier (5G SUPI) – международный постоянный идентификатор подписки абонента [3]. Назначается каждому абоненту и хранится в унифицированной базе данных (UDM, Unified Data Management) и USIM модуле пользователя. В качестве идентификатора SUPI может выступать международный идентификатор мобильного абонента (IMSI, International Mobile Subscriber Identity), либо идентификатор доступа к сети (NAI, Network Access Identifier).

2 Subscription Concealed Identifier (SUCI) – скрытый идентификатор пользователя. Представляет собой зашифрованную копию международного постоянного идентификатора подписки абонента на услуги и позволяет избежать передачу 5G SUPI по сети в открытом виде даже при первичной регистрации пользовательского терминала в сети.

3 5G Globally Unique Temporary Identifier (5G-GUTI) – глобальный временный уникальный идентификатор абонента. Назначается модулем управления доступом и мобильностью вне зависимости от типа сети доступа (3GPP, не-3GPP) [4]. При передаче данных пользовательский терминал должен использовать именно 5G-GUTI (за исключением первичной регистрации в сети, а также иных случаев, когда 5G-GUTI отсутствует).

Взаимная аутентификация абонента и сети является целью процедуры аутентификации и согласования ключей (AKA, Authentication and Key Agreement), а также генерация ключа функции безопасности Key SEAF (KSEAF). Впервые сгенерированный ключ KSEAF, можно использовать для формирования нескольких контекстов безопасности, как для 3GPP так и не-3GPP доступа. Определено два обязательных метода процедуры аутентификации и согласования ключей: EPS-AKA' (Extensible Authentication Protocol-Authentication and Key Agreement) и 5G-AKA.

Для аутентификации пользовательского терминала SEAF использует ранее созданный и еще незадействованный вектор аутентификации, либо направляет запрос в AUSF, устанавливая идентификатор пользователя SUCI (в случае первичной регистрации в сети), либо SUPI (при получении от UE валидного 5G-GUTI). Запрос аутентификации помимо идентификатора пользователя должен также включать в себя тип доступа (3GPP или не-3GPP), а также имя обслуживающей сети.

Далее AUSF проверяет правомочность использования имени обслуживающей сети и если проверка успешна – транслирует полученный запрос в блок унифицированной базы данных (UDM), где SIDF выполняет расшифровку

скрытого идентификатора пользователя, после чего репозиторий учетных данных аутентификации (ARPF) осуществляется выбор соответствующего алгоритма аутентификации – 5G-AKA или EAP-AKA'.

Как и в сетях 4G, обеспечивается взаимная аутентификация абонента и сети и происходит генерация ключей, которые участвуют в процедуре шифрации и защиты целостности передаваемой информации. Для этого в сети пятого поколения есть специально несколько протоколов.

Главным же из них является протокол аутентификации и генерации ключей (AKA). В данном протоколе задействован USIM, устройства абонентского доступа, функциональные узлы обслуживания и домен сети.

Особенностью протокола AKA является то, что функциональные узлы ядра сети, использующиеся в нем, виртуальны, как и другие функциональные узлы сети.

Получив команду запроса аутентификации, USIM проверяет подлинность сети и отсылает ответ для аутентификации абонента, которую осуществляют последовательно в SEAF и в AUSF. После успешной аутентификации абонента AUSF отсылает в SEAF системный идентификатор абонента 5G SUPI и начинается процесс генерации ключей шифрации и защиты подлинности.

Список используемых источников

1. 3GPP TS 33.501; Security architecture and procedures for 5G system.
2. 3GPP TS 23.502 5G; Procedures for the 5G System.
3. 3GPP TS 23.503; Policy and charging control framework for the 5G System (5GS); Stage 2.
4. 3GPP TS 23.501 5G; System Architecture for the 5G System.

УДК 004.051
ГРНТИ 47.47

ТЕХНОЛОГИЯ MASSIVE-MIMO В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ 5G

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

В данной работе рассмотрены ключевые вопросы технологии Massive MIMO в мобильных сетях пятого поколения (5G). Выполнена оценка для отношения сигнал/шум в сети 5G (макросота)

Massive MIMO, 5G

Введение

Технология MIMO позволяет уменьшить число ошибок при радиообмене данными без снижения скорости передачи [1]. При этом используется несколько путей распространения сигнала, что повышает вероятность работы по путям, на которых меньше проблем с замираниями и переотражениями.

В поколениях 3G и 4G технология MIMO взяла свое начало с применением антенных систем в конфигурациях 2x2 и 4x4 и доказала свою эффективность. Однако этих конфигураций уже недостаточно для реализации представленных выше требований, в связи с чем организации 3GPP и IEEE приняли решение о разработке следующего поколения многоантенных систем – Massive MIMO. Эти системы имеют потенциал для значительного улучшения таких показателей, как надежность канала связи, спектральная и энергетическая эффективность.

Основные требования, предъявляемые к сетям 5G-NR

Совокупный эффект от перехода к мм-спектру и новых требований к конкретным приложениям вызовет следующую крупную эволюцию в беспроводной связи - 5G (пятое поколение) [2].

Беспроводная связь 5G предусматривает увеличение скоростей передачи данных, ширины полосы пропускания, покрытия и возможности подключения, с огромным снижением задержки передачи данных и энергопотребления.

Первый стандарт, как ожидается, вступит в силу к 2020 году. Специальная мобильная ассоциация группы (GSMA) работает со своими партнерами над окончательным формированием связи 5G.

Объединяя различные исследовательские инициативы отраслей и научных кругов, восемь основных требований к системам 5G следующего поколения определяются как:

1. Скорость передачи данных 1 ~ 10 Гбит/с на линии вверх и 1 ~ 20 Гбит/с на линии вниз в реальных сетях: это почти в 10 раз больше, чем теоретическая пиковая скорость передачи данных в сети LTE 150 Мбит/с.

2. Задержка 1 мс: снижение почти в 10 раз по сравнению с стандартом 4G

3. Высокая пропускная способность в единичной области: необходимо включить большое количество подключенных устройств с более высокой пропускной способностью для более длительных периодов в определенной области.

4. Огромное количество подключенных устройств. Чтобы реализовать концепцию IoT, развивающиеся сети 5G должны обеспечивать подключение к тысячам устройств.

5. Воспринимаемая доступность 99,999%: 5G предполагает, что сеть должна быть практически всегда доступна.

6. Почти 100% покрытие для подключения «в любое время в любом месте»: беспроводные сети 5G должны обеспечивать полное покрытие независимо от местоположения пользователей.

7. Снижение энергопотребления почти на 90%: разработка экологически чистых технологий уже рассматривается стандартными органами. Это будет еще более важно с высокими скоростями передачи данных и широкими возможностями подключения 5G Wireless.

8. Высокое время автономной работы. Снижение потребления энергии устройствами принципиально важно в новых сетях 5G.

Исходные данные для оценки:

- Географические координаты: Широта и Долгота
- Число БС: 19
- Случай NLOS
- Несущая частота: 4 ГГц
- Высота подвеса антенны: 25 м
- Мощность БС: 25 Вт (44 dBm)
- MIMO: 8x8/ 64x64

Топология сети представлена на рисунке 1.

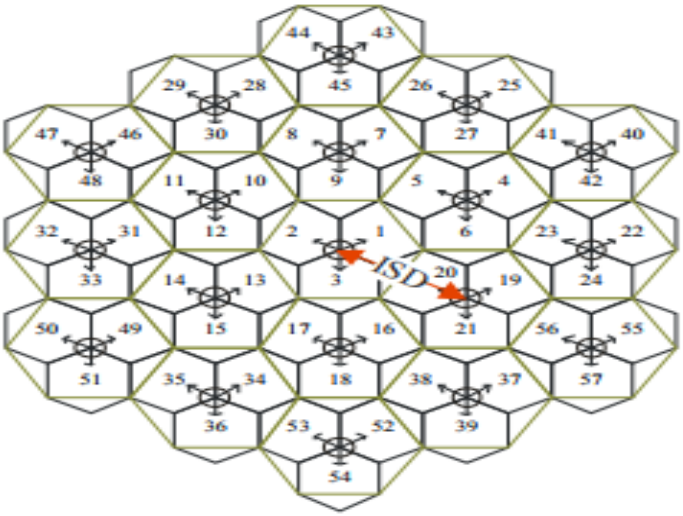


Рис 1. Топология сети 5G

Имитационное моделирование было выполнено в ПО MATLAB [3].

Результаты имитационного моделирования:

1. Случай MIMO 8x8

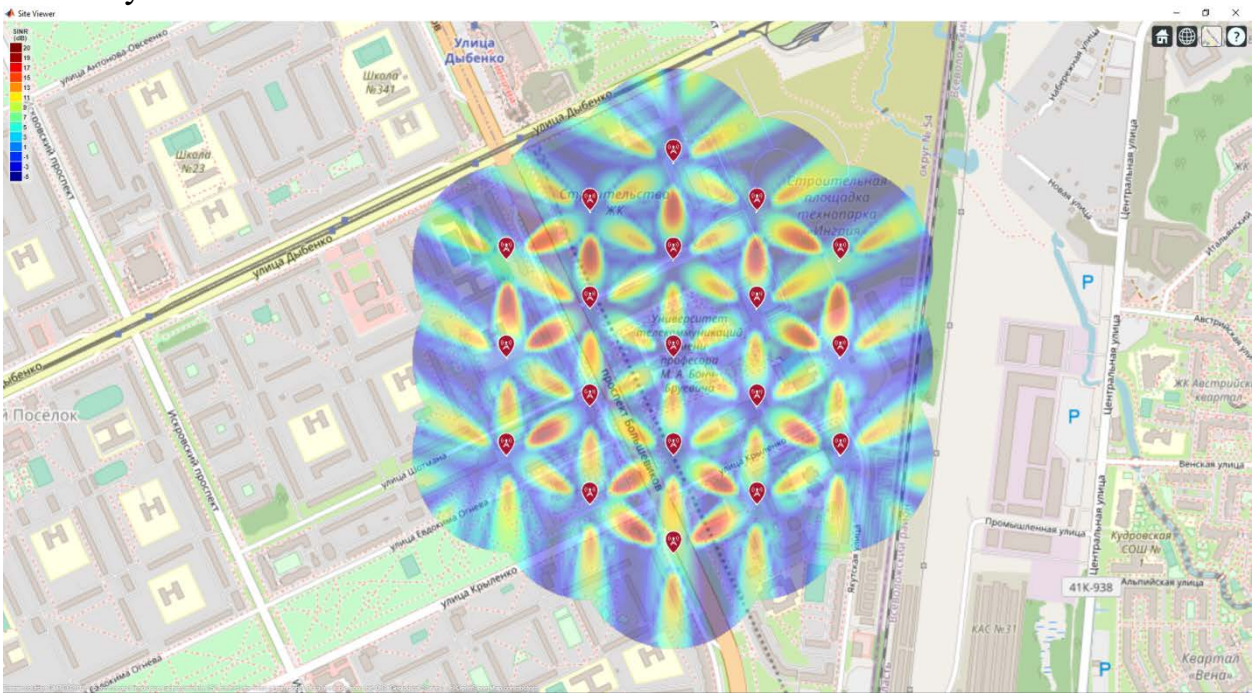


Рис 2. 5G Macro sell MIMO 8x8

2. Случай Massive MIMO 64x64

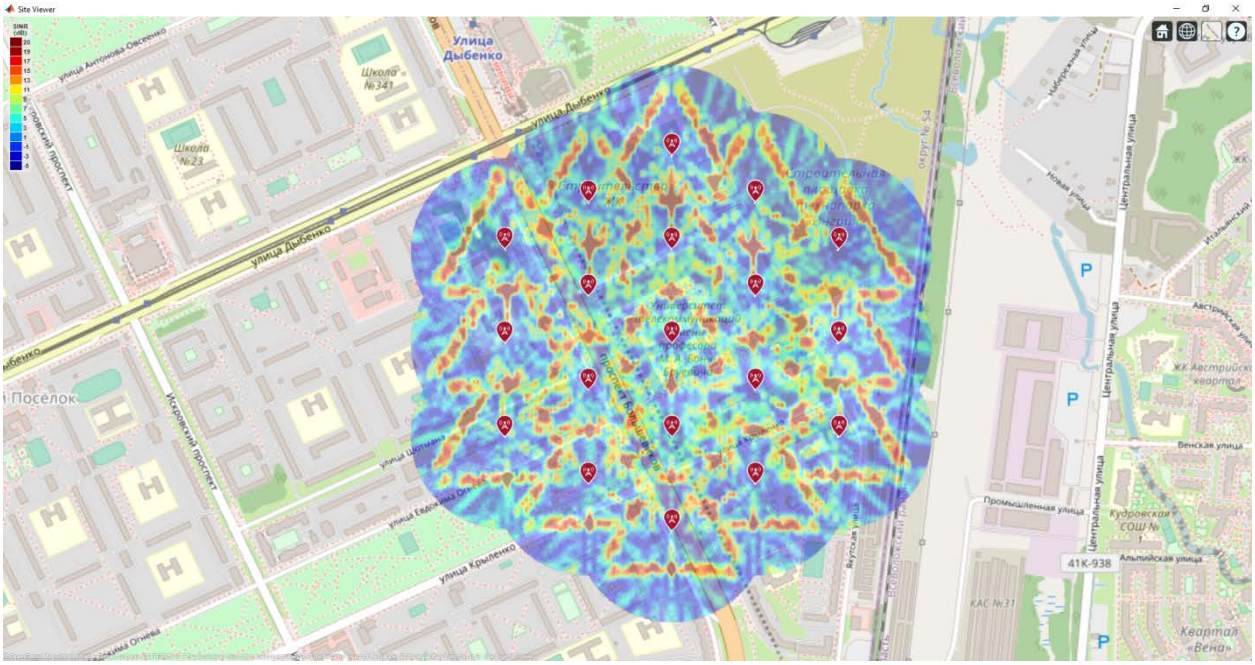


Рис 3. 5G Macro sell Massive MIMO 64x64

Выводы

- Представленные в работе результаты анализа показали, что применение технологии Massive MIMO позволяет достичь требований конкретных сценариев сетей 5G.

- Переход от систем MIMO 8x8 к системам MIMO 64x64 позволяет повысить отношение сигнал/шум примерно на 10 дБ
- Однако проявляется проблема ухудшения качества пилот-сигнала (в данном случае используется дуплексный режим TDD)
- Ещё одной проблемой высокого порядка систем MIMO является затраты канального ресурса на заголовки CSI
- Таким образом, данная технология является достаточно актуальной и требует дальнейшего изучения.

Список используемых источников:

1. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы //М.: Горячая линия–Телеком. – 2014. – С. 244.

Интернет-ресурсы:

2. Интернет ресурс: https://www.3gpp.org/release-15. Дата обращения: 01.12.2020
3. Интернет ресурс https://www.mathworks.com/help/antenna/ug/sinr-map-for-a-5G-urban-macro-cell-test-environment1.html?searchHighlight =5G%20macrocell &s_tid =srchtitle. Дата обращения: 01.12.2020

УДК 621.396.663
ГРНТИ 47.47

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ

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

При проектировании любой антенной системы наиболее важными параметрами проектирования обычно являются количество элементов, расстояние между элементами, возбуждение (амплитуда и фаза), ширина луча половинной мощности, направленность и уровень боковых лепестков.

диаграмма направленности, уровень боковых лепестков, антенные решётки

Во многих областях применения необходимо проектировать антенны с очень высокими директивными характеристиками (очень высокими коэффициентами усиления) для удовлетворения требований дальней связи. Это может быть достигнуто только путем увеличения электрического размера антенны. Увеличение размеров отдельных элементов часто приводит к более директивным характеристикам. Другой способ увеличить размеры антенны, не обязательно увеличивая размеры отдельных элементов, заключается в формировании сборки излучающих элементов в электрической и геометрической конфигурации, этой новой антенны, образованной путем большого количества элементов. В большинстве случаев элементы антенной решетки идентичны. В этом нет необходимости, но зачастую это удобно, проще и практичнее. Отдельные элементы решетки могут быть любой формы (провода, отверстия и т. д.).[1] Общее поле антенных решеток определяется векторным сложением полей, излучаемых отдельными элементами. Это предполагает, что ток в каждом элементе такой же, как и в изолированном элементе. Обычно это не зависит от разделения между элементами. Чтобы обеспечить очень директивные шаблоны, необходимо, чтобы поля из элементов решетки конструктивно интерферировали (добавляли) в нужных направлениях и деструктивно интерферировали (отменяли друг друга) в оставшемся пространстве. В идеале это может быть достигнуто, но практически это только приближается. В решетке идентичных элементов есть пять элементов управления, которые можно использовать для формирования общей схемы антенны.[1] Это:

1. геометрическая конфигурация всей антенны (линейная, круговая, прямоугольная, сферическая и т. д.)
2. относительное смещение между элементами
3. амплитуда возбуждения отдельных элементов
4. фаза возбуждения отдельных элементов
5. относительная структура отдельных элементов

Далее мы рассмотрим один из алгоритмов формирования диаграмм направленности с учетом влияния некоторых вышеприведенных факторов на общие характеристики на примере двухэлементной антенной решётки.

Предположим, что исследуемая антенна представляет собой решетку из двух бесконечно малых горизонтальных диполей, расположенных вдоль оси z, как показано на рисунке 1.

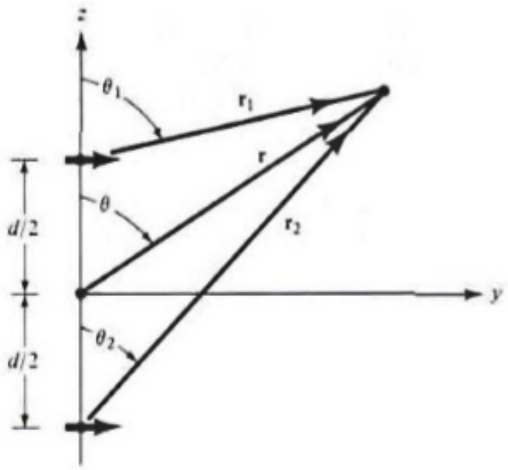


Рис.1.Антенная решетка из двух бесконечно малых горизонтальных диполей

Общее поле, излучаемое двумя элементами, при условии отсутствия связи между элементами, равно сумме двух, а в плоскости y-z оно определяется как [2]

$$\boldsymbol{E_t = E_1 + E_2 = \widehat{a_\theta} j\eta \frac{kI_0 l}{4\pi}\{\frac{e^{-j\left[kr_1-\left(\frac{\beta}{2}\right)\right]}}{r_1}\cos\theta_1 + \frac{e^{-j\left[kr_2+\left(\frac{\beta}{2}\right)\right]}}{r_2}\cos\theta_2\}} \quad (1.1)$$

где β - разность фаз возбуждения между элементами. Величина возбуждения излучателей одинакова. Предполагая наблюдения в дальнем поле и ссылаясь на рисунок 1

Формула 1 сводится к

$$\boldsymbol{E_t = \widehat{a_\theta} j\eta \frac{kI_0 l e^{-jkr}}{4\pi r}\cos\theta\ 2\cos[\frac{1}{2}(kd\cos\theta + \beta)]} \quad (1.2)$$

Из формулы (2) очевидно, что общее поле решетки равно полю отдельного элемента, расположенного в начале координат, умноженному на коэффициент, который широко упоминается как коэффициент антенной решетки. Таким

образом, для двухэлементной решетки постоянной амплитуды этот коэффициент определяется как

$$\boldsymbol{AF = 2\cos[\frac{1}{2}(kd\cos\theta + \beta)]} \quad (1.3)$$

Коэффициент антенной решетки является функцией геометрии решетки и фазы возбуждения. Изменяя расстояние d и (или) фазу β между элементами, можно управлять характеристиками антенны. [1]

Было показано, что поле дальней зоны однородной двухэлементной решетки идентичных элементов равно произведению поля одного элемента в выбранной контрольной точке (обычно в начале координат).

E (общая) = [E (один элемент в контрольной точке)] * [коэффициент AP]

Это называется умножением диаграмм направленности для антенных решеток с идентичными элементами. Хотя это было проиллюстрировано только для антенной решётки из двух элементов, каждый из которых имеет одинаковую величину, он также действителен для антенных решеток с любым количеством идентичных элементов, которые не обязательно имеют одинаковые величины, фазы и (или) расстояния между ними.[3]

Список используемых источников

1. Constantine A. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design,2016
2. G.Aspley, L.Column and M.Rabinowitz, Quickly Devise a Fast Period Phase Shifter,Microwaves,May 1979
3.R.S.Elliot, Beamwidth and Directivity of Large Scanning Arrays,First of Two Parts,The Microwaves Journal,December 1963

УДК 654.1
ГРНТИ 49.43.01

АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ 5G/IMT-2020

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

Потребность в высокоскоростных услугах беспроводной связи непрерывно растёт, а следовательно, растут и требования предъявляемые к радиоинтерфейсу методов многостанционного доступа. Подобная тенденция диктует необходимость исследования помехоустойчивости и спектральной эффективности таких систем.

5G/IMT-2020, F-OFDMA, помехоустойчивость, спектральная эффективность

Ортогональный многостанционный доступ с частотным разделением канала (*OFDMA*), базирующийся на технологии формирования сигнала с ортогонально частотным мультиплексированием (*OFDM*), нашёл широкое применение в сетях беспроводного радиодоступа и мобильной связи. Несмотря на свои преимущества, такие как устойчивость к многолучевым замираниям и исключительно высокую помехоустойчивость, имеет ряд недостатков, включающие высокое отношение пиковой мощности к средней (PARP) и большой уровень боковых лепестков (*SLL*).

В то время, как первый недостаток был смягчен в LTE за счет использования дискретного преобразования Фурье (*DFT-OFDMA*) в восходящей линии связи, он же множественный доступ с частотным разделением каналов с одной несущей (*SC-FDMA*), второй является препятствием для обеспечения требований ЭМС.

При формировании символов *OFDM/OFDMA* применяют прямоугольную форму сигнала, то есть функция sinc в частотной области, а следовательно каждый боковой лепесток с частотой f затухает также как $1/f$. Это приводит к тому, что полученный сигнал в частотной области имеет сильные внеполосные излучения и для того, чтобы соответствовать требованиям ЭМС, необходимо часть с обоих концов полосы пропускания резервировать под полосу частотной защиты, что в свою очередь снижает спектральную эффективность всей системы.

Поэтому для нивелирования указанных недостатков в грядущей технологии мобильной связи *IMT-2020/5G*, необходимо проанализировать энергетическую и спектральную эффективность наиболее перспективного метода множественного доступа – фильтрованного многостанционного доступа с ортогональным разделением канал (*F-OFDMA*) [1].

На Рис. 1 представлена структурная схема системы F-OFDMA, для удобства анализа процессов протекающих в ней, рассмотрим схему для одного пользователя.

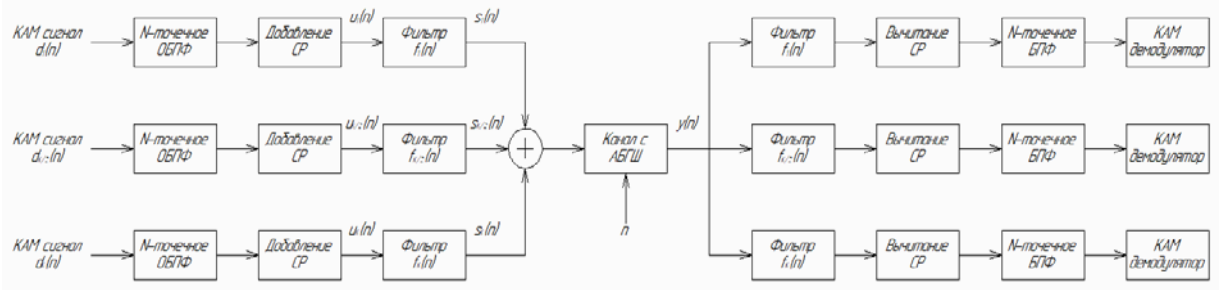


Рис. 1. Структурная схема системы *F-OFDMA*

В течении каждого периода символа F-OFDM передатчик выполняет *N*-точечное ОБПФ из *M* входных символов. Входные символы представляют из себя КАМ модулированные последовательности, порядок модуляции которых на прямую зависит от требований к помехоустойчивости системы и будет рассмотрен ниже.

Для исключения интерференции между поднесущими в каждый *F-OFDM* символ вводится защитный интервал, длительность которого больше, чем ожидаемое рассеяние задержки. Так как в защитном интервале сигнал может полностью отсутствовать, это может привести к потере ортогональность между поднесущими [2]. Для исключения этой проблемы *F-OFDM*-символ циклически расширятся (*CP*), за счёт переноса правой части *F-OFDM*-символа, равный по длительности защитному интервалу.

Как отмечалось выше, *OFDMA* имеет высокое значение *SLL*, для устранения которого после добавления *CP* необходимо поставить фильтр. Поскольку ОБПФ сам по себе является фильтром с амплитудно-частотной характеристикой формы sinc [3] (прямоугольным окном во временной области), не вызывающий искажений в полосе пропускания, необходимо подобрать такую весовую функцию, которая имеет плавные переходы к нулям на обоих концах полосы пропускания. Это позволит избежать резких скачков боковых лепестков.

В качестве такой функции было выбрано окно Ханна, изображенное на рис. 2.

$$w(n) = 0.5 - 0.5\cos(2\pi \cdot n / N - 1)$$

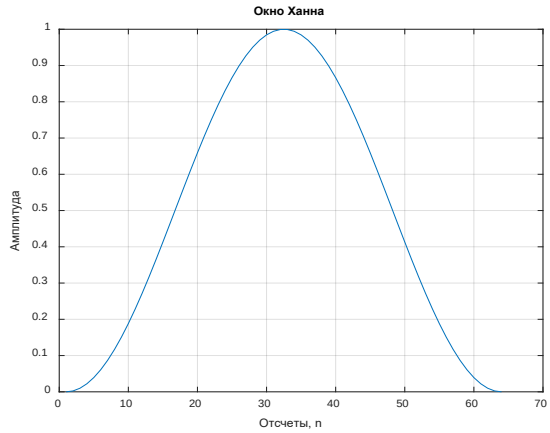


Рис. 2. Весовая функция – окно Ханна

Была построена модель системы F-OFDMA с параметрами, указанными в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Параметры модели системы *F-OFDMA* и *OFDMA*

Параметр	*F-OFDMA*
Количество точек ОБПФ/БПФ	1024
Количество ресурсных на один канал	50
Количество поддиапазонов в ресурсном блоке	12
Количество циклических префиксов	72
Порядок КАМ модуляции	16;64; 256

На Рис. 3 представлен график спектральной плотности мощности полученной *F-OFDMA* и *OFDMA* системы. Видно, что за пределами полосы пропускания F-OFDMA имеет боковые лепестки более чем на 100 дБВт/Гц ниже, чем аналогичные у OFDMA.

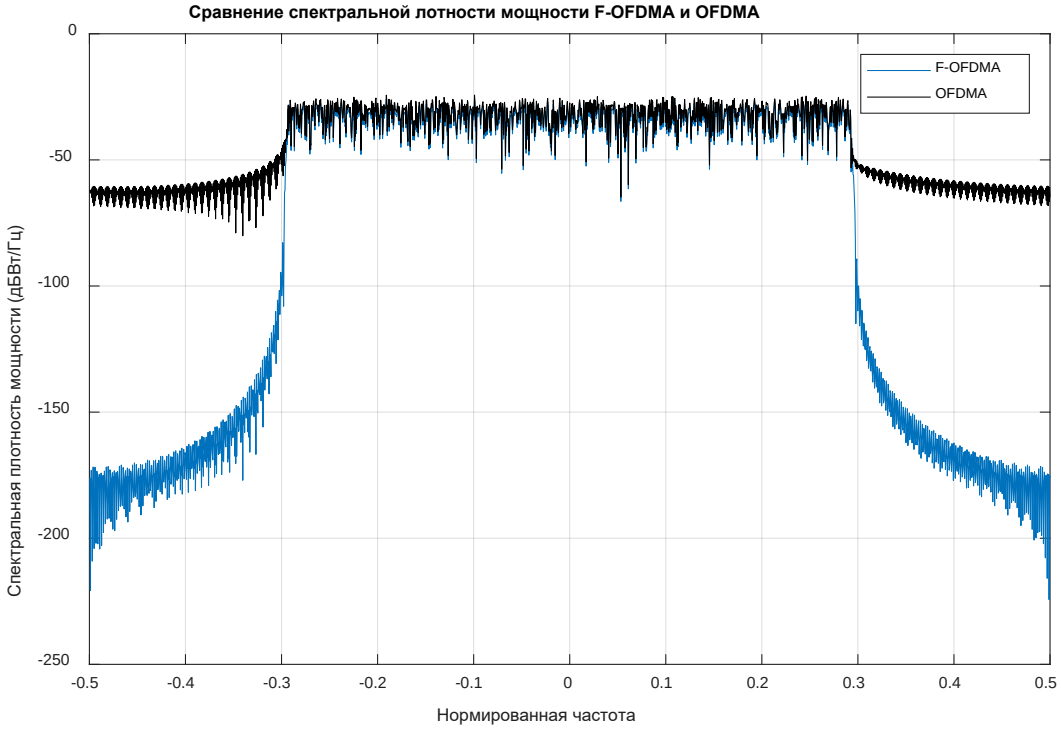
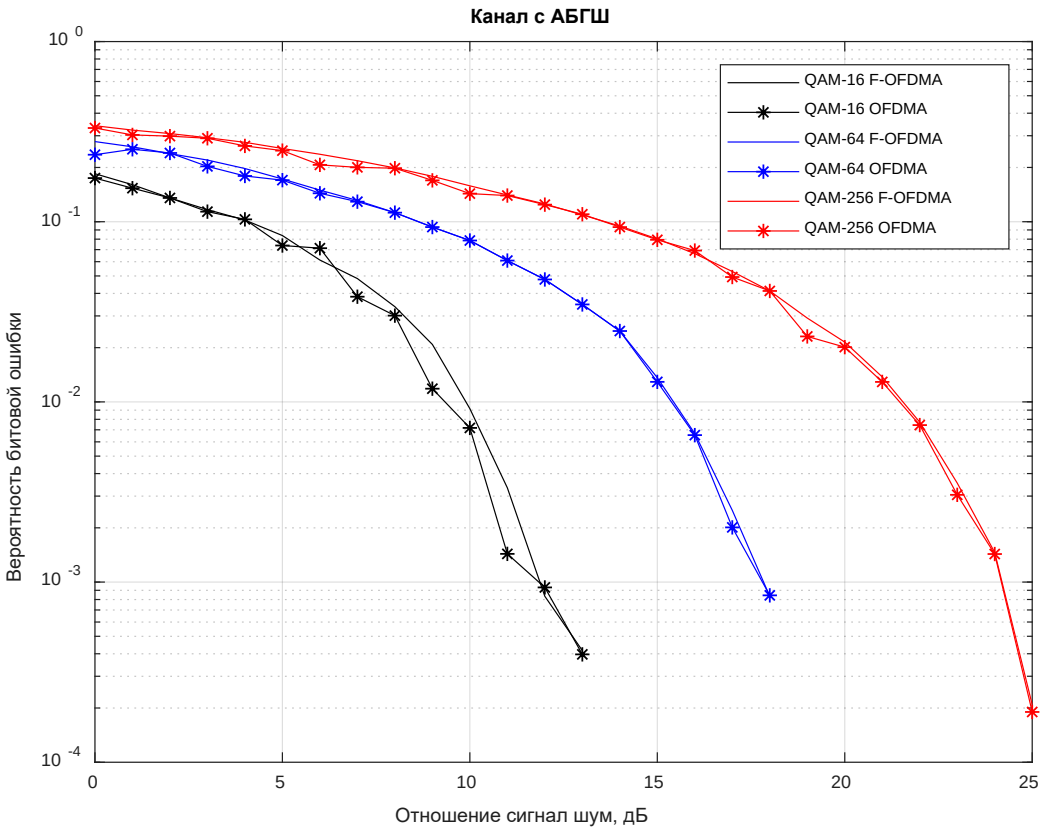


Рис. 3. Спектральная плотность мощности F-OFDMA и OFDMA

Для оценки помехоустойчивости принято рассматривать энергетическую эффективность. В качестве универсального показателя энергетической эффективности принято рассматривать велечину $h = E_b/N_0$, характеризующую энергетические затраты E_b на передачу одного бита информации для обеспечения велечины вероятность битовой ошибки (BER) заданного значения в условиях воздействия аддитивного белого гауссовского шума со спектральной плотностью средней мощности $N_0/2$.

На рис. 4 показаны графики зависимости *BER* от отношения сигнал шум *F-OFDMA* с КАМ модуляцией различного порядка. Как видно, с точки сзрения помехоустойчивости *F-OFDM* практически не имеет выигрыша перед *OFDMA.*

Рис. 4. Энергетическая эффективность КАМ модуляции различного порядка



Таким образом видно, что F-OFDMA имеет сильно меньшую величину SLL при той же помехоустойчивости чем OFDMA. Это преимущество позволит сократить защитный интервал, а следовательно, увеличить количество ресурсных блоков.

Список используемых источников:

1. Приказ министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации 27.12.2019 №923 Концепция создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации – 105 с.

2. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шлома А.М., Шумов А.П. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов – Горячая линия-Телеком, 2016. – 352 с.

3. Ричард Лайонс Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. – 656 с.

4. Javad A., Ming J. and Jianglei M., Filtered OFDM: A New Waveform for Future Wireless Systems – IEEE WCSP, 2015, pp. 1-5

УДК 621.396.49
ГРНТИ 49.43.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LI-FI

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

В статье автор рассказывают о технологии Li-Fi. Автор описывает проблематику появления данной технологии. Производит сравнение с технологий Wi-Fi. Рассказывает в каких областях будет популярным ее использование, приводит достоинства и недостатки Li-Fi.

Li-Fi, сидимый свет, передача данных

В настоящее время каждый заинтересован в использовании мобильного телефона, ноутбука для общения с другими людьми через системы Wireless-Fidelity (Wi-Fi), и эта технология широко используется людьми во всех общественных местах, таких как дома, кафе, аэропорты, а также время использования беспроводных систем увеличивается экспоненциально с каждым годом; но мощность снижается из-за ограничения ресурсов радиочастоты (RF). Когда количество устройств, подключенных к Интернету, увеличивается, доступная фиксированная пропускная способность делает все более трудным наслаждаться высокой скоростью передачи данных и подключаться к безопасной сети.

Хотя перегрузка спектра уменьшается, когда мы используем высокие частоты для передачи данных, но это не практично, потому что эта часть спектра требует сложного оборудования и приводит к высокой стоимости.

Чтобы решить эту проблему, профессор Харальд Хаас, эксперт в области оптической беспроводной связи, коммуникаций, предлагает в 2011 году решение с использованием света для передачи данных, он продемонстрировали, как лампа на светодиодах (LED), оснащенная технологией обработки сигналов, может транслировать видео высокой четкости на компьютер.

Visible Light Communication (VLC) – технология передача данных с помощью видимого света, не лицензируется, имеет широкую полосу пропускания, поддерживает новые уровни безопасности за счет непрозрачности стен, и ее можно комбинировать для обеспечения освещения и передачи данных коммуникации.

Достижения в области VLC приводят к свету-Fidelity, или Li-Fi - это двунаправленная, высокоскоростная, сетевая технология беспроводной связи, которая похожа на Wi-Fi. Это система беспроводной связи малого радиуса действия, основанная на световом освещении от светодиода и использует видимый свет (рис.1) [1] в качестве носителя сигнала.

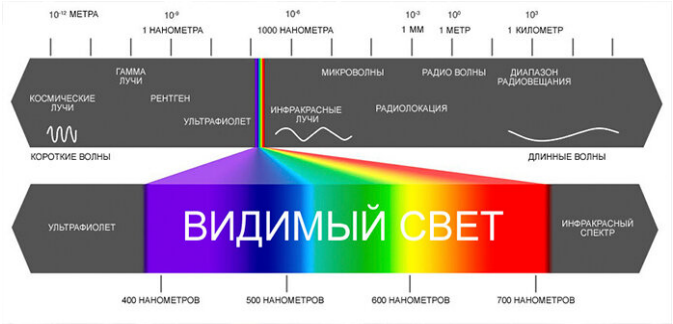


Рис. 1. Диапазон видимого света

Технология Li-Fi реализована (рис. 2) [1] с использованием белых светодиодных лампочек, используемых для освещения. Если светодиод включен, он передает цифру 1, в противном случае - цифру 0.

Итак, что нужно для отправки данных, так это несколько светодиодов и контроллер, который кодирует данные в эти светодиоды и для получения данных понадобится датчик изображения, фотодиод, который используется как детектор.

Светодиодная лампа будет содержать микрочип, который будет выполнять работу по обработке данных. Интенсивность света манипулируют для отправки данных с помощью крошечных изменений амплитуды.

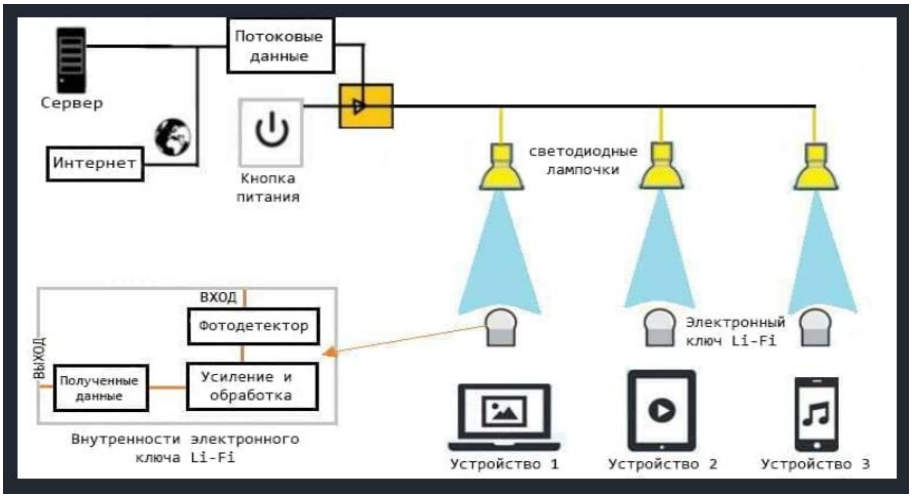


Рис. 2. Принцип работы технологии Li-Fi

Это можно сделать с помощью одного светодиода или мульти- светодиод. На стороне приемника есть фотодетектор, который преобразует этот свет в электрические сигналы, и он будет подавать электрические сигналы на подключенное к нему устройство. Применяя в одном светильнике как светодиод, так и фотодиод, их можно соединить «каждый-с-каждым». Это позволит обходиться без единого роутера, ретранслируя сигнал между устройствами в любую сторону.

Li-Fi позволяет передавать данные путем модуляции интенсивности света, который затем принимается светочувствительным детектором. Затем световой сигнал демодулируется в электронную форму. Эта модуляция выполняется таким образом, что она не воспринимается человеческим глазом.

Рассмотрим некоторые характеристики технологии Li-Fi:

- Частота

Видимый свет имеет более высокую частоту, чем радиоволны, и спектр для видимого света не ограничен.

- Скорость

Мы можем отправлять данные на расстояние до 10 метров со скоростью до 1.1 Гбит/с с помощью простого объектива, и вскоре она увеличится до 15 Гбит/с.

В институте CEA-Leti установлен новый мировой рекорд пропускной способности систем связи через световые лучи (VLC). Используя один 10-микронный синий микро-светодиод GaN, исследователи достигли скорости передачи данных в 7.7 Гбит/сек – при прежнем рекорде в 5.1 Гбит/сек [1].

- Электропитание

VLC не требует внешнего питания, так как он имеет питание для светодиодного освещения.

- Безопасность

VLC использует видимый свет для связи. Следовательно, легко определить, кто получает сообщение.

- Пропускная способность

VLC имеет диапазон пропускной способности от 430 тгц до 750тгц. Этот диапазон больше, чем полоса пропускания в радиочастотной связи, которая составляет от 3 кГц до 300 ГГц.

Резкий рост использования светодиодов для освещения дает возможность использовать технологию Li-Fi во множество светодиодных сред: автомобильные фары, потолочные светильники и уличные лампы используются в качестве точки доступа.

Как связан Li-Fi и Wi-Fi, в чем различие?

Wi-Fi - это популярное название стандарта беспроводной связи Ethernet 802.11b для проводных локальных сетей (WLAN). Использует радиоволны для обеспечения беспроводной связи, высокоскоростной Интернет и сетевые подключения. Эта технология работает без физического проводного подключения между отправителем и получателем с использованием RF, использует частоты в электромагнитном спектре.

Li-Fi - это термин, используемый для описания технологии связи в видимом свете, применяемой к высокоскоростной беспроводной связи.

Это название он получил из-за схожести с Wi-Fi, только с использованием света. Wi-Fi отлично подходит для общего беспроводного покрытия внутри зданий, а Li-Fi идеально подходит для покрытия беспроводной передачи данных высокой плотности в ограниченном пространстве и для устранения проблем с радиопомехами.

Li-Fi обеспечивает лучшую пропускную способность, эффективность, доступность и безопасность, чем Wi-Fi (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Сравнение характеристик технологии Li-Fi и Wi-Fi

Характеристики	Li-Fi	Wi-Fi
Системные компоненты	Светодиодная лампа, драйвер, фотодетектор	Маршрутизатор и абонентское устройство
Среда передачи данных	Видимый свет	Радиоволны
Площадь охвата	10 м	100 м
Принцип работы	Передача данных через свет от светодиодных ламп	Передача данных по радиоволнам с роутером
Конфиденциальность	Безопасная передача данных	Радиоволны проникают сквозь стены, поэтому безопасность передачи данных меньше
Задержка	Микросекунды	Миллисекунды
Стоимость	Низкая	Высокая
Скорость передачи данных	7.7 Гбит/с	150 Мбит/с
Диапазон частот	Отсутствие радиодиапазоны в технологии	2.4 ГГц, 5 ГГц

Где можно будет применить Li-Fi?

1.Подводные коммуникации

Использование радиочастотных сигналов нецелесообразно из-за сильного поглощения сигнала водой. Подводные лодки могут использовать свои фары для связи друг с другом.

2. Управление трафиком

Li-Fi может помочь лучше управлять дорожным движением и снизить количество аварий. Светофор может играть роль отправителя данных для информирования автомобиля о состоянии дороги.

3.Авиация.

Li-Fi можно безопасно использовать в самолетах, потому что он не создает помех радиочастотам на борту.

4. Медицинские приложения

Li-Fi можно использовать в больницах и медицинских учреждениях, где требуется отсутствие радиочастотных сигналов, влияющих на работу медицинского оборудования.

5. Слепая внутренняя навигационная система

Светодиодные индикаторы излучают видимые свет с данными о местоположении, встроенная система или смартфон рассчитывает оптимальный путь до обозначения и обращается к слабовидящим через наушники.

6. Управление стихийными бедствиями

Уже сейчас крупные компании начинают активное тестирование Li-Fi. Например, британский сотовый оператор O2, во время теста установил в городе Слау систему Li-Fi, которая состоит из 9 светодиодных ламп. Суммарная скорость от всех ламп на одну комнату составила 378 Мбит/с.

Еще одна компания, которая тестирует технологию — BWM. Они управляли роботом-сварщиком через Li-Fi. Цель этого исследования заключалась в том, чтобы изучить перспективы использования мобильных роботов и инструментов, которые работают в сети с элементами искусственного интеллекта.

Li-Fi может снять нагрузку с плотного спектра Wi-Fi. Это обеспечит бесперебойную беспроводную передачу данных для промышленного IoT.

Точных дат, когда начнется массовое использование технологии Li-Fi, пока нет. Многие предсказывают, что Li-Fi начнет активное развитие в эру Интернета вещей, так как технология позволит каждому устройству в помещении постоянно быть подключенным к интернету [3].

Рассмотрим какие достоинства есть у данной технологии.

Высокая скорость Li-Fi позволит передавать видео онлайн в HD-качестве. А технология Li-Fi считается самой защищенной технологией, так как для ее взлома нужно оказаться в одном помещении с «жертвой». Нельзя не отметить низкое энергопотребление оборудования и низкую стоимость комплектующих, а так же широкий диапазон передачи данных.

Помимо множества преимуществ с Li-Fi, эта технология сталкивается с некоторыми проблемами, например, Li-Fi требует прямую видимость (LOS). Еще одна важная проблема - это помехи от внешних источников света, таких как солнечный свет, обычные лампочки; непрозрачные материалы на пути передачи вызовут прерывание общения. Другой недостаток заключается в том, что Li-Fi не работает в темноте.

Безусловно, система Li-Fi весьма перспективная, в силу своих особенностей, которые являются её преимуществами. Однако данная технология требует исследований, в частности анализа характеристик светодиодов и фотодиодов, как они влияют на качество канала связи.

Список используемых источников

1. Sarkar A., Agarwal S., Nath A. Li-Fi technology: data transmission through visible light //International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies. – 2015. – Т. 3. – №. 6.

2. MEDIASAT, ТВ, РАДИОВЕЩАНИЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ URL: http://mediasat.info/2020/06/16/li-fi-7-7-gbps/ (дата обращения 10.11.2020)

3. A Comparison between Li-Fi, Wi-Fi, and Ethernet Standards URL: https://www.ijsr.net/archive/v4i12/NOV151778.pdf (дата обращения 06.11.2020)

УДК 621.396.969.181.23
ГРНТИ 47.47

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СЕТЯХ 5 ПОКОЛЕНИЯ

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

В отличие от предыдущих поколений сетей мобильной связи в перспективных сетях 5G технологиям определения местоположения придается особое значение. На раннем этапе появилась возможность разработать и интегрировать технологию мобильной локализации в сети 5G. В данной работе проанализированы инновационные технологии, связанные с позиционированием в сетях 5G, рассмотрена система MIMO и проведена ее оценка.

5G, позиционирование, локализация, прямая видимость (LOS), MIMO.

Методы и средства геолокации абонентов на протяжении последних сорока лет совершенствовались вместе с эволюцией поколений сетей мобильной связи. Информация о местоположении в системе мобильной связи не только позволяет использовать различные приложения, основанные на координатах абонента, но также помогает улучшить производительность системы связи [1–3]. В отличие от предыдущих поколений в перспективных сетях 5G технологиям геолокации придается особое значение, подтверждением чего служат последние спецификации 3PG PP [4] – [8].

По сравнению с существующими системами мобильной связи в сетях 5 поколения планируют обеспечить в 10–100 раз более высокую скорость передачи данных пользователя, в 1000 раз больший объем мобильных данных на площадь, в 10–100 раз большее количество подключенных устройств, в 10 раз более длительный срок службы батареи и 10-кратное сокращение сквозной задержки до 1 мс [9]. Помимо этих достижений сообщается, что в 80% случаев позиционирование будет определено с точностью от 10 м до 1 м в свободном пространстве и меньше 1 м в помещении [10]. Используя такую точную информацию о местоположении, 5G станет первым поколением, которое выиграет от локализации при проектировании и оптимизации беспроводной сети [2].

В предыдущих поколениях локализация, выполняемая на MT (Mobile Terminal), не обеспечивала должной точности, особенно в сценариях внутри помещений. Чтобы справиться с этой проблемой, необходимо использовать позиционирование на основе сети, где нисходящий канал связи с периодом простоя (IPDL – Idle Period DownLink) реализован в стандарте UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) для увеличения слышимости соседних БС (Базовая Станция), а опорные сигналы местоположения (PRS – Positioning Reference Signals) – в LTE Release 9. Существует возможность с самого начала разрабатывать и интегрировать технологию позиционирования на основе мобильной

радиосвязи в 5G. Ниже перечислены некоторые инновационные технологии, связанные с позиционированием.

1. *Соты меньшего размера*. На сегодняшний день размер соты сократился с сотен квадратных километров в сетях первого поколения (1G) до долей квадратного километра в городских районах. В 5G будут использованы небольшие соты, такие как пикосоты (диапазон до 100 м) и фемтосоты (диапазон, подобный WiFi), а также распределенные антенные системы (покрытие аналогично пикосотам) [11].

2. *Более высокие частоты и полосы пропускания сигнала:* из анализа неравенства Крамера–Рао (CRLB – Cramer–Rao Bound Analysis), дисперсия измерений времени прихода сигнала (TOA – Time of Arrival) ограничена снизу как

$$\mathrm{var}(TOA) \geq \frac{1}{8\pi^2 BT_s F_c^2 SNR}$$

для сигнала с полосой пропускания B (Гц), которая намного ниже, чем центральная частота F_c (Гц) и имеет постоянное отношение сигнала к коэффициенту шума (SNR – Signal to Noise Ratio) по ширине полосы сигнала, где T_s - длительность сигнала. Это указывает на то, что более высокие частоты и полоса пропускания сигнала повышают точность измерения TOA. Кроме того, более высокая ширина полосы сигнала позволяет улучшить компоненты многолучевого распространения, что увеличивает вероятность обнаружения пути прямой видимости и, таким образом, уменьшает ошибку, вызванную смещениями многолучевого распространения. На более высоких несущих частотах, в частности в миллиметровом диапазоне, преобладают приемы сигнала прямой видимости (LOS – Line Of Sight), поскольку любой тракт вне прямой видимости (NLOS – Non-LOS) может быть заблокирован. Кроме того, более высокие частоты позволяют использовать схемы MIMO (Multiple Input Multiple Output), которые могут обеспечить дополнительные измерения направления путем установки нескольких антенн на отдельных терминалах.

3. *Более высокая плотность передачи данных и обмен данными между устройствами*. Характер сверхплотных сетей передачи данных с возможностью связи между устройствами (D2D – Device-to-Device) отличает 5G от предыдущих сотовых сетей тем, что сеть пятого поколения способствует высокоточному позиционированию. В ходе синхронизации или оценки канала между МТ измерения между узлами могут быть использованы для получения информации о местоположении относительно друг друга. По мере увеличения числа подключенных МТ, количество измерений между узлами увеличивается пропорционально квадрату количества МТ. Поскольку подключенные МТ находятся рядом, можно наблюдать больше трактов прямой видимости с достаточным отношением с/ш, чтобы заменить слабый сигнал вне прямой видимости от удаленных базовых станций (BS – Base Station). Кроме того, связь D2D позволяет обмениваться необходимыми данными, которые можно использовать для распределения задачи позиционирования, обмена информацией о канале, пе-

редачи информации о местоположении и установки якорей (терминал с известными местоположениями).

С развитием технологий MIMO на станциях BS, а также на станциях MT появилось несколько антенн. Далее рассмотрен общий случай, когда передатчик и приемник оснащены антеннами N_t и N_r соответственно, как показано на рис. 1 [12].

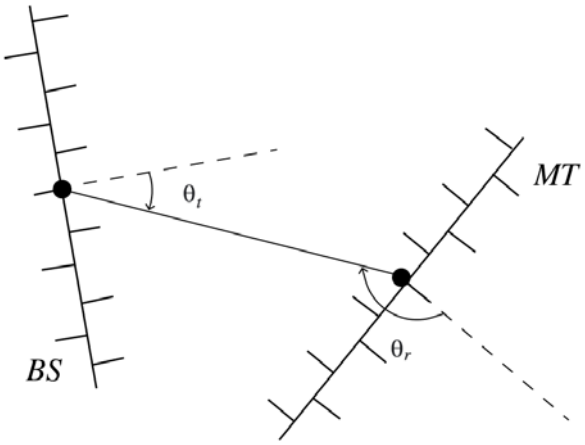


Рис. 1. Двумерный канал MIMO: расстояние между антеннами передатчика и приемника, AOD θ_t и AOA θ_r оцениваются путем приема переданных сигналов.

Пусть, передаваемый сигнал состоит из M_t лучей в момент времени t, обозначенных $x(t) = [x_1(t), \ldots, x_{M_t}(t)]^T \in C^{M_t}$. Он передается через N_t с помощью матрицы формирования луча $F = [f_1, f_2, \ldots, f_{M_t}] \in C^{N_t \times M_t}$ как $Fx(t)$. Узкополосной канал связи можно представить в виде матрицы $N_r \times N_t$:

$$H = \sqrt{\frac{N_r N_t}{\rho}} h a_r(\theta_r) a_t^H(\theta_t),$$

где ρ – потери на трассе между передатчиком и приемником, h – комплексное усиление трассы прямой видимости, $a_t(\theta_t) \in C^{N_t}$ и $a_r(\theta_r) \in C^{N_r}$ – вектора управления и отклика антенны с углом выхода волны (AOD) θ_t и углом прихода (AOA) θ_r соответственно.

На практике $a_t(\theta_t) \in C^{N_t}$ и $a_r(\theta_r) \in C^{N_r}$ зависят от расположения антенн.

Через канал H сигнал, наблюдаемый N_r антеннами на приемнике, имеет вид:

$$y(t) = HFx(t-\tau) + n(t), \quad (1)$$

где $y(t) \in C^{N_r}$, τ – задержка распространения между передатчиком и приемником, а $n(t) \in C^{N_r}$ – вектор гауссовского шума с нулевым средним значением и двусторонней спектральной плотностью мощности $N_0/2$.

На основе (1) можно оценить задержку τ, AOD θ_t и AOA θ_r по наблюдаемому $y(t)$ и известному пилот-сигналу $x(t)$, и даже получить местоположение передатчика при известном местоположении приемника (или наоборот). Здесь следует отметить, что существует временной сдвиг между передатчиком и приемником, который необходимо устранить за счет разницы во времени прибытия

нескольких синхронизированных приемников, точно так же, как метод, используемый в локализации GNSS (Global Navigation Satellite System).

Обладая достаточно точной информацией о местоположении, сети 5G будут первым поколением, которое извлечет выгоду из информации о местоположении. Благодаря связи между устройствами (D2D) мобильные терминалы могут совместно определять свое местоположение, что не только повысит точность позиционирования, но и уменьшит временную задержку. Кроме того, другие технологии, предусмотренные в 5G, также улучшают точность позиционирования. Технологии MIMO обеспечивают измерение AOD и AOA, сверхплотные сети приводят к большому количеству LOS соединений, более высокие несущие частоты повышают разрешающую способность многолучевых каналов. Следует ожидать, что локализация будет важной особенностью сетей 5 поколения.

Список используемых источников

1. A. Kupper, Location-based Services: Fundamentals and Operation, Wiley, 2005.
2. R.D. Taranto, S. Muppirisetty, R. Raulefs, D. Slock, T. Svensson, H. Wymeersch, Location-aware communications for 5g networks: How location information can improve scalability, latency, and robustness of 5g, IEEE Signal Process. Mag. 31 (6) (2014) 102–112.
3. R. Zekavat, R.M. Buehrer, Handbook of Position Location: Theory, Practice and Advances, Wiley, 2012.
4. 3GPP TR 22.862 V14.1.0 (2016-09). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers for Critical Communications; Stage 1. (Release 14).
5. 3GPP TR 22.872 V16.1.0 (2018-09). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Study on positioning use cases; Stage 1 (Release 16).
6. 3GPP. TS 38.305 V15.4.0 (2019-06). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NG Radio Access Network (NG-RAN); Stage 2 functional specification of User Equipment (UE) positioning in NG-RAN (Release 15).
7. ETSI TS 103 246-3 V1.1.1 (2015-07). Satellite Earth Stations and Systems (SES); GNSS based location systems; Part 3: Performance requirements.
8. 3GPP TR 37.857 V13.1.0 (2015-12). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on indoor positioning enhancements for UTRA and LTE (Release 13).
9. Технологии сетевого позиционирования : [монография] / Г. А. Фокин ; СПбГУТ. Санкт-Петербург, 2020. — 558 с.
10. R.E. Hattachi, J. Erfanian, 5g white paper, Next Generation Mobile Networks Alliance.
11. J.G. Andrews, S. Buzzi, W. Choi, S.V. Hanly, A. Lozano, A.C.K. Soong, J.C. Zhang, What will 5g be? IEEE J. Sel. Areas Commun. 32 (6) (2014) 1065–1082.
12. A. Shahmansoori, G.E. Garcia, G. Destino, G. Seco-Granados, H. Wymeersch, 5g position and orientation estimation through millimeter wave mimo, in: IEEE Globecom Workshops, 2015, с. 1–6.

Секция 1.3.

Проектирование и технология радиоэлектронных средств

УДК 004.891
ГРНТИ 47.14.03

ИНТЕРАКТИВНОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ В СРЕДЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПАС-3Д

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

Проектная графика в конструкциях электронных средств представляет собой дисциплину, предметом которой являются различные проектные документы, в числе которых чертежи, детали, эскизы, модели и т.д. Разработка любой детали в современности сопровождается созданием проектных документов, которые содержат в себе информацию, необходимую для описания формы, работы и других параметров изделия. Таким образом, для освоения студентами дисциплины «проектная графика» и модернизации учебного процесса необходимо разработать комплекс самостоятельных работ. В работе рассмотрена область проектной графики, преимущества выбранного программного обеспечения, а также разработаны методические указания по выполнению самостоятельных работ.

проектная графика, самостоятельные работы, твердотельное моделирование, КОМПАС-3D.

Проектная графика представляет собой достаточно обширную дисциплину, отвечающую за обучение студентов основам создания проектных документов. В рамках данной дисциплины рассматриваются такие её области как векторная графика, полигональное моделирование и твердотельное моделирование. Каждая из перечисленных областей проектной графики может фигурировать в процессе разработки устройства. Исходя из темы работы, рассматривается конкретная область проектной графики – твердотельное моделирование с помощью программы КОМПАС-3D.

КОМПАС-3D представляет собой систему параметрического автоматизированного проектирования, предназначенную для создания трехмерных ассоциативных моделей деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизированные изделия. В данном программном продукте присутствует множество дополнений, но в рамках разработанных самостоятельных работ используются только основной модуль программы – непосредственно КОМПАС-3D, а также система КОМПАС-График, предназначенная для автоматизации создания ассоциативных чертежей, а также схем, спецификаций, таблиц и так далее.

Рабочая область данной программы представлен на рисунке 1.

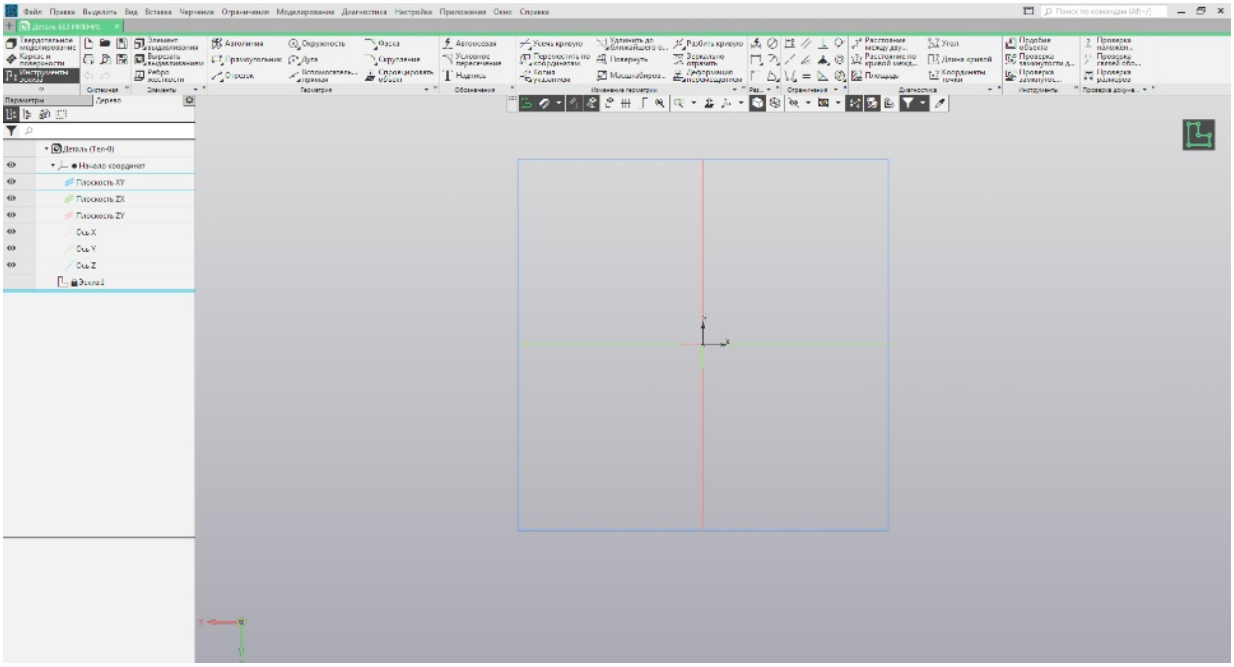


Рис. 1. Рабочая область программы

Данное программное обеспечение обладает следующими преимуществами:

Простота освоения – КОМПАС-3D представляет собой относительно несложную систему проектирования, которая хорошо подходит для ознакомления с системами параметрического автоматизированного проектирования.

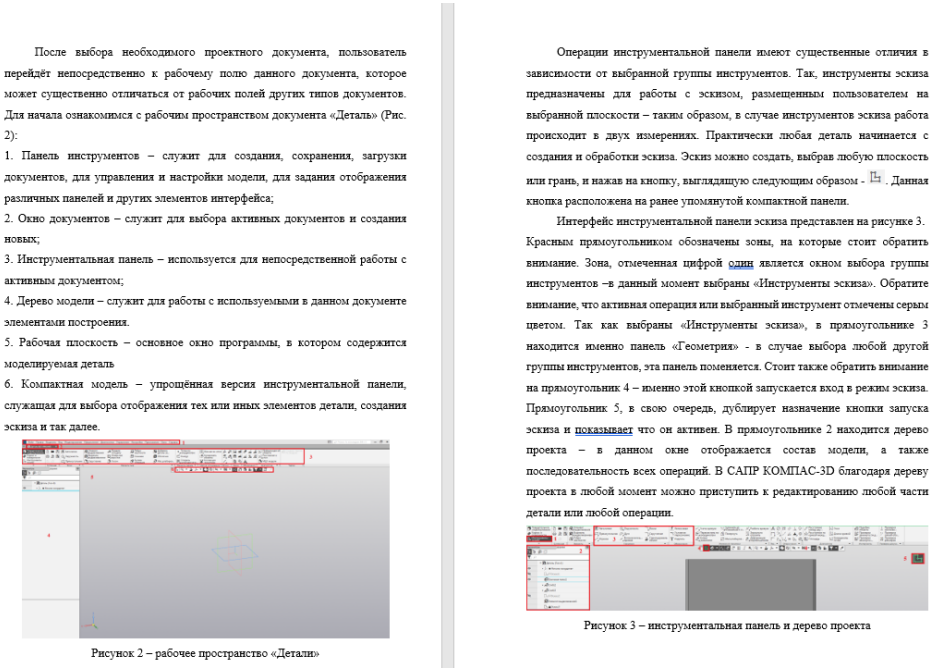
Обширный функционал – КОМПАС-3D обладает достаточно большим функционалом, который может использоваться для создания 3D-моделей высокой сложности.

Удобный интерфейс – интерфейс программы удобен для работы и эргономичен. Также имеется возможность провести его настройку и вывести любые необходимые для работы инструментальные панели.

Отечественная разработка – так как данная система параметрического автоматизированного проектирования разрабатывается российской компанией «Аскон», отсутствуют какие-либо проблемы с локализацией продукта.

Также стоит отметить такие достоинства программы как невысокая стоимость и бесплатная учебная версия, что не требует дальнейших пояснений.

Интерактивные методические указания представляют собой новую, усовершенствованную среду по подготовке студентов к работе в САПР КОМПАС-3Д. Текущий вид методических указаний, созданных автором статьи в рамках бакалаврской работы, представлен на рисунке 2.



После выбора необходимого проектного документа, пользователь перейдёт непосредственно к рабочему полю данного документа, которое может существенно отличаться от рабочих полей других типов документов. Для начала ознакомимся с рабочим пространством документа «Деталь» (Рис. 2):

1. Панель инструментов – служит для создания, сохранения, загрузки документов, для управления и настройки модели, для задания отображения различных панелей и других элементов интерфейса;
2. Окно документов – служит для выбора активных документов и создания новых;
3. Инструментальная панель – используется для непосредственной работы с активным документом;
4. Дерево модели – служит для работы с используемыми в данном документе элементами построения.
5. Рабочая плоскость – основное окно программы, в котором содержится моделируемая деталь
6. Компактная модель – упрощённая версия инструментальной панели, служащая для выбора отображения тех или иных элементов детали, создания эскиза и так далее.

Рисунок 2 – рабочее пространство «Детали»

Операции инструментальной панели имеют существенные отличия в зависимости от выбранной группы инструментов. Так, инструменты эскиза предназначены для работы с эскизом, размещенным пользователем на выбранной плоскости – таким образом, в случае инструментов эскиза работа происходит в двух измерениях. Практически любая деталь начинается с создания и обработки эскиза. Эскиз можно создать, выбрав любую плоскость или грань, и нажав на кнопку, выглядящую следующим образом - . Данная кнопка расположена на ранее упомянутой компактной панели.

Интерфейс инструментальной панели эскиза представлен на рисунке 3. Красным прямоугольником обозначены зоны, на которые стоит обратить внимание. Зона, отмеченная цифрой один является окном выбора группы инструментов –в данный момент выбраны «Инструменты эскиза». Обратите внимание, что активная операция или выбранный инструмент отмечены серым цветом. Так как выбраны «Инструменты эскиза», в прямоугольнике 3 находится именно панель «Геометрия» - в случае выбора любой другой группы инструментов, эта панель поменяется. Стоит также обратить внимание на прямоугольник 4 – именно этой кнопкой запускается вход в режим эскиза. Прямоугольник 5, в свою очередь, дублирует назначение кнопки запуска эскиза и показывает что он активен. В прямоугольнике 2 находится дерево проекта – в данном окне отображается состав модели, а также последовательность всех операций. В САПР КОМПАС-3D благодаря дереву проекта в любой момент можно приступить к редактированию любой части детали или любой операции.

Рисунок 3 – инструментальная панель и дерево проекта

Рис. 2 – устаревшая версия методических указаний

Данная среда должна автоматизировано отслеживать успехи студента во время выполнения тех или иных самостоятельных работ, предлагать студенту различные варианты самостоятельных работ, исходя из его уровня подготовки, а также содержать в себе всё необходимое в виде теоретических материалов, способных помочь студенту как во время освоения программного обеспечения, так и во время осознания процесса правильного конструирования элементов радиоэлектронных средств. Например, в среде планируется интеграция необходимых для выполнения работ ГОСТ, чтобы студент в любой момент мог найти эту информацию непосредственно в среде, не отвлекаясь на сторонние ресурсы. Таким образом, концептуально данная среда должна быть полностью автономной, предоставляя студентам все возможности для комфортного обучения, не покидая её и не прибегая к помощи других площадок. В среде также планируется наличие большого количества самостоятельных работ разных уровней сложности.

Интерактивные методические указания по выполнению самостоятельных представляют собой подробнейшее руководство по выполнению каждой работы, описывающее каждый выполняемый студентом шаг и каждую операцию, а также тонкости их применения. Так, помимо подробнейшего описания, планируется ввести использование GIF-анимаций или MPEG-4 видео для большей наглядности, что должно положительно сказаться на учебном процессе.

В результате выполнения работы была определена исследуемая область проектной графики, выбрано программное обеспечение и обоснованы его преимущества, планируется к созданию среда для выполнения самостоятельных работ в рамках дисциплины «Проектная графика в конструкциях электронных средств»

Список используемых источников

1. Азбука КОМПАС-3D V17. [Электронный ресурс] URL:https://edu.ascon.ru/source/info_materials/kompas_v17/Tut_3D.pdf (дата обращения 20.05.2019)
2. Обучающие материалы Компас-3D. [Электронный ресурс] URL: http://kompas.ru/publications/books/ (дата обращения 6.05.2019)
3. Л. Н. Панков, В. Р. Асланянц, Г. Ф. Долгов, В. В. Евграфов. Основы проектирования электронных средств. 2007г. – 16-23 с.
4. С. И. Трегубов, А. В. Сарафанов, А. А. Левицкий, В. Ю. Божко. Основы проектирования электронных средств. 2008г. – 11-13 с.
5. Составление методических пособий, разработок, рекомендаций. Правила оформления [Электронный ресурс] URL: http://www.eadk.ru/assets/files/Documents/Metod/sostavlenie-metod-posobij.pdf (дата обращения 4.04.2019)

УДК 621.382.2/.3
ГРНТИ 47.33.31

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ УСТРОЙСТВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Д. И. Кирик, И. А. Третьяков

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

В статье рассматриваются вопросы обеспечения требуемого квазистационарного теплового режима и его влияния на механическую устойчивость полупроводникового прибора. Предложен метод поддержания оптимального температурного режима полупроводникового устройства, благодаря которому обеспечивается стабильная работа, а вероятность отказа и резкого изменения свойств материала снижаются.

тепловой режим, полупроводники, полупроводниковые устройства, крионика, низкие температуры, проводимость, электропроводимость, тепломассообмен.

Большинство серийно выпускаемых интегральных микросхем обеспечивает требуемый уровень параметров в диапазоне температур от минус 40°С до 85°С, хотя существуют микросхемы, работоспособные в расширенном диапазоне температур от минус 60°С до 125°С.

Низкотемпературные интегральные микросхемы находят применение в разных областях приборостроения: космической аппаратуре, ядерной электронике, научном приборостроении, криогенных измерительных и медицинских приборах. Создание криогенных микросхем крайне важно для космических применений. Это обусловлено тем, что температура вблизи и на поверхности большинства планет Солнечной системы и Луны меньше минус 60°С, а использование нагревателей на основе радиоактивных материалов существенно увеличивает массу и габариты космических аппаратов из-за необходимости применения экранов, защищающих электронику от воздействия проникающей радиации.

Одним из способов обеспечения оптимального теплового режима для интегральной микросхемы является её прогрев и дальнейшее поддержание температуры.

Процесс нагревания микросхемы делится на две стадии: неупорядоченного и упорядоченного режима. В первой стадии осуществляется резкое изменение температурного поля тела. Температура тела, примерно равная температуре окружающей среды, начинает выравниваться со значением температуры нагрева, что в нашем случае оказывает влияние на внутреннее устройство и конструкцию микросхемы и места соединения контактов с контактными площадками.

Требуется избегать слишком резкого изменения температур — это может привести к тепловому удару. Тепловой удар случается из-за температурного расширения материалов [1]. Закон теплового расширения (1) имеет вид:

$$\Delta L = \alpha L \Delta T, \qquad (1)$$

где α – коэффициент линейного теплового расширения, T – изменение температуры, L – линейный размер.

Под воздействием теплового удара конструкция печатной платы может получить механические повреждения такие, как разрыв проводящих слоев и контактных площадок. Аналогичным образом могут быть выведены из строя полупроводниковые приборы, которым необходим щадящий прогрев.

В настоящее время получили наибольшее распространение такие полупроводниковые структуры как: Ge, SiGe, GaAs, InGaAs, InAlAs, GaN, AlGaN и Si. Одно из главных преимуществ полупроводников заключается в том, что их электропроводность резко увеличивается с повышением температуры. Иными словами, при низкой температуре полупроводники ведут себя как диэлектрики, а при высокой — как достаточно хорошие проводники (рис. 1).

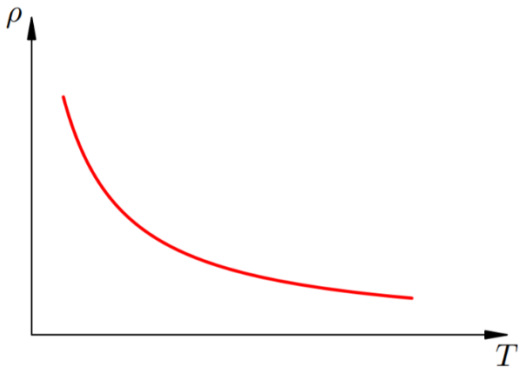


Рис. 1. Зависимость ρ = ρ(T) для полупроводника

Также электропроводимость можно выявить с помощью вычисления средней скорости частиц. Формула средней тепловой скорости молекул идеального газа (2) справедлива и для полупроводников:

$$U_T = \sqrt{\frac{3kT}{m}}, \qquad (2)$$

где k – постоянная Больцмана, m – эффективная масса электронов или дырок.

Подвижность электронов в металлах убывает с температурой вследствие увеличения числа столкновений электронов с тепловыми колебаниями кристаллической решетки, что и приводит к уменьшению электропроводности метал-

лов с ростом температуры [2]. В полупроводниках же основной вклад в температурную зависимость электропроводности вносит зависимость от температуры концентрации носителей заряда, что доказывается распределением Ферми-Дирака. При конечных температурах оно имеет вид как на рисунке 1.

Интегральные микросхемы и другие полупроводниковые приборы состоят не только из «проводящего» вещества. Немаловажными элементами данной системы наряду с полупроводниками являются корпуса и контакты.

Корпуса, как правило, выполняются из пластмасс. Но бывают следующие исполнения: стеклянные, металлостеклянные, керамические, металлокерамические, металлопластмассовые и полимерные.

Корпус выполняет много функций: эффективный отвод и рассеивание тепла, выделяемого при работе микросхемы; электрическая изоляция полупроводниковых кристаллов; герметизация соединений; защита схемы от воздействия окружающей среды и механических повреждений.

Преимущества керамики перед стеклом состоят: в уменьшении потерь СВЧ-энергии; повышенной температуростойкости; более жестком и точном креплении микросхем. Керамика имеет слабовыраженную температурную зависимость характеристик до 500—1000°С (773—1273 К). Для стекол с размягчением 490—700 °С (763—973 К) резко возрастает электропроводность, диэлектрические потери, деформация, уменьшается механическая прочность. Из-за высокой механической прочности в металлокерамических композициях не обязательно совпадение температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР).

Наиболее пригодным для криогенных исполнений микросхем являются корпуса из вакуумно-плотной керамики. Они удовлетворяют условиям работы мощных СВЧ-приборов, способны выдерживать большие градиенты температур, местные перегревы и многократные термические удары. Таким образом, они наименее подвержены механическому разрушению при использовании в сказанных ранее областях [3].

Комбинация корпусирования и постоянной передачи тепла для подложки полупроводникового устройства позволяет расширить привычные диапазоны рабочих температур.

Автор предлагает использовать дополнительную подложку с каскадом рассеивающих резисторов, на которые подается заданных ток, необходимый для поддержания требуемого температурного градиента. Резистивный слой должен быть выполнен из металлов с высоким электрическим сопротивлением. Это позволит увеличить тепловыделение и снижение силы тока, и как следствие, уменьшает общее энергопотребление системы.

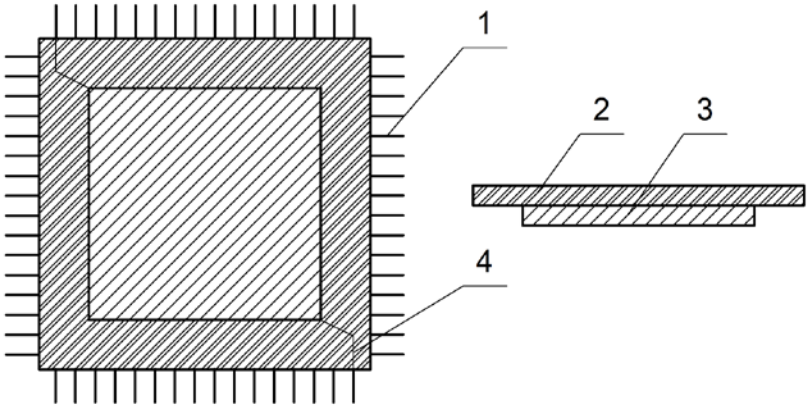


Рис. 2. Внутренняя структура полупроводникового устройства. 1 – проволочные контакты; 2 – подложка полупроводника; 3 – подложка с резистивным слоем; 4 – проволочные контакты, соединенные с п.3.

На рисунке 2 представлена предложенная структура полупроводникового устройства. Топология металла на подложке п. 3 зависит от компоновки и расположения логических элементов на полупроводниковой подложке. В данной структуре особую важность представляет соблюдение баланса между требуемым температурным режимом, потребляемой мощностью и тепловыми шумами резистивного слоя.

Список используемых источников

1. Дульнев Г. Н., Новиков В. В. Процессы переноса в неоднородных средах – Ленинград: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991. 248 с.

2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников – М., Наука, 1977. 672 с.

3. Горлов, М.И. Обеспечение и повышение надёжности полупроводниковых изделий в процессе серийного производства / М.И. Горлов, Л.П. Ануфриев – М.: Бестпринт, 2003. 407 с.

УДК 67.02
ГРНТИ 47.45.29

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТЕНН

Е. А. Манаков, Д. И. Кирик
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Технология 3D-печати довольно твердо закрепилась во многих технологических процессах и на производствах. Особенно эффективно 3D-печать показывает себя в прототипировании, создания штучных образцов изделий или при необходимости изготовления объектов сложных форм. С развитием радиоэлектроники появилась необходимость в изготовлении «умных обшивок» и антенных решеток с большим количеством излучателей, для решения этих задач возможно применение 3D-печати.

антенны, 3D-печать, 3D-принтер, технология производства.

В настоящее время в области радиоэлектроники 3D-печать широко используется при производстве корпусов изделий, проектировании конструкций антенн и даже идут разговоры о применении данной технологии при производстве печатных плат.

Если говорить про применение 3D-печати при проектировании антенн, то одно из главных достоинств данной технологии – высокая повторяемость изделий, что позволяет изготавливать антенны с очень близкими радиотехническими характеристиками. При традиционных методах изготовления разброс характеристик антенн довольно значительный от образца к образцу, а это имеет важное значение, особенно в системах амплитудной пеленгации и антенных решетках.

Основная трудность использования 3D-печати при проектировании антенн – необходимость последующего нанесения токопроводящего слоя, либо использование дорогостоящего токопроводящего филамента, в состав которого входят частички серебра.

Рис. 1. Прототип двухзаходной периодической спиральной антенны, напечатанной пластиком и покрытой токопроводящей краской.

Существует несколько способов нанесения токопроводящего слоя на напечатанную конструкцию антенны (рис. 1), которую можно рассматривать как диэлектрическую подложку.

Рассмотрим технологии напыления токопроводящего слоя и осаждения при помощи электролиза, поскольку Данный метод производства антенн можно сравнить с технологией изготовления печатных плат аддитивным или полуаддитивным методом – ОСТ 92-5078-99, ОСТ 107.460092.004.01-86.

Один из примером технологический процесс производства антенны данным методом состоит из:

1. Печать конструкции будущей антенны методом SLA печати (рис. 2).

Рис. 2. Подложка широкополосной логарифмической СВЧ-антенны.

2. Нанесение металлизированного слоя при помощи технологии аэрозольного напыления (рис. 3).

Рис. 3. Нанесение токопроводящего слоя на диэлектрическую подложку.

3. Монтаж и установка антенны (рис. 4).

Рис.4. Финальная сборка антенны.

Таким образом, можно сделать вывод, что основное направление данной технологии – решение специфических проблем т.н. «умная обшивка» (нанесение антенн, датчиков и т.п. на поверхности объектов, например беспилотников) или задача согласования системы антенна-обтекатель (когда антенну можно будет 'печатать' непосредственно на внутренней поверхности обтекателя.

Исследовательские задачи, связанные с изготовлением малогабаритных антенн или даже антенных решеток с заданной диаграммой направленности за счет сложной формы элементов антенн или использования в основаниях антенн диэлектриков с заданной неоднородной диэлектрической проницаемостью.

Список используемых источников

1. [Электронный ресурс] //Сообщество владельцев 3D-принтеров — 3DToday — описание 3D-принтеров, отзывы о 3D-принтерах, характеристики, фотографии и описания, распечатанные 3D-модели и многое другое// Как мы напечатали антенну. 2020. URL:https://3dtoday.ru/blogs/ilyavyazigin/3d-antenna/ (дата обращения 20.11.2020).
2. ОСТ 92-5078-99. Платы печатные. Типовые технологические процессы электрохимического получения металлических покрытий. М: Изд-во стандартов, 1999.
3. ОСТ 92-5075-99. Платы печатные. Типовые технологические процессы получения проводящего рисунка. М: Изд-во стандартов, 1999.
4. ОСТ 107.460092.004.01-86. Платы печатные. Типовые технологические процессы.

УДК 621.396.67.012.12
ГРНТИ 47.45.29

ВЫБОР СПОСОБА УЧЁТА ВЗАИМНЫХ СВЯЗЕЙ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФАР, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА ДН

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

Применение пространственной обработки сигналов является одним из направлений развития радиотехники. Основанная концепция пространственной фильтрации заключается в модификации диаграммы направленности в соответствии с некоторым критерием. Антенные решетки является основным инструментом для осуществления этой концепции. Задача синтеза ДН включает учёт характеристик каждого из излучателей в антенне. В данной работе описывается способ учёта взаимных связей излучателей пригодный для использования при решении задачи синтеза ДН.

антенная решетка, ФАР, синтез диаграмм направленности, генетический алгоритм.

В настоящее время системы связи стремительно развиваются. Количество трафика, число абонентов и их подвижность увеличивается. Помеховая обстановка становиться всё более непредсказуема, и в перспективе будет ухудшаться. Поэтому задача адаптации системы связи к динамично изменяемой помеховой обстановке является весьма актуальной. Антенные решетки помогают решать данную задачу за счёт формирования ДН специальной формы, тем самым осуществляя пространственную фильтрацию. Важнейшим этапом при проектировании антенной решетки является решение задачи синтеза ДН.

В литературе описано множество алгоритмов и методов получения ДН антенной решетки [1, 2, 3]. Большинство из них направленно на подавление боковых лепестков при сохранении направленности главного или создание глубоких нулей в указанном направлении. Другие представляют задачу синтеза ДН как оптимизационную. Концепция оптимизационных алгоритмов заключается в получении исходной ДН и итерационному приведению текущей ДН к необходимой, соответсвующей требуемому показателю качества. В связи с чем методы синтеза ДН принято разделять на два вида - оптимизационные и прямые [4]. Рассмотрим частные случаи практического применения каждого из видов.

Одним из примеров прямого алгоритма представлен в [5]. Исходная и вспомогательная ДН разлагаются в ряды с соответствующими коэффициентами. После этого осуществляются арифметические действия над коэффициентами рада. В случае установки нуля - вычитаются, в случае добавлении второго максимума или установки требуемого знания - складываются. В результате из

полученных новых коэффициентов синтезируется новая ДН. Стоит отметить, что прямые алгоритмы позволяют учитывать ДН излучателя только после синтеза, то есть в самом процессе синтеза ДН излучателя не используется. Пример работы прямого алгоритма с учётом ДН излучателя представлен на рис. 1. Звёздочками на графике представлены требуемые значения для каждой итерации алгоритма. Для представления результатов использовалось ПО описанное в [6].

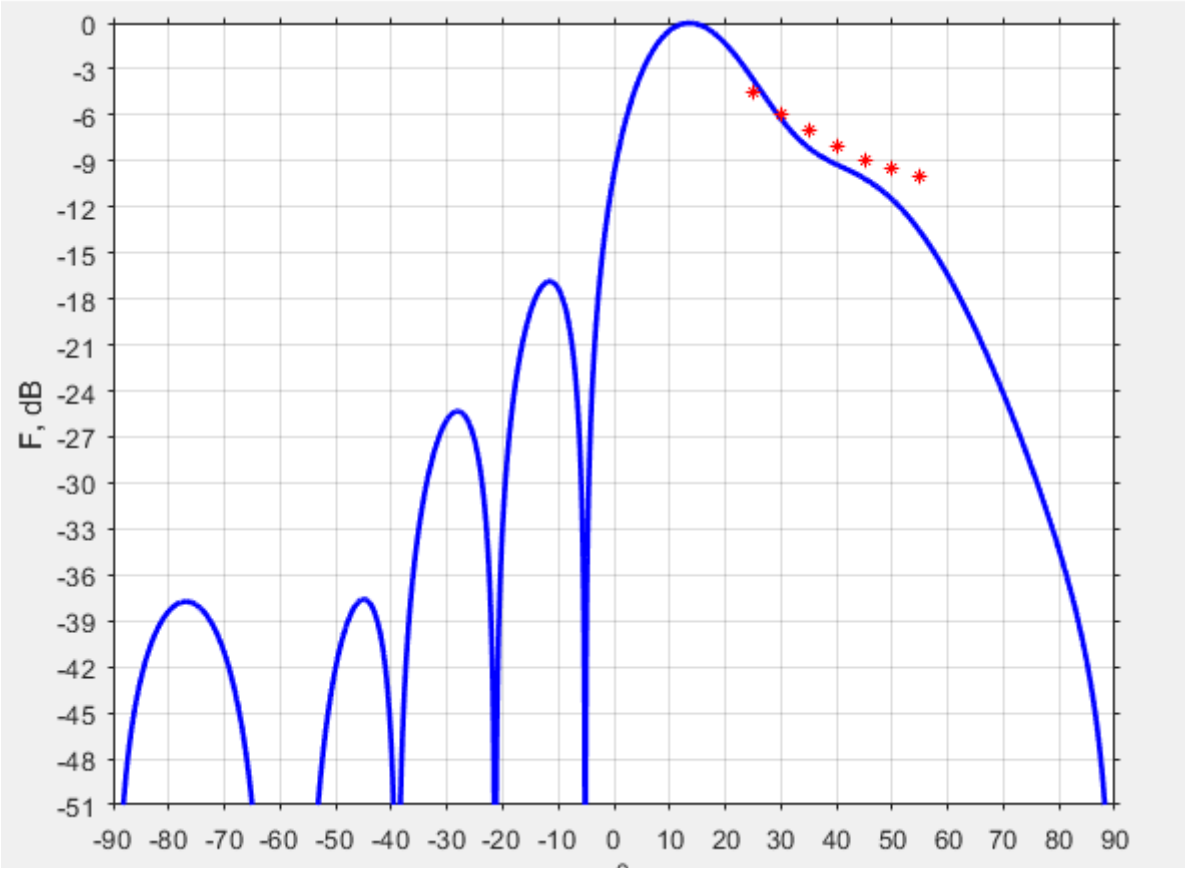


Рис. 1. ДН синтезированная с помощью метода последовательного синтеза. Построена с учётом ДН излучателя без взаимных связей.

Рассмотрим применение генетического алгоритма для решения задачи синтеза ДН [7]. Данный метод синтезирует исходную ДН и, после итерационно изменяя АФР, приводит ДН в зону между нижней и верхней огибающей. Следует отметить, что применение данных алгоритмов не всегда даёт необходимый результат. Однако применение итерационных алгоритмов имеет значительное преимущество по сравнению с методами прямого синтеза, которые не однократно описаны в литературе [8, 9]. Стоит отметить, что данный алгоритм может учитывать ДН элемента. Пример работы алгоритма представлен на рис. 2.

Огибающие отмечены красными линиями. При этом линия с меньшим шагом прерывания является огибающей сверху, соответственно линия с большим шагом огибающей снизу. Полученная ДН так же представлена с учётом ДН излучателя без взаимных связей.

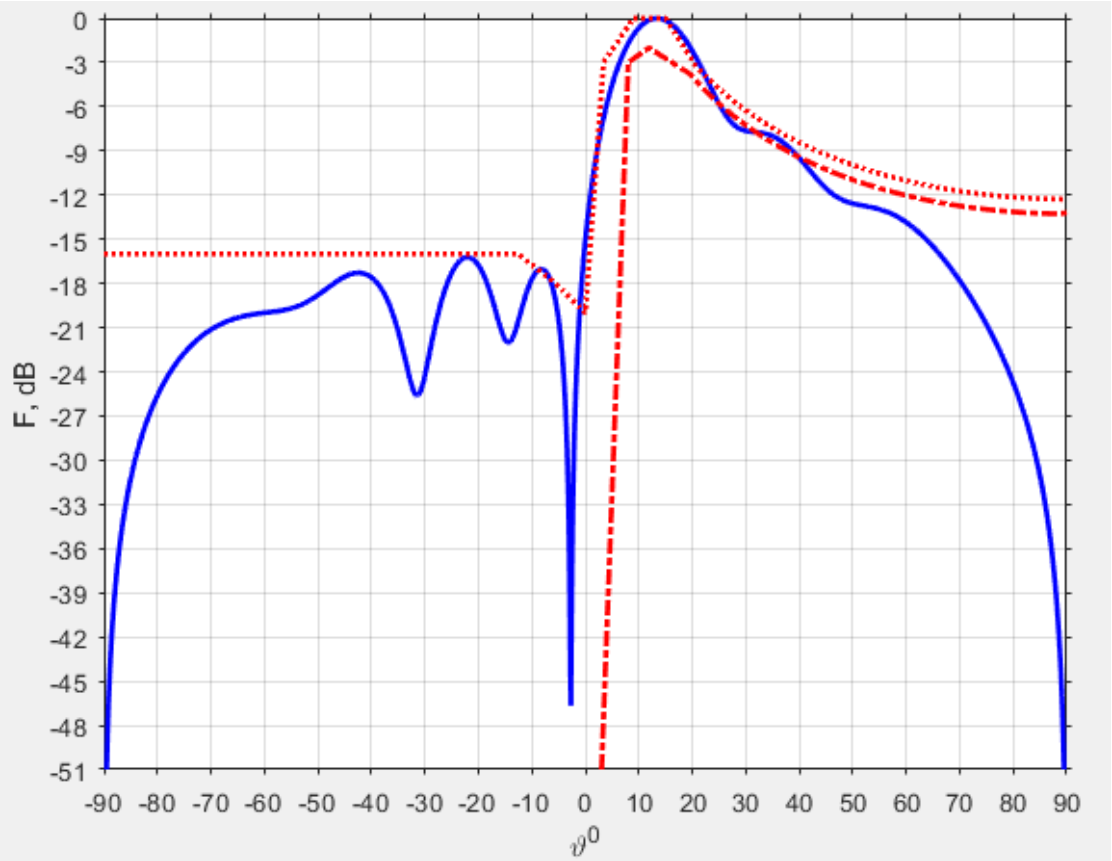


Рис. 2. ДН синтезированная с помощью оптимизационного метода синтеза. Построена с учётом ДН излучателя без взаимных связей.

Стоит отметить, что оптимизационные алгоритмы требуют начальной точки, достаточно близкой к необходимому решению, иначе они могут привести к локальному минимуму. Поэтому решая задачу синтеза как задачу оптимизации следует в качестве исходной подставлять ДН близкую к необходимой. При этом в качестве исходной ДН использовать полученную в результате прямого расчёта с учётом параметров излучателя и взаимных связей. Данный подход может повысить скорость и качество синтеза.

Рассмотрим методы учёта взаимных связей излучателей. Наиболее распространёнными методами являются приближённо локально периодический анализ и полноволновый электродинамический анализ. В случае локального периодического анализа ДН антенны, учёт взаимных связей происходит только в рамках локальной структуры. При этом, полноволновый анализ требует слишком больших вычислительных ресурсов для анализа. Рассмотрим каждый из методов учёта взаимных связей поддельности.

В технической литературе чаще всего встречаются методы локального приближения, основанные на ячейке Фолке [10, 11]. Данные методы имеют ряд недостатков по сравнению с полноволновым анализом. Важным недостатком является отсутствие учёта краевых излучателей. Пример искажения ДН краевого излучателя вследствие взаимного влияния представлен на рис. 3. Возможно повысить точность ДН излучателя за счёт добавления ближайших элементов в

рамки локального приближения [12]. Использование данного метода предполагает создание базы ДН излучателя всего частотного диапазона. Также стоит отметить, что метод локально периодического анализа не может быть применён в случае нарушения периодической структуры антенны.

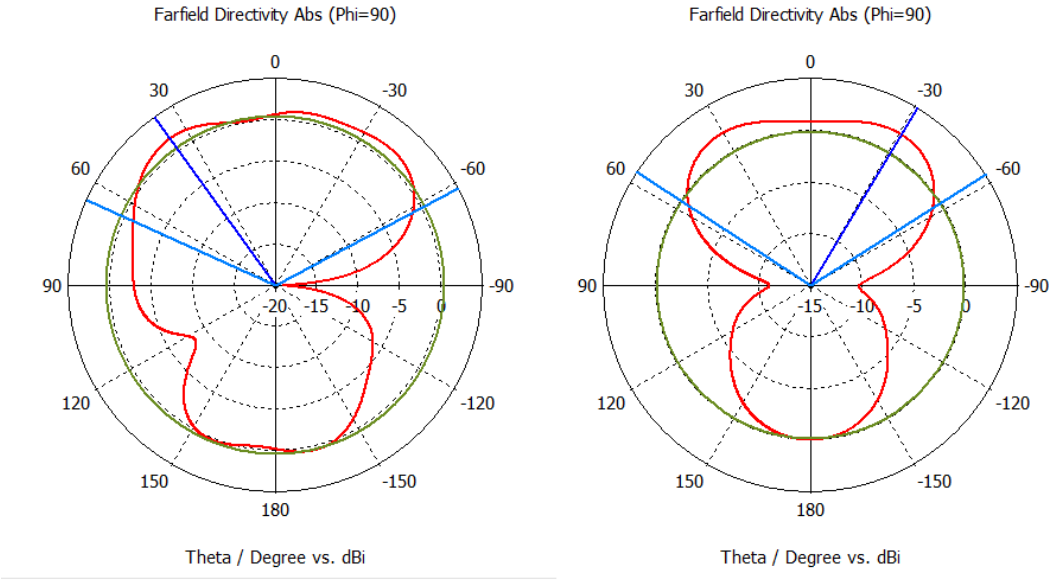


Рис. 3. ДН излучателей в центре (справа) и на краю антенной решетки (слева).

Рассмотрим случай полноволнового электродинамического анализа. Данный метод имеет значительно превосходящую точность по сравнению с методами локального приближения. Пример сравнения результатов, полученных методом локального приближения и полноволнового анализа представлен на рис. 4.

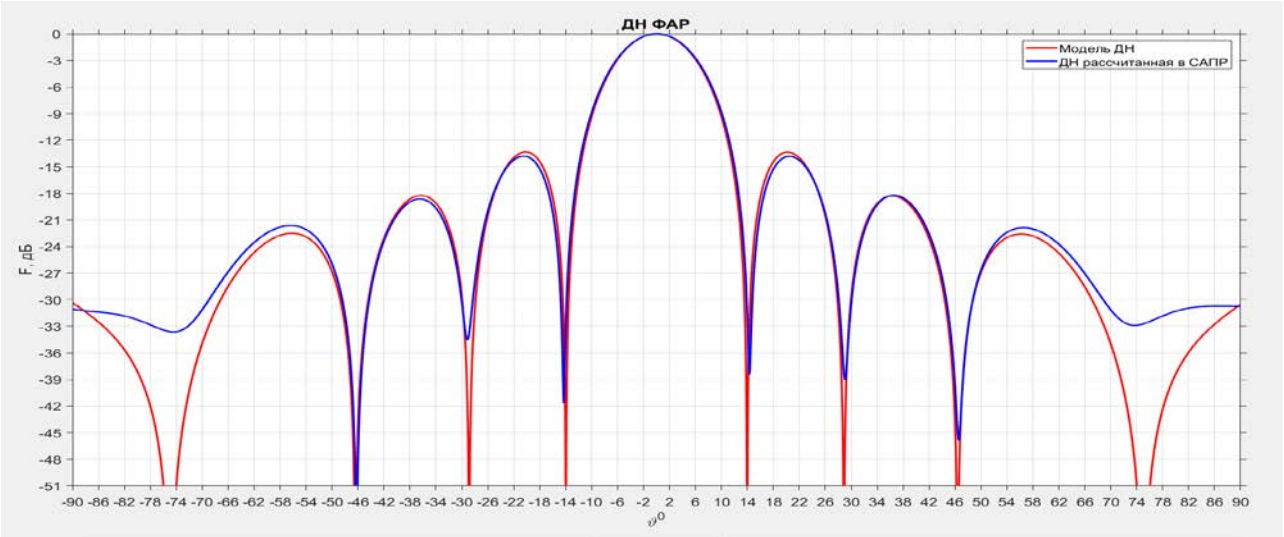


Рис 4. Сравнение методов получения ДН антенны с учётом взаимного влияния полученные методом локального приближения (красным) и полного электродинамического анализа (синим).

К сожалению, полноволновый электродинамический анализ требует значительных вычислительных ресурсов. При этом число требуемых ресурсов возрастает в геометрической прогрессии с каждым добавлением элемента. Учиты-

вая, что практическое решение задачи адаптации требуют быстрой скорости реакции, данный метод не является приемлемым и оптимальным. Но стоит отметить, что, используя метод полноволнового электродинамического анализа, для расчёта локального приближенной ДН излучателя может повысить точность и снизить требования к вычислительным ресурсам.

Представленные методы синтеза и способы учёта ДН излучателя по-отдельности имеют ряд недостатков, но комбинируя данные методы можно добиться требуемых показателей. К примеру, использование в качестве исходной, ДН синтезированную прямым методом, позволяет повысить скорость и точность итерационных алгоритмов по сравнению с прямыми. Получение ДН излучателя в решётке с учётом взаимных связей полноволновым методом с последующим применением итерационных методов синтеза повышает качество синтеза.

Список используемых источников

1. Хансен Р. С. Фазированные антенные решетки. 2-е изд. М.: Техносфера, 2012. 560 с.
2. Под ред. Воскресенского Д.И. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток. 4-е изд. М: Радиотехника. 2012. 744 с.
3. Harry L. Van Trees, Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory. New York: John Wiley & Sons, Inc,; 2002
4. С. В. Кузьмин, К. О. Коровин, А. Н. Космынин Сравнение алгоритмов синтеза диаграмм направленности малоэлементных фар // Электроника и микроэлектроника СВЧ. 2019. Т. 1. № 1. С. 159-163.
5. Козлов Д.С. Интерференционное формирование диаграммы направленности фазированной антенной решетки с подавлением излучения в заданном направлении с учетом взаимного влияния излучателей: дис. канд. техн. наук: 01.04.03 / Козлов Дмитрий Сергеевич. Санкт-Петербург, 2016.143 с.
6. Кузьмин С.В., Коровин К.О., Раимжанов Т.Р. Вариант реализации интерактивного приложения для синтеза систем связи с антенными решетками // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2020. Т. 23, № 2, С. 46–54. https://doi.org/10.32603/1993-8985-2020-23-2-46-54
7. Todnatee S., Phongcharoenpanich Ch. Iterative GA Optimization Scheme for Synthesis of Radiation Pattern of Linear Array Antenna. International Journal of Antennas and Propagation, vol. 2016, 8 p. https://doi.org/10.1155/2016/7087298
8. Lei J., Fu G., Yang L., D.-M. Fu. Wide band linear printed antenna array with low sidelob cosecant square-shaped beam pattern, The National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology Xidian University. China: Progress In Electromagnetics Reserch,; 2010. vol. 15, p. 233-241.
9. Yahia A., Elkamchouchi H. Genetic Algorithm and Actual Antenna Array Systems: The First Technique Toward Ghost Defense Radar. LAMBERT Academic Publishing, 2012, 80 с.
10. Bhattacharyya A. K., Phased Array Antennas: Floquet Analysis, Synthesis, BFNs and Active Array Systems, Wiley, New York, 2006
11. Амитей Н., Галиндо В., Ву Ч. Теория и анализ фазированных антенных решеток // М.: Мир. 1974.
12. Zhou M., Sørensen S. B., Jørgensen E., Meincke P., Kim O. S., Breinbjerg O. Analysis of printed reflect arrays using extended local periodicity, in Proc. EuCAP, Rome, Italy, 2011, pp. 1408 –1412.

Секция 1.4.
Цифровое телерадиовещание

УДК 654.197
ГРНТИ 49.45.01

ФОРМАТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПАНОРАМНОМ ВИДЕО

Е. А. Вдовенков, Е. Д. Гузева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Изображения с высоким качеством приобретают все большую популярность благодаря тому, что позволяют погрузить человека в почти не отличимые от реальности сцены. Для реализации этой технологии требуется широкое поле обзора как по горизонтали, так и по вертикали. Также можно отметить, что появление множества устройств, поддерживающих форматы сверхвысокой четкости, дают возможность пользователям на себе испытать открытия в области видео технологий, не выходя из дома.

4K, 8K, UHDTV, HDR, ТВЧ, ТСВЧ, панорамное видео.

В настоящее время каждый человек желает получить возможность просмотра видеопрограмм с более высоким качеством изображения. Достичь его можно благодаря широкому полю обзора как по горизонтали, так и по вертикали, что позволяет подобрать размер экрана по своим предпочтениям (будет ли он использоваться в домашних условиях или в общественных местах).

Два цифровых стандарта — 4K UHDTV (2160p) и 8K UHDTV (4320p) были предложены «NHK *Science & Technical Research Laboratories*» и приняты Международным союзом электросвязи в августе 2012 года в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Р BT.2020.

Японская телекомпания NHK первой реализовала на практике систему телевидения с разложением изображения по стандарту 7680×4320 пикселей.

4K - это цифровое изображение или видео с разрешением примерно 4000 пикселей в ширину. Рейтинг 4K UHD на видеооборудовании означает, что это устройство может записывать, обрабатывать или отображать изображения с самым высоким текущим разрешением 4096 x 2160 пикселей в соответствии с UHDTV (BT.2020 или Rec. 2020).

8K - это разрешение цифрового изображения или видео шириной примерно 8000 пикселей. Обозначение 8K UHD на телевизоре или видеооборудовании означает, что это устройство поддерживает запись, обработку или воспроизведение изображений с самым высоким в настоящее время разрешением 7680 × 4320 пикселей в соответствии с UHDTV (BT.2020 или Rec.2020).

Форматы 4К и 8К — это абсолютная чёткость и детализация изображения, которая передаётся более ярко и насыщенно, чем в *Full* HD. Сравнение форматов представлено на рис. 1. Плотность и реалистичность изображения значительно возрастает благодаря уменьшению пикселей в размере и увеличению их количества. Все объекты получают детализированные очертания, благодаря чему рассмотреть их можно значительно чётче. Также улучшилась частота кадра, глубина цвета и качество звукового воспроизведения. Сравнение параметров различных форматов представлено в таблице 1.

Рис.1. Разрешения форматов 8K UHDTV, 4K UHDTV, HDTV (1080p) и SDTV

На рис. 2 приведена диаграмма цветового пространства CIE 1931 *XYZ*. На которой показано цветовое пространство UHDTV (Рек МСЭ-Р. BT.2020), что отображена в наружном треугольнике и для сравнения во внутреннем треугольнике цветовое пространство HDTV (*Rec*. 709). Обе рекомендации *Rec*. 2020 и *Rec*. 709 для опорного белого используют цвет CIE D65.

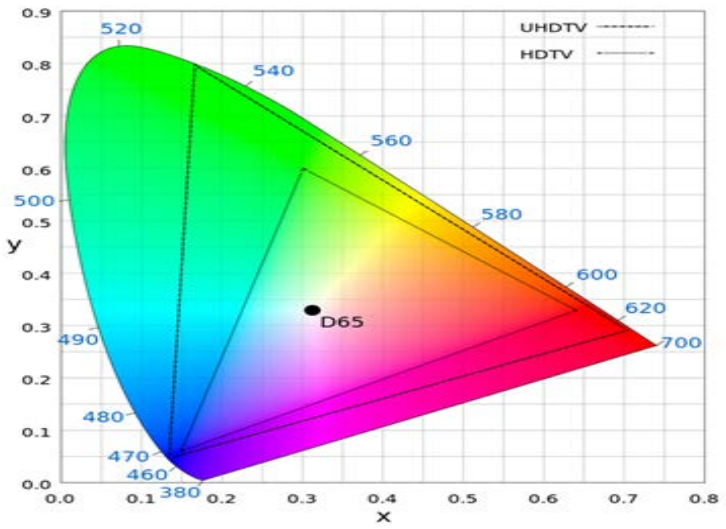


Рис. 2. Диаграмма цветового пространства

Угол обзора особенно важен для правильного восприятия фильма (т.е. для обеспечения эффекта присутствия). Другими словами, если вы сидите на правильном расстоянии от телевизора (с экраном 16: 9 это расстояние в три раза превышает высоту экрана), угол обзора должен составлять тридцать градусов. В это время мы обычно смотрим телевизор формата 4: 3, находясь на расстоянии от восьми до десяти высот экрана, а угол обзора не превышает десяти градусов. В этой области мы можем очень хорошо видеть все детали изображения, но у нас плохое восприятие движения. Вне сектора наблюдается обратная картина: значительно улучшается реакция на движение, но снижается способность различать детали. Без движений, замечаемых периферическим зрением, сцены кажутся искусственными.

Следовательно, для создания максимального эффекта присутствия необходим такой угол охвата зрением, чтобы различать все детали в середине и отмечать движение по краям экрана периферийным зрением. Этот угол составляет

те самые тридцать градусов, о которых говорилось выше. Так что дальнейшее увеличение ширины экрана нецелесообразно.

На практике все сложнее: в домашних условиях, когда мы сидим на расстоянии трех метров от телевизора, ширина его экрана, необходимая для обеспечения угла обзора в тридцать градусов, должна составлять около 2,8 метра. Ни в одном телевизоре нет трехметрового экрана. Создать изображение такого масштаба может только видеопроектор. И там будут видны все недостатки обычного ТВ-сигнала. Эту проблему решает HDTV.

UHDTV имеет огромные преимущества перед HDTV, а именно улучшенными характеристиками (более точная передача визуальной информации и более реалистичное восприятие). Формат сделан более доступным в использовании, с более высоким пространственно-временным разрешением и более широкой цветовой гаммой, а также расширен динамический диапазон.

В рекомендациях МСЭ-Р BT.709 и МСЭ-Р BT.2020 указаны значения параметров, рекомендуемые для производства программ в системах ТВЧ и ТСВЧ, которые приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1 - Значения параметров для систем ТВЧ и ТСВЧ

	HDTV	**UHDTV**	**UHDTV-1**	**UHDTV-2**
Внедрение	2004	2014—2015	2017—2018	2020 и далее
Разрешение	1920×1080	3840×2160	3840×2160	7680×4320
Кадровая частота	24, 25 и 30 Гц 50 и 60 Гц	50 и 60 Гц	100 и 120 Гц	100 и 120 Гц
Развёртка	Чересстрочная/ прогрессивная	Прогрессивная	Прогрессивная	Прогрессивная
Глубина цвета	8, 10 бит	8,10 бит	10, 12 бит	10, 12, 14 бит
Цветовое пространство	МСЭ-Р BT.709	МСЭ-Р BT.709	МСЭ-Р BT.2020	МСЭ-Р BT.2020
Динамический диапазон	Стандартный	Стандартный	Высокий (HDR)	Высокий (HDR)
Дискретизация	4:2:0 распространение 4:2:2 производство	4:2:0 распространение 4:2:2, 4:4:4 производство	4:2:0 распространение 4:2:2, 4:4:4 производство	4:2:0 распространение 4:2:2, 4:4:4 производство
Соотношение сторон	16:9	16:9	16:9	16:9
Видеокодек	MPEG-2 и MPEG-4/AVC	HEVC Main 10 распространение XAVC производство	HEVC Main 10 распространение XAVC производство	Будет определен позже
Аудиоформат	до 5.1	5.1	Выше 5.1	22.2

Подробнее рассмотрим режим HDR. HDR расшифровывается как *«High Dynamic Range»*, т.е. расширенный динамический диапазон. «Расширенность» в данном случае обозначает более высокую пиковую яркость и большую темноту там, где света не должно быть. Сравниваются показатели с традиционным SDR-диапазоном.

Чтобы обеспечить высокий динамический диапазон, в HDR-телевизорах используется продвинутая подсветка, яркость которой регулируется в отдельных участках экрана.

Солнце начинает светить в значительно более ярких сценах, появляется понимание, что на изображении может быть несколько источников света разной яркости и насыщенности. Проблема пикселизации полутонов в темных сценах исчезает, а сложные градиенты и цветовые смеси приобретают объем. Небо больше не пересвечено и не сливается с землей на горизонте. Полученное изображение становится близким к тому, что человек видит собственными глазами, что положительно сказывается на восприятии изображения.

Возможность использования форматов сверхвысокой четкости позволяет создавать панорамное видео. Панорамное видео, которое часто называют «360-градусным видео» или «сферическим видео», представляет собой видеозапись, которая одновременно записывает обзор в нескольких направлений. Эти видео обычно снимаются с помощью всенаправленной камеры или ряда отдельных и соединенных между собой камер, установленных по форме шара. Панорамные видеоролики могут включать в себя видеоматериалы (кинематография или видеосъемка без анимации), анимированные кадры (снятые из 3D-сцены) или сочетание компьютерной графики и видеоматериалов с местоположением. После подготовки панорамные видео могут быть просмотрены пользователем с помощью шлем виртуальной реальности. Для полного погружения необходимы форматы сверхвысокой четкости, в которых высокая частота кадров, глубина цвета и другие параметры создают сцены, неотличимые от реальных.

Список используемых источников

1. Рекомендация МСЭ-R BT.2020. Значения параметров для систем ТСВЧ для производства программ и международного обмена ими. –2012. -с.7.
2. ГОСТ Р 53533-2009. Цифровое телевидение высокой четкости. Основные параметры цифровых систем телевидения высокой четкости. – 2010. -с.28.
3. Рекомендация МСЭ-R BT.709-6. Значения параметров стандартов ТВЧ для производства программ и международного обмена программами. –2015. -с.19.
4. Что такое 8K? Достоинства и отличия и Ultra HD: [Электронный ресурс]// URL: https://php-web.info/articles/video-info/8k-ultra-hd/(дата обращения: 8.11.20).
5. HDTV - телевидение высокой четкости: [Электронный ресурс]// URL: https://topref.ru/referat/145283/2.html(дата обращения: 14.11.20).
6. 8K разрешение — стандарт, устройства, видео: [Электронный ресурс]// URL: https://iptv-russia.ru/technology/8k-uhd/ (дата обращения: 6.11.20).
7. Что такое HDR в телевизорах и какие бывают его виды: [Электронный ресурс]//URL:https://shop.by/news/sovetyi/chto_takoe_hdr_v_televizorakh_i_kakie_byvayut_ego_vidy/ (дата обращения: 12.11.20).
8. Официальный сайт компании Unity: [Электронный ресурс]// URL: https://unity3d.com/ru/what-is-xr-glossary (дата обращения: 10.11.20).

УДК 654.171
ГРНТИ 49.38.29

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РЕГИСТРАЦИОННЫХ ЗНАКОВ АВТОМОБИЛЕЙ ДОРОЖНЫМИ ВИДЕОКАМЕРАМИ

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

Для четкого контроля за трафиком над дорожным полотном устанавливаются видеокамеры, главной функцией которых является считывание государственных регистрационных знаков. Каким же образом осуществляется считывание? В этой статье описан один из популярных алгоритмов, позволяющий видеокамере регистрировать автомобильные номера.

распознавание, государственный регистрационный номер, видеокамера, автомобиль

Сегодня, на дорогах слишком много транспорта. Большой трафик перегружает городские улицы и в часы-пик города стоят в пробках. Особенно это болезненно для таких мегаполисов как Санкт-Петербург и Москва.

Для всестороннего регулирования дорожного движения создаются транспортные развязки, расширяются проезжие части, важные магистрали оснащаются автоматическими системами регулирования дорожного движения, однако, все это необходимо грамотно и эффективно эксплуатировать. Для четкого контроля за трафиком над дорожным полотном устанавливаются видеокамеры, главной функцией которых является считывание государственных регистрационных знаков. Каким же образом осуществляется считывание? В этой статье описан один из популярных алгоритмов, позволяющий видеокамере регистрировать автомобильные номера.

Структура алгоритма считывания состоит из 3-х этапов:

1) Предварительный поиск номера – обнаружение области, в которой должен находиться номерной знак;

2) Нормализация номера – определение его контура, коррекция контраста и яркости;

3) Распознавание текста – чтение текста с полученного изображения

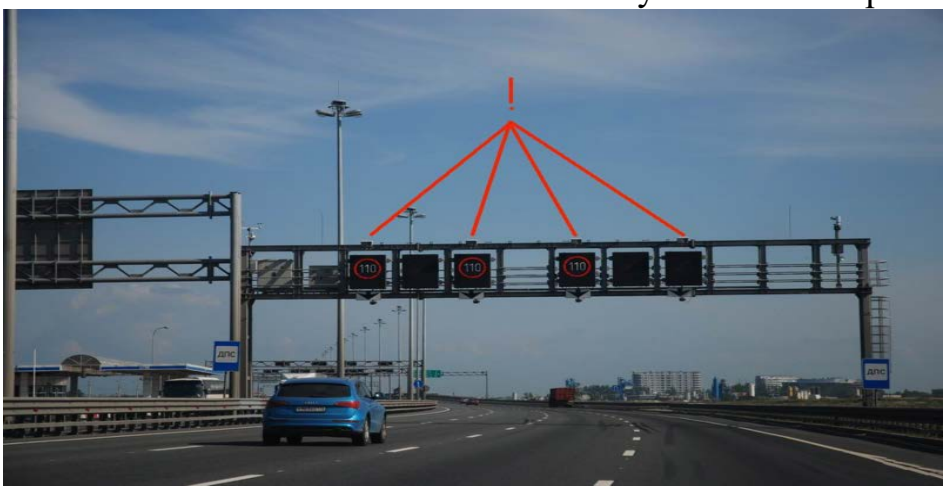


Рис. 1. Возможное расположение дорожных видеокамер на опоре КАД СПб

Этап предварительного поиска.

Одним из самых популярных методов является анализ гистограмм изображения. Подход основывается на предположении, что частотная характеристика региона с номером отлична от частотной характеристики окрестности.

Рис. 2. Гистограммный анализ регионов

На изображении выделяются границы (выделение высокочастотных пространственных компонент изображения). Строится проекция изображения на ось y. Максимум полученной проекции должен совпасть с расположением номера.

У такого подхода есть существенный минус – машина по размеру должна быть сопоставима с размером кадра, т. к. фон может содержать надписи или другие детализированные объекты. Это решается регулировкой положения статично расположенной видеокамеры.

Этап нормализации.

На этапе предварительного поиска номер точно обнаруживается далеко не всегда. Требуется дальнейшее уточнение его положения, а также улучшение качества снимка.

1) Поворот номера в горизонтальное положение

Когда оставлена только окрестность номера, выделение границ начинает работать значительно лучше, так как все длинные горизонтальные прямые, которые удалось выделить, будут являться границами номера.

Самый простой фильтр, способный выделить такие прямые – преобразование Хаффа:

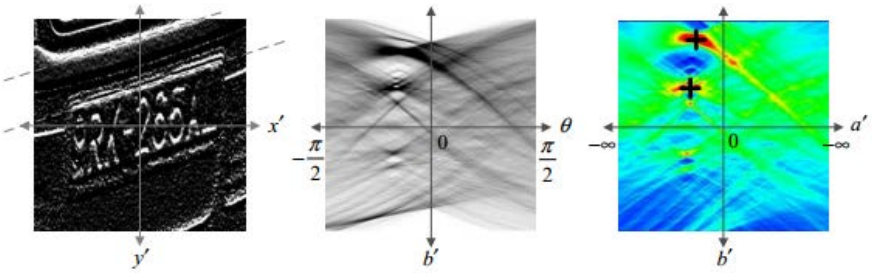


Рис. 3. Преобразование Хаффа

Преобразование Хаффа позволяет очень быстро выделить две главных прямые и обрезать по ним изображение:

Рис. 4. Результат обработки преобразованием Хаффа

2) Регулировка контрастности

Для улучшения качества распознавания используется регулировка контрастности изображения.

Рис. 5. Увеличение контрастности изображения

3) Разбиение на буквы

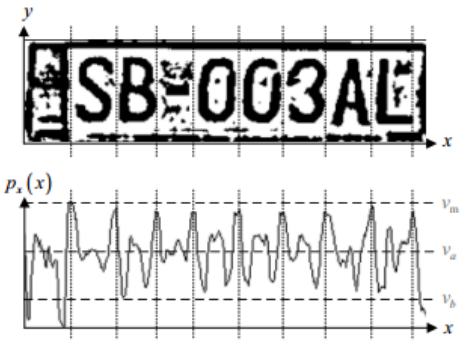


Рис. 6. Бинаризация изображения

Бинаризация изображения позволяет разделить его участки на два класса (пустые и имеющие символ). Максимумы диаграммы отождествляются с межсимвольными промежутками. Зная, какое количество знаков должно быть на номере и расстояние между ними, алгоритм позволяет точно и легко разбить изображение на отдельные символы, которые затем необходимо распознать.

Этап распознавания текста.

Задача распознавания текста или отдельных символов – самый сложный этап всего алгоритма. Существует множество способов решения: работа с бинаризированными изображениями, контурный и морфологический анализы символов, растровый метод и другие, а также их сочетания.

Одним из наиболее простых и популярных методов распознавания символов является метод k-ближайших соседей:

1) Заранее осуществляется запись всех возможных символов в базу данных, классифицируя их по индивидуальным признакам
2) Задается межсимвольный интервал
3) Получив символ, система сверяет его с символами из базы, самый часто встречающийся класс будет определяющим.

Точность данного метода зависит от величины символьной базы. Чем больше в ней будет всевозможных вариантов символов, снятых под разными углами, тем точнее алгоритм распознавания.

В статье был проведен обзор на основные алгоритмы распознавания государственных регистрационных знаков. Система, построенная на их основе будет играть одну из ключевых ролей в мониторинге и регулировании транспортных потоков на дорогах России.

Список используемых источников

1. Крашенников В.Р. «Основа теории обработки изображений» учеб. пособие Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 150 с.
2. Ondrej Martinsky «Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems» BRNO, 2007 – 83 с.
1. Suruchi G. Dedgaonkar, Anjali A. Chandavale, Ashok M. Sapkal «Survey of Methods for Character Recognition» // Communications of the ACM 2014. №5. С. 12-18

УДК 654.171
ГРНТИ 28.23.15

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАБАРИТОВ ОБЪЕКТА В ТРЁХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

К. С. Захаров, Е. И. Туманова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Компьютерное зрение — одно из самых востребованных направлений в области искусственного интеллекта. Оно используется для управления роботами, в медицине, в военных разработках, при наблюдении со спутников и в средствах массовой информации. В статье рассмотрен вариант применения компьютерного зрения с целью автоматизации процессов в производстве.

компьютерное зрение, python, габариты объекта, автоматизация производства

Компьютерное зрение (Computer Vision, CV) — это область искусственного интеллекта, связанная с анализом изображений и видео. Она включает в себя набор методов, которые наделяют компьютер способностью «видеть» и извлекать информацию из увиденного [1].

Системы состоят из фото- или видеокамеры и специализированного программного обеспечения, которое идентифицирует и классифицирует объекты. Они способны анализировать образы (фотографии, картинки, видео, штрих-коды), а также лица и эмоции.

Чтобы научить компьютер «видеть», используются технологии машинного обучения. Собирается множество данных, которые позволяют выделить признаки и комбинации признаков для дальнейшей идентификации похожих объектов.

По данным исследования TAdviser, с 2018 по 2023 год объем отечественного рынка решений в этой сфере увеличится в пять раз до 38 млрд рублей. Наибольшую долю в нем занимают решения в области видеонаблюдения и безопасности — 32%, промышленности — 17%, медицины — 14%, торговли — 10% [2].

На сегодняшний момент существуют следующие способы определения габаритов объекта в трёхмерном пространстве [3]:

- Неоптические:
  - электромагнитные;
  - механические;
  - инерциальные;
  - акустические;
  - гибридные.
- Оптические:
  - активные;
  - пассивные.

Неоптические методы:

В **электромагнитных системах** используются магниты, размещённые на объекте. Система рассчитывает позиции по искажениям магнитного потока. Недостатками подобных систем являются зависимость от магнитных и электрических помех, переменчивая чувствительность сенсоров в зависимости от положения, ограниченное рабочее пространство [3].

Механические системы используют каркас, который крепится к объекту. В такой системе анализируются углы между элементами каркаса, которые приводятся в движение, когда объект перемещается. Главный недостаток такой системы в том, что механическая система не способна фиксировать все перемещения объекта [3].

Инерциальные системы используют гироскопы и акселерометры, которые располагаются на объекте. Такая система позволяет определять положение сенсора и угол его наклона. Несмотря на то, что инерционные системы устойчивы к различным помехам, во время движения дрейф гироскопа приводит к ошибкам [3].

Акустические системы используют датчики, которые формируют сигнал. Приёмники, установленные на некотором расстоянии, измеряют время полёта переданного сигнала. Такие системы восприимчивы к помехам окружающей среды и имеются ограничения, связанные с количеством одновременно используемых устройств, размером рабочего пространства [3].

Гибридные системы для повышения эффективности могут использовать в своём составе несколько технологий [3].

Оптические методы основаны на использовании маркерных и безмаркерных принципов. Маркерные оптические системы бывают пассивными и активными.

К активным относятся: радары, лазерные дальнометры, ультразвуковые датчики. Они регистрируют отражённые в пространстве раннее посланные сигналы.

К пассивным системам можно отнести датчики и сенсоры, которые поглощают излучаемые предметами волны и вибрации, регистрируют отражённый от предметов свет различных длин волн.

Среди систем, использующих оптические методы, можно выделить три наиболее популярные разновидности, применяющиеся на предприятиях на сегодняшний день: статические/стационарные, динамические и портальные [3].

Работа стационарных типов устройств основана, как правило, на ультразвуковых датчиках, расположенных в разных направлениях от размещаемого груза, а также тензодатчика под платформой для измерения массы. Помимо ультразвуковых датчиков существуют системы использующие лазерные сканеры, двигающиеся вдоль объекта по линейным осям и формируя его трёхмерную модель.

Динамические системы определяют весогабаритные характеристики и объем упаковок произвольной формы в движении, без остановки конвейера.

Такая система может оснащаться одним лазерным сканером с видимым красным светом для измерения только кубовидных объектов, двумя для измерения объектов произвольной формы или двумя инфракрасными сканерами для измерения паллетизированного груза.

Портальные системы измерения грузов используют два инфракрасных сканера, перемещающихся на двух линейных направляющих. Движение отслеживается с помощью инкрементального датчика перемещения. Длина, ширина, высота, объем и вес объекта, а также его фотографии автоматически отображаются, сохраняются и документируются. Возможно измерение только непрозрачных объектов и объектов с постоянными размерами/постоянной формой.

Основным недостатком оптических методов является невозможность применения датчиков при постоянном наблюдении множества сцен, что существенно ограничивает их применение. Активные оптические методы наиболее просты в использовании и универсальны. Пассивные методы хуже изучены. Как системы компьютерного зрения они ограничены множеством факторов, которые мешают наблюдению, например, наличие шумовых и оптических эффектов, чувствительность к освещению. Так как их реализация состоит в наблюдении трёхмерных изображений, то приходится учитывать заранее предопределённую информацию об условиях получения изображения.

На одном из предприятий стоит задача автоматизировать погрузку/разгрузку товара. Одним из шагов автоматизации является программный расчет габаритов объектов на складе для дальнейшей транспортировки. Так как на предприятии уже внедрена система ПО TRASSIR, для которого все библиотеки пишутся на языке высокого уровня Python, то для неё и ведется разработка подключаемой библиотеки.

Принцип работы программного кода заключается в том, чтобы считать изображение с камеры, выделить объект и поместить его в прямоугольник, а затем вычислить размеры этого прямоугольника. В данном случае расчёты производятся относительно контрастного фона, размеры которого известны заранее.

В качестве примера взят лист бумаги формата А4 (210х297 мм.). Он хорошо контрастирует с любым не белым объектом на фоне.

Для определения контура фона на изображении, используется детектор границ Кенни из открытой библиотеки OpenCV [4].

После того, как все контуры связаны и выведены на изображении, программа выделяет наибольшие грани и связывает их с заданными параметрами длины, а наименьшие - ширины. Затем эти характеристики объекта связываются с количеством пикселей.

Далее программа высчитывает размер всех граней на изображении из соотношения (формула 1):

$$R = \frac{N}{L}, \qquad (1)$$

где N – количество пикселей на грань, L – заданное расстояние.

Алгоритм работы детектора представлен на рисунке 1:

Рис. 1 Алгоритм работы детектора границ Кенни

После этого выводится результат на экран (рисунок 2). Из соотношения 1 следует, что чем выше разрешение изображения, тем более точными будут измерения.

Тестирование данного кода проводилось с помощью фотографий с телефона разрешение которых составляет 3024x4032 пикселя. После запуска программы, отображается два окна. В первом показано оригинальное изображение, а во втором выделенная область белого листа, на котором расположен объект с результатами расчета (рис. 2).

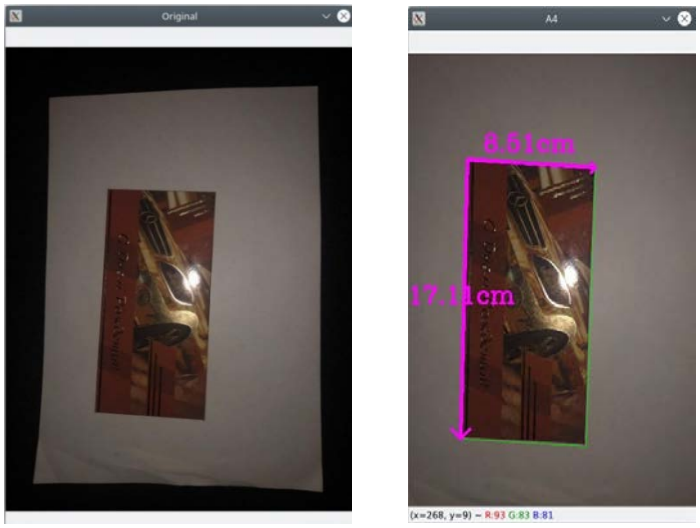


Рис. 2 Вывод оригинального изображения и результата расчёта на экран компьютера

Результаты теста представлены в таблице 1:

ТАБЛИЦА 1. Результаты теста программы

	Длина	Ширина
Программный расчет, см	17,11	8,51
Реальный размер, см	17	8,3
Относительная погрешность, %	0,65	2,53

Разработка данной библиотеки поможет не только сэкономить время персоналу, но и автоматизировать производство ускорив процесс разгрузки/погрузки, что будет положительно влиять на экономику организации.

Список используемых источников

1. Коновалов Р. В. Что такое компьютерное зрение и почему оно совершит революцию в экономике. // РБК, «Индустрия 4.0». 2019.

2. Компьютерное зрение: технологии, рынок, перспективы. // Аналитический центр Tadviser. 26.06.2019.

3. Веденин А.С. Захаров А.А. Тужилкин А.Ю. Алгоритм определения положения и ориентации трёхмерных объектов по видеоизображениям на основе вероятностного подхода. // «Фундаментальные исследования». Выпуск 2014. - №11 (часть 8) — с. 1683-1687.

4. Покровская В. Статические, динамические и портальные системы весогабаритного измерения грузов. Обзор и преимущества. // ЛогистRU, 28.03.2016. URL: https://logist.ru/articles/ctaticheskie-dinamicheskie-i-portalnye-sistemy-vesogabaritnogo-izmereniya-gruzov-obzor-i (дата обращения 23.10.2020).

5. OpenCV шаг за шагом. Обработка изображения - детектор границ Кенни (Canny) // RoboCraft, 01.04.2011. URL: http://robocraft.ru/blog/computervision/484.html (дата обращения 22.10.2020).

УДК 654.197.6
ГРНТИ 49.45.29

АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ФОРМИРОВАНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСА ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО СИГНАЛА СТАНДАРТА DVB-T2

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

На данный момент цифровое эфирное телевизионное вещание в Российской Федерации осуществляется в стандарте Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2). Независимо от выбора стандарта системы доставки сигнала могут отличаться по вариантам исполнения друг от друга. Поэтому с каждым годом стоит задача найти универсальный, экономичный и простой способ передачи сигналов федерального и регионального значения.

DVB-T2, центр формирования мультиплекса, элементарный поток, транспортный поток, система управления NMX

В цифровом эфирном вещании для регионализации телевизионных программ, содержащихся в пакете РТРС-1, кроме единственного федерального центра формирования мультиплекса в каждом регионе вводится региональный центр формирования мультиплекса. На рисунке 1 представлен тракт передачи сигнала от ФЦФМ до РЦФМ.

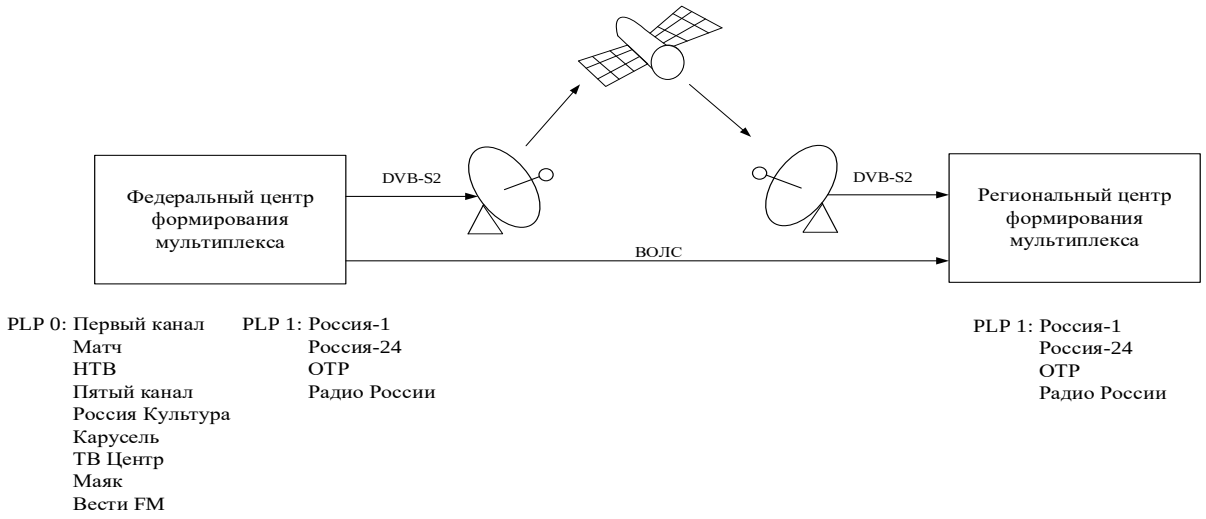


Рис. 1 Тракт передачи сигнала от федерального ЦФМ до регионального ЦФМ (РТРС-1)

Центр формирования федеральных мультиплексов (ФЦМ) предназначен для формирования транспортных потоков для пяти зон вещания А, Б, В, Г, М и в его состав входят следующие системы: коммутации, кодирования, мультиплексирования, скремблирования каналов, адаптации сигналов для одночастотной сети, управления и мониторинга [1].

Центр выполняет следующие функции:

– получение каналов и дополнительных данных от федеральных вещателей для формирования 5-ти федеральных мультиплексов для организации вещания в 5-ти зонах;

– формирование дополнительной информации для организации одночастотных сетей вещания;

– обеспечение скремблирования каналов;

– формирование электронного программного путеводителя (EPG);

– аккумулирование информации о факте вставки в федеральные мультиплексы региональных каналов и формирование отчетов для предоставления вещателям;

– централизованное управление, контроль и мониторинг работы систем центра;

– аккумулирование отчетов о сбоях в работе систем центра;

– прием и передача интерактивных данных.

Центр формирования региональных мультиплексов (РЦМ) предназначен для работы в составе регионального комплекса цифрового вещания. В его состав входят аналогичные системы, что и в состав федерального центра, и, дополнительно, система программного замещения федеральных каналов, поддерживающая обмен данными с сервером видеоматериалов на основе протоколов, предусмотренных стандартом ANSI SCTE-35 [2, 3].

Центр выполняет следующие функции:

– прием федеральных мультиплексов (T2-MI);

– преобразование из T2-MI в MPEG-2 TS. Демультиплексирование принимаемого группового потока MPEG-2 TS для разделения его на асинхронные транспортные потоки MPEG-2 TS, соответствующие отдельным каналам. Декодирование федеральных каналов для их региональной модификации (преобразование из ASI в SDI с вложенным звуком), передача декодированных федеральных каналов для их модификации региональным вещателям (в SDI с вложенным звуком);

– прием от региональных вещателей федеральных каналов (SDI с вложенным звуком) с программными вставками и местными рекламными вставками или прием от региональных вещателей программных и рекламных вставок для последующего кодирования и включения в региональные мультиплексы;

– мультиплексирование телевизионных и радиоканалов с целью формирования регионального мультиплекса для организации регионального вещания, реализация условного доступа к каналам, формирование EPG;

– адаптация сформированных транспортных потоков к передаче в одночастотных сетях вещания (шлюз T2-MI).

Самым важным узлом любого центра формирования мультиплекса на основе оборудования компании Harmonic Inc является система NMX – Network Management System. Она предназначена для мониторинга и управления оборудованием. Система NMX дает возможность избежать утомительной настройки и длительным управлением через web-интерфейс устройств, и при этом не теряется возможность гибкого анализа работы всего комплекса в целом.

Система NMX состоит из двух серверов – основного и резервного. Задачи и возможности серверов полностью идентичны. NMX устанавливается поверх Windows 2003 Server и работает в паре с сервером Microsoft SQL Server 2008. Структура работы NMX представлена на рисунке 2.

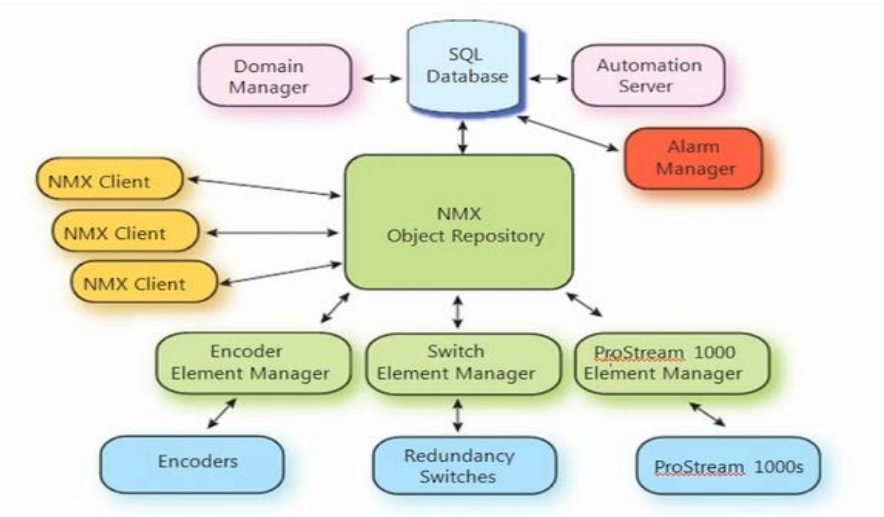


Рис. 2 Структура системы NMX

Архитектура системы NMX работает по принципу клиент – сервер. Все данные системы хранятся в базе данных Microsoft SQL Server. NMX Object Repository – является ядром операционной системы и взаимодействует с дополнительными программными модулями, которые обслуживают различные категории устройств: кодеры/декодеры, переключатели физические и логические, мультиплексоры и так далее. Через базу данных SQL сервер NMX работает с сервером автоматизации и диспетчером алармов. С помощью программного обеспечения «NMX – Digital Service Manager» осуществляется коммутация потоков федеральных и региональных мультиплексов [4].

Экспериментальное исследование на базе регионального центра формирования мультиплекса в филиале ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» «РТПЦ Республики Карелия» заключалось в коммутировании элементарных потоков, проходящих через тракт регионализации. При проведении экспериментального исследования использовалось оборудование:

- Приемники-декодеры Harmonic ProView 7100;
- Деинкапсуляторы Enensys InvertTS;
- Приемники-декодеры Harmonic ProView 7000;
- Программируемые матрицы коммутации SDI/ASI сигналов HALO 16x16;
- Кодеры H.264 Harmonic Electra 8100;
- Мультиплексор Harmonic ProStream 1000;
- Шлюз T2-MI Enensys NN6-T2 GateWay;
- Анализатор ТП T2-MI Neveon T-VIPS;
- Сервер NMX.

С помощью анализатора транспортного потока Neveon T-VIPS, который установлен на выходе регионального центра формирования мультиплекса, в выходном региональном транспортном потоке регионального было обнаружено отсутствие телетекста телеканала РОССИЯ-1. В первую очередь необходимо убедиться в наличие элементарного потока в федеральной версии транспортного потока РТРС-1. Для этого с помощью программы для устройств Harmonic ProView 7000 стало известно, что на входе приемника-декодера РОССИЯ-1 телетекст с PID (Packet Identification) 1024 присутствует.

Следовательно, необходимо добавить элементарный поток с PIDом 1024 в региональный мультиплекс. Для этого в программе NMX – Digital Service Manager изменим конфигурацию потока РОССИЯ-1, для этого выберем команду «Edit Service Configuration». Правой кнопкой мыши нажимаем на нужный нам сервис, далее нажимаем последовательно «Add Stream -> Add Digital VBI». Шаги, описываемые выше, представлены на рисунке 3.

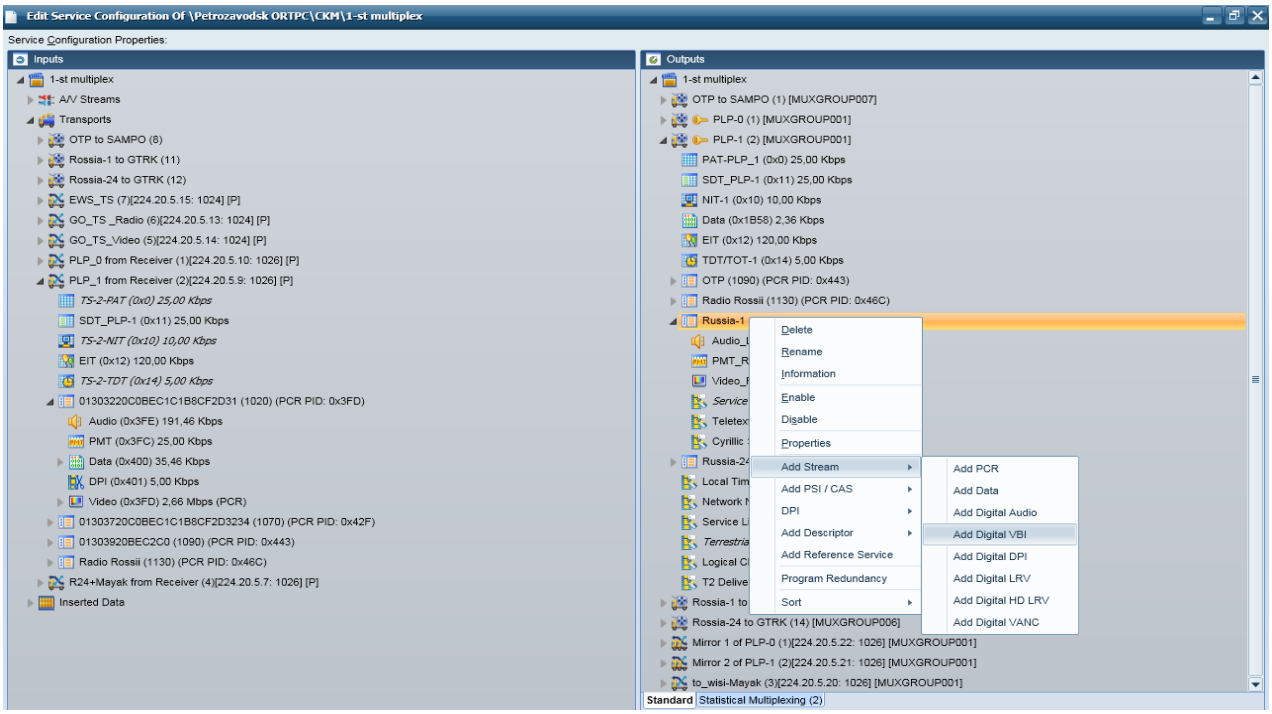


Рис. 3 Добавление элементарного потока в сервис

В результате исследования был произведен анализ работы центра формирования мультиплекса регионального значения и продуктов мониторинга и управления центром. При проведении экспериментального исследования удалось произвести коммутацию элементарного потока в транспортный с помощью системы управления оборудованием ЦФМ NMX.

Список используемых источников

1. Карякин В.Л. Технология эксплуатации систем и сетей цифрового телевидения стандарта DVB-T2: монография, 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Л.Карякин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2017. – 384 с.

2. Куликов С.П., Бучатский А.Н. Перспективы и тенденции развития телевидения // Институт «Высшая школа журналистики и массовых коммуникаций» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (Санкт-Петербург), ЖУРНАЛ: ВЕК ИНФОРМАЦИИ Том 2 №2 2018

3. Куликов С.П. Исследование методов врезки регионального контента в сигналы цифрового эфирного телевидения // Материалы Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной Году российского кино.---------- 31 октября – 2 ноября 2016 г. В 3 ч. Ч. 3. СПб. : СПбГИКиТ, 2017.

4. NMX Network Management System, 2020 // URL: https://www.harmonicinc.com/hubfs/datasheet/nmx.pdf (дата обращения: 12.11.2020).

5. ETSI TS 102 773 V1.1.1: стандарт, 2009// URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102773/01.01.01_60/ts_102773v010101p.pdf / (дата обращения 13.11.2020).

УДК 374.1
ГРНТИ 14.27

ЗНАЧЕНИЕ ДОВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В. А. Крюков
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных».

За последние 30 лет значительно изменилось качество абитуриентов, поступающих в высшие технические учебные заведения по ряду причин, что сказалось на подготовке их выпускников. В докладе рассматриваются причины и предлагаются решения ликвидации разрыва в образовании школьников и университетского образования.

довузовское образование, средняя школа, дополнительное внешкольное образование, высшее образование, связка теории и практики, стимулирование получения образования, инженерное мышление, магистр, бакалавр.

Очевидно, что технические ВУЗы выпускают, несмотря на новые термины «магистр» и «бакалавр», в первую очередь инженеров. А инженер – это человек, который должен обладать инженерным мышлением.

Что же такое инженерное мышление? На мой взгляд, инженерное мышление, это способность оперативно и взаимоувязанно, в комплексе, применять собственные практические навыки и теоретические знания для осуществления обслуживания и эксплуатации какого-либо оборудования, либо для разработки такого оборудования, технологий его производства. Обычно инженерное мышление появляется на старших курсах, когда разрозненные ранее знания и навыки начинают формироваться в общую картину.

Но если кто-то думает, что для того, чтобы стать инженером, достаточно поступить в соответствующий профильный ВУЗ, формально окончить его и получить диплом, то это совсем не так.

Рассмотрим и сравним образование, полученное до поступления в ВУЗ, полученное, скажем, 30 лет назад и образование нынешнее, каким был тот абитуриент и каков он сейчас

Довузовское образование делится на общее обязательное и дополнительное. Общее среднее образование – это обычная средняя школа, которую мы все оканчивали, а дополнительное образование – это кружки, секции, курсы, где занимаются по желанию. А также я сочту дополнительным образованием то, чему могут научить нас родители, ведь не секрет, что часть поступающих в ВУЗы идут по стопам родителей.

На мой взгляд, думаю, многие согласятся со мной, средняя школа 30 лет назад, давала намного больше и гораздо более плотно знаний, несмотря на то,

что процесс обучения занимал 10 лет, против нынешних 11. Именно плотность подачи знаний «пробивала в головах» некие барьеры, поднимая обучающихся год за годом на новые уровни. Если раньше показатель обучения измерялся в знаниях, то ныне он скорее всего измеряется в часах, отведенных на обучение и в баллах ЕГЭ. По своей сути нынешняя школа дает не знания, а подготовку к ЕГЭ. По моему личному мнению, знания и баллы ЕГЭ, - это совершенно разные вещи. Нынешних учеников средних школ заваливают ненужными уроками, что совершенно настраивает их на невосприятие информации. К примеру, уже в 7-х классах школ ежедневно проводят по 7 уроков, чего не было у нас даже в выпускных классах (30 лет назад). При этом качество знаний получается в обратной пропорции. Я могу об этом судить не только как родитель детей, обучающихся в 3-11 классах школы, но и как преподаватель технического кружка дополнительного образования, где возраст обучающихся составляет 8-16 лет.

Кроме школы, очень многие дети занимаются в различных кружках и секциях. В своем обзоре я остановлюсь именно на технических кружках, так как речь идет об инженерном образовании и технических ВУЗах.

На момент конца СССР и даже немного позже, то есть в конце 80-х и начале 90-х годов прошлого века, практически во всех городах и поселках существовали технические кружки и секции во Дворцах пионеров, подразделениях ДОСААФ и даже в дворовых детских центрах. Кроме того, в означенный период существовала система межшкольных учебно-производственных комбинатов (УПК). Во всех таких заведениях школьники получали практические и теоретические навыки по ряду технических дисциплин, имеющих свойство перерасти в профессию. Возникающие интересы как правило приводили большинство детей по окончанию школы в профильные учебные заведения: ПТУ, техникумы и ВУЗы.

В прошедшие 30 лет, преобразования, происходящие в государстве значительно ударили по дополнительному образованию, особенно в небольших городах и поселках, причем в первую очередь по техническим направлениям обучения. Появились платные кружки, что многим оказалось не по карману, появились «модные» кружки, на мой взгляд довольно бестолковые, я бы сказал, досуговые. Технические кружки в части касающиеся радиоэлектроники и связи практически существуют только в больших городах (с населением от 500 тысяч человек). При этом даже в небольших городах появилось совершенно ненормальное количество кружков робототехники, полученные знания из которых могут в дальнейшем применить только единицы. При этом, наоборот, с введением ЕГЭ, увеличилось количество абитуриентов именно из таких (небольших) населенных пунктов. То есть профориентационная обстановка ухудшилась, а желающих поступить в технические ВУЗы стало больше. Оказывается, изменились стимулы для поступления в технические ВУЗы.

Резюмируя вышесказанное, хочу отметить, что значительно увеличился разрыв между образованием в ВУЗах и довузовским образованием. Обучение в ВУЗах стало более виртуальным для нынешних студентов, чем для студентов СССР.

Что же такое дает дополнительное довузовское образование, что помогает студенту в учебе ?

Во-первых дополнительное (внешкольное) образование дает те практические навыки, которые не дает ВУЗ.

Во-вторых – в технических кружках (да и не только в технических) изучают то, что не дает школа (или дает, но крайне скудно).

Совершенно не секрет, что студенты (особенно младших курсов ВУЗов), при обучении должны опираться на ранее полученные знания. А если их нет, то учиться в ВУЗе будет или очень тяжело или вообще виртуально. Нет увязки получаемых теоретических знаний ВУЗа с практикой, - нет цельной картины, не складывается мозаика инженерного мышления. И даже в последствии, после окончания ВУЗа не происходит дальнейшего развития как инженера, ведь настоящий инженер учится всю свою жизнь.

В последние 30 лет изменилось не только довузовское образование, изменилась жизнь, стимулы, стремления, и, для того чтобы шагать в ногу со временем, снижая разрыв между школой и ВУЗом, надо изобретать новые технологии довузовского образования, подстраиваясь под окружающую ситуацию и преобразуя ее под собственные цели.

На фоне нынешней дешевизны и доступности гаджетов, необходимо создать такие интересы, которые будут превосходить интересы компьютерных игр и смартфонов. Это касается создания пособий для довузовского обучения, способные создать обучающимся быстрый визуальный результат их деятельности.

Но нельзя (к сожалению) вернуться к ранее существовавшей системе довузовского образования, однако, в существующих реалиях, можно создать иную связку или переход от вузовского образования к обучению в ВУЗе.

Уменьшение разрыва в образовании может быть выполнено путем некоторого совмещения или интеграции довузовского и ВУЗовского образования. Это можно создать различными путями:

1. Привлечением выпускников ВУЗов уже имеющих минимум образования (бакалавры), которое позволит им вести технические детские кружки (работать в системе дополнительного образования). Проблема нехватки преподавателей технических детских кружков может быть решена с помощью участия магистров и аспирантов профильных ВУЗов, которые, кроме того, могут на этом поприще иметь дополнительный заработок. К примеру, во Дворце творчества юных Санкт-Петербурга работают (как совместители), в качестве преподавателей технических кружков, магистры и аспиранты технических ВУЗов (ЛЭТИ и ИТМО), и они, в каком-то смысле уменьшают разрыв между школой и ВУЗом (по направлениям деятельности).

2. Созданием социального партнерства ВУЗов с детскими центрами дополнительного образования, подобными Дворцу творчества юных СПб, включая создание собственных кружков и образовательных программ с различными схемами финансирования по договоренностям с партнерами. Такие схемы

практически сведут к нулю какие-либо дополнительные расходы (зарплата преподавателей, аренда помещений, приобретение оборудования и т. п.).

3. Следует отслеживать ситуацию с образованием в школе и вносить соответствующие возможные коррективы. Например я, как преподаватель дополнительного образования, а также как инженер, непосредственно работающий с бакалаврами и магистрами, вижу, какие знания были упущены ими при обучении до ВУЗа. Соответственно в меру сил я стараюсь дать такие знания детям-кружковцам, так как школа такие знания не даст. Более того, ситуация в школе сейчас такова, что даже опытные педагоги советуют родителям переходить на домашнее обучение, а для социализации ребенка — посещать кружки и секции. В таком плане вообще следует рассмотреть возможность создания при ВУЗах (вероятно в контакте с детскими центрами дополнительного образования) консультационных центров, помогающих не только освоить какие-то части школьной программы, но и превзойти ее. Возможно это будут даже какие-то очные классы с углубленным изучением физики, математики, информатики, иных точных дисциплин. А если отбор таких детей будет производиться по профильным (для ВУЗа) кружкам, то такой шаг может не только ликвидировать разрыв, но даже превзойти его. Хотелось бы, чтобы такие классы не только были созданы, но и для их отличников обучения были созданы условия для поступления в ВУЗ минуя ЕГЭ, так как подготовка к ЕГЭ отнимает значительное время, которое можно эффективно использовать для получения действительных знаний.

4. Не следует также забывать о иногородних будущих абитуриентах, применяя вышеописанные пункты с использованием средств дистанционного образования, включая социальное партнерство с местными детскими учреждениями дополнительного образования. Несомненно, отбор потенциальных абитуриентов может вестись также среди участников (не обязательно победителей) некоторых всероссийских конкурсов и конференций, например, таких, как «Будущее Сильной России», проводимой ежегодно в Санкт-Петербурге. Надо знать, что некоторые такие подобные мероприятия имеют цель отбора победителей для последующего обучения их за границей.

В завершение доклада хочу показать используемые мной принципы, стимулирующие развитие технического творчества у детей:

Обучающиеся должны видеть быстрый результат своего труда. Это стимулирует дальнейшее обучение. Обучение должно быть живым, интересным, но также обязано иметь теоретические моменты. Надо показывать горизонты развития – по сути это идеология развития и создания долговременного интереса. Обучение должно сочетаться с игрой, игра захватывает, стимулирует дальнейшее развитие. Чтобы стать инженером, в него надо играть! Даже много-много лет.

Мной и кружковцами создан стимулирующий развитие стенд, на котором могут заниматься ряд технических кружков. Стенд представляет собой доработанную модель железной дороги, для оборудования которой можно нафантазировать и создать очень много различных радиоэлектронных устройств.

В нашем случае (программа дополнительного образования «Занимательная радиоэлектроника») на нем отрабатываются физические, логические и микропроцессорные радиоэлектронные устройства. Создаются, интегрируются, программируются. Хочу отметить, что многие кружковцы, посетив СПбГУТ на организованной для этого экскурсии на день открытых дверей факультета РТС задумались о том, чтобы стать инженерами.

Резюмируя вышесказанное, хочу предложить, объединяя силы и ресурсы, создать очно-дистанционную систему дополнительного образования в РФ, которая будет работать с детьми разных возрастов, целенаправленно подготавливая их к получению именно магистерского образования в ВУЗе, при этом и в самом ВУЗе хотелось бы видеть именно магистерские группы с 1-го курса обучения, как в 1989 году в ЛЭИС были организованы группы инженеров-исследователей. Но при этом дополнительное образование до ВУЗа непосредственно плавно должно перейти в ВУЗовское образование, ликвидируя переход-барьер между средним и высшим образованием.

Список используемых источников

1. Программы для внешкольных учреждений и образовательных школ // Программы кружков технического творчества (2-е издание) // МОСКВА ПРОСВЕЩЕНИЕ 1978.

2. Андрианов П.Н. Техническое творчество учащихся // Пособие для учителей и руководителей кружков // МОСКВА ПРОСВЕЩЕНИЕ 1986.

3. Сахаров В.Ф., Сазонов А.Д. Профессиональная ориентация школьников // МОСКВА ПРОСВЕЩЕНИЕ 1982.

УДК 621.397.13
ГРНТИ 49.45.29

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОДНОЧАСТОТНОЙ СЕТИ ОТ АРХИТЕКТУРЫ ТРАКТА ДОСТАВКИ СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

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

В данной статье рассматривается зависимость качества функционирования одночастотной сети от конфигурации трактов доставки сигналов цифрового телевидения. В практической части работы приводятся результаты измерений временных задержек распространения ссигнала первого мультиплекса для различных объектов.

цифровое эфирное телевидение, DVB-T2, одночастотная сеть

В прошлом году на всей территории Российской федерации завершился переход на цифровое телевидение. В результате данного перехода более 98,4% населения нашей страны смогли принимать качественные сигналы эфирного телевидения вне зависимости от их территориального расположения. Системы цифрового телевидения обладают рядом преимуществ перед аналоговыми системами, а именно:

- позволяют передавать несколько телевизионных программ в одном частотном канале;
- позволяют передавать сигналы высокой и ультравысокой четкости;
- сигналы цифрового телевидения обладают интерактивностью;
- значительно возросла устойчивость к мешающим воздействиям;
- организована схема борьбы с межсимвольной интерференцией;
- использование менее мощных передающих станций при сохранении заданной зоны обслуживания;
- экономия частотного ресурса при использовании режима ОЧС (одночастотной сети).

При использовании режима ОЧС все передающие устройства, принадлежащие к данной сети, обязаны вещать идентичные сигналы на одной частоте в одинаковые моменты времени. А, следовательно, для корректной работы передающих устройств необходимы стабильные сигналы синхронизации. Чаще всего, в качестве сигналов синхронизации используются сигналы 10 МГц и 1 pps (импульс в секунду), вырабатываемые GPS приемниками. Однако, для стабильного функционирования сети цифрового эфирного телевидения, присутствия сигналов синхронизации на входе передающего устройства недостаточно и требуется прецизионная настройка оборудования, в частности установка оптимального значения максимальной сетевой задержки сигнала [1]. Оптимальное значение данного параметра зависит от конфигурации приемо-передающих трактов системы DVB-T2.

Исходя из территориальных и экономических соображений в Российской Федерации активно применяется доставка сигналов цифрового телевидения по спутниковым каналам связи. Для повышения надежности предоставления услуг оператор контента арендует несколько космических аппаратов. При возникновении нештатной ситуации на одном из спутников всегда можно продолжать принимать сигнал с борта другого спутникового аппарата, данный тракт указан на Рис. 1.

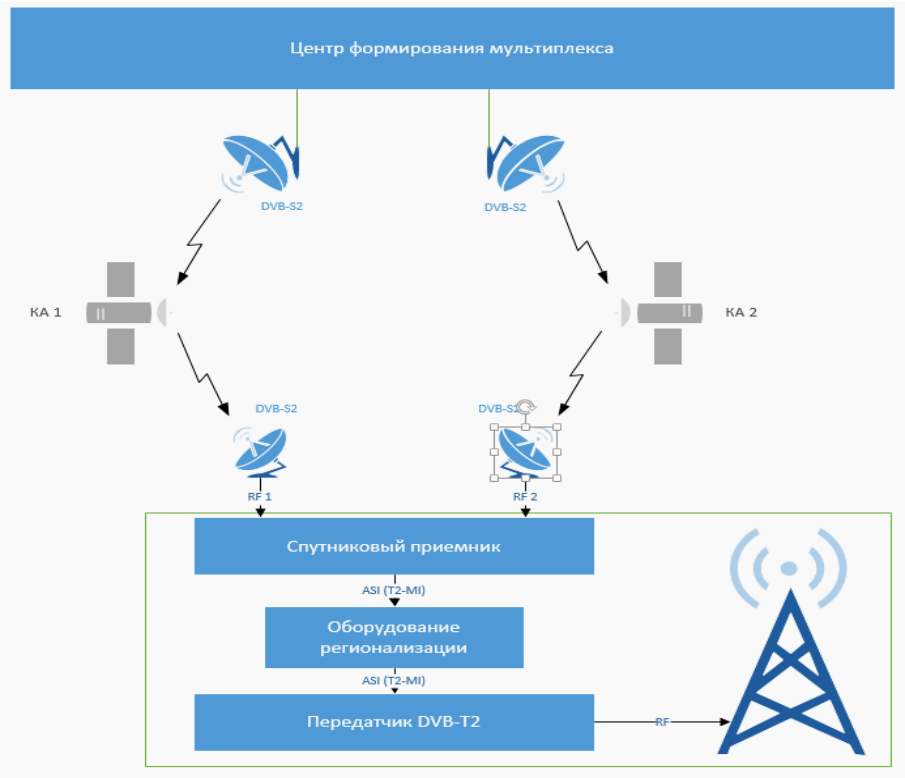


Рис. 1. Резервирование спутниковых каналов

Но спутниковые каналы доставки имеют меньшую помехоустойчивость по сравнению с радиорелейными или оптическими каналами. Поэтому, для городов с большой плотностью населения оператором часто применяются оптические каналы связи, в качестве основных, а спутниковые в качестве резервных. Типовая схема резервирования каналов доставки пакетов программ цифрового телевидения указана на Рис. 2.

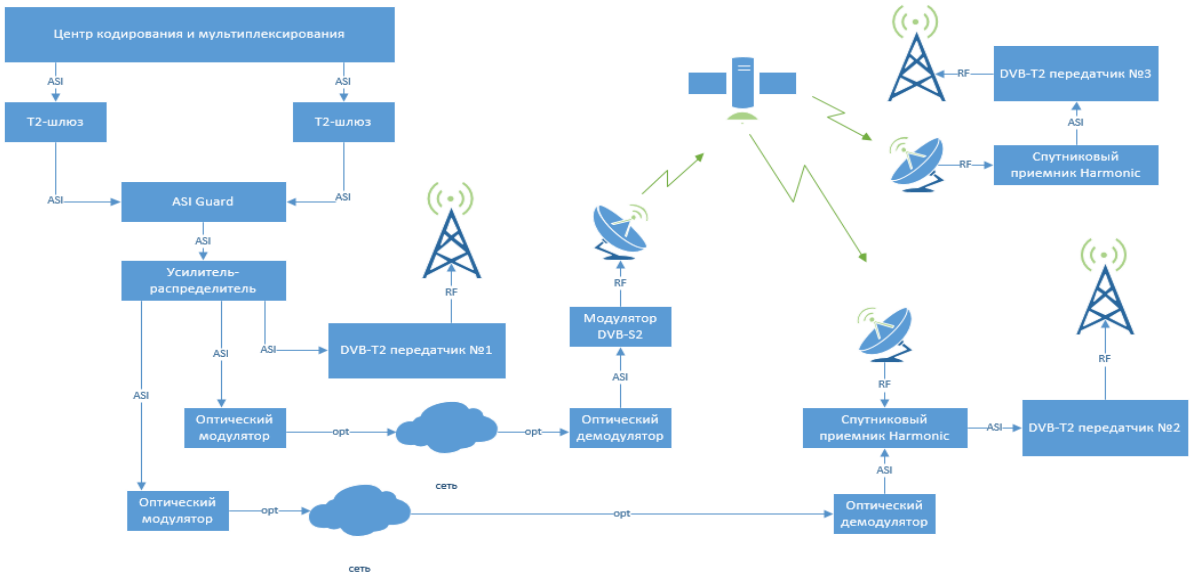


Рис. 2. Типовая схема резервирования каналов доставки сигналов цифрового эфирного телевидения

Детально проанализировав архитектуру и конфигурацию трактов доставки сигналов цифрового эфирного телевидения в ряде регионов Российской Федерации был сделан вывод о необходимости расчета оптимального значения

максимальной сетевой задержки. Для выбора оптимального значения необходимы измерения времени распространения сигнала от выхода DVB-T2 шлюза до конечного передающего устройства.

В практической части данной работы был произведен выезд на объекты цифрового телевидения Ленинградской области и проведены соответствующие измерения. Результаты измерений были сведены в одну общую таблицу 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерения сетевой задержки сигнала

Объект	**Реальная задержка распространения сигнала, мс**
Санкт-Петербург	101,4
Тихвин	140,2
Выборг	154,6
Первомайское	308,6
Гатчина	331,06

Анализируя результаты измерения сетевой задержки сигнала можно сделать вывод о том, что значение максимальной сетевой задержки для Ленинградской области не должно быть меньше 332 + X миллисекунд, где X – время на обработку сигнала передающим устройством. Модуляторы различных производителей по разному обрабатывают сигналы цифрового телевидения, а следовательно и вносят различную задержку. Для трансляции сигналов первого мультиплекса в Ленинградской области применяется однотипное передающее оборудование с вносимой задержкой в 410 миллисекунд. Следовательно величина максимальной сетевой задержки, устанавливаемая на T2-шлюзе, должна быть менее 512 миллисекунд, для вещания в «следующей секунде», или более 742 миллисекунд.

После вычисления оптимального значения максимальной сетевой задержки были проведены измерения стабильности функционирования одночастотной сети, результаты измерений указаны в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Результаты измерения параметров принимаемого сигнала, в зависимости от значения максимальной сетевой задержки

Параметр	**Значение максимальной задержки сети**	
	450 мс	**570 мс**
C/N, дБ	29.2	29.4
BER	1.3*10E-3	1*10E-2
MER, дБ	26.4	0
Возможность демодуляции сервисов	Присутствует	Отсутствует

Результаты измерения показывают, что рассчитанные значения максимальной задержки сети – корректны. Для качественной бесперебойной работы одночастотной сети в системе DVB-T2 необходимо учитывать архитектуры трактов доставки сигналов в совокупности с резервными каналами связи.

Список используемых источников

1. Федоров С. Л., Гузенко О. А., Куликов С. П. Оптимизация методов контроля состояния одночастотной сети цифрового телевидения в Ленинградской области// Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 3-х т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 3. С. 151–155.

УДК 621.397.7
ГРНТИ 47.51.29

ВИЗУАЛЬНАЯ ОХРАНА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОНОВ

А. Г. Мухин, С. Л. Фёдоров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В цифровой информационный век стало возможным получать необходимую информацию из любой точки мира. И один из сценариев использования таких цифровых информационных сетей это видеонаблюдение. В рамках темы данной статьи будут отражены возможности альтернативного способа видеонаблюдения и визуального контроля объектов недвижимости, с использованием удаленно пилотируемых дронов оборудованных системой камер с широкоформатной оптикой для панорамного захвата изображения.

видеонаблюдение, дрон, панорамная камера, визуальная охрана, патрулирование

Для традиционных систем видеонаблюдения [1,2,3], как правило, используется система из камер и сетевое хранилище. Чем больше площадь помещения и его геометрическая неоднородность, тем больше требуется в такой системе камер для покрытия всей этой площади без слепых зон. Нужно всего лишь создать такой тип устройства, которое могло бы свободно перемещаться по помещению, чтобы обеспечить большую гибкость точки обзора. (рис. 1)

Рис. 1. Предполагаемый внешний вид дрона

На рынке уже давно имеется широкий выбор летательных аппаратов (дронов) [4] (рис. 2) любых размеров и грузоподъемности и их не зря так часто используют в качестве удаленных кинооператоров закрепляя на их шасси камеры, что в свою очередь дает множество преимуществ для киноиндустрии.

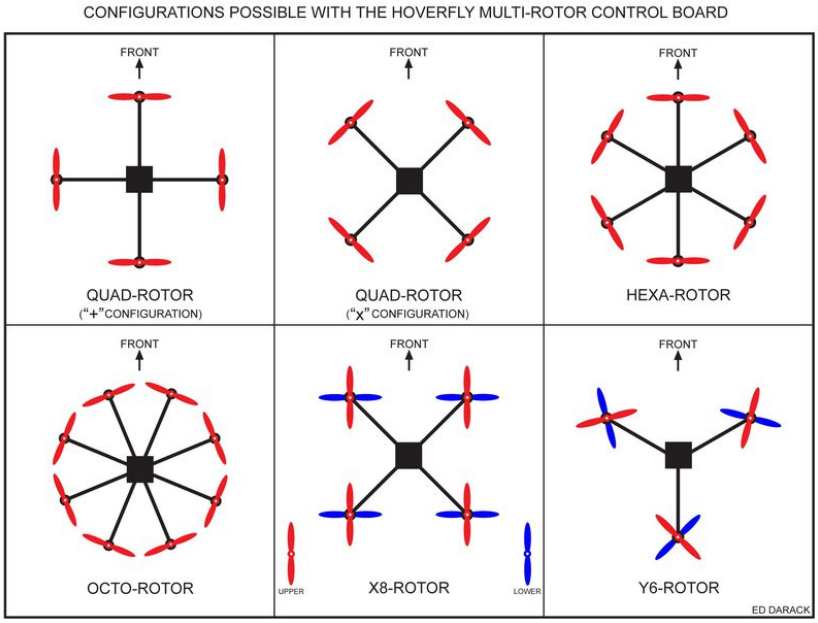


Рис. 2. Возможные формулы дронов

Но и для видеонаблюдения после определенных оптимизаций и доработок такое решение может послужить не хуже, чем традиционные системы.

Одной из таких доработок может стать не обычная камера, а панорамная. Представляет собой систему минимум из двух камер с захватом изображения на 360 градусов вокруг себя по двум осям за счет широкоугольными объективами типа «рыбий глаз» и пакета программного обеспечения натягивающего полученное изображение на виртуальную сферу (рис. 3). Такое решение обусловлено сокращением количества необходимых маневров дрона, следовательно, экономии заряда батарей и ресурса всего устройства в перспективе использования.

Рис. 3. Существующие камеры (Huawei, Asus)

Добавив к этому программное обеспечение с богатым функционалом управления и настройки, получится автономная система видеонаблюдения, которая сможет конкурировать со стандартными решениями в этой сфере и подойдет как для коммерческого использования, так и для потребительского (массового) сегмента.

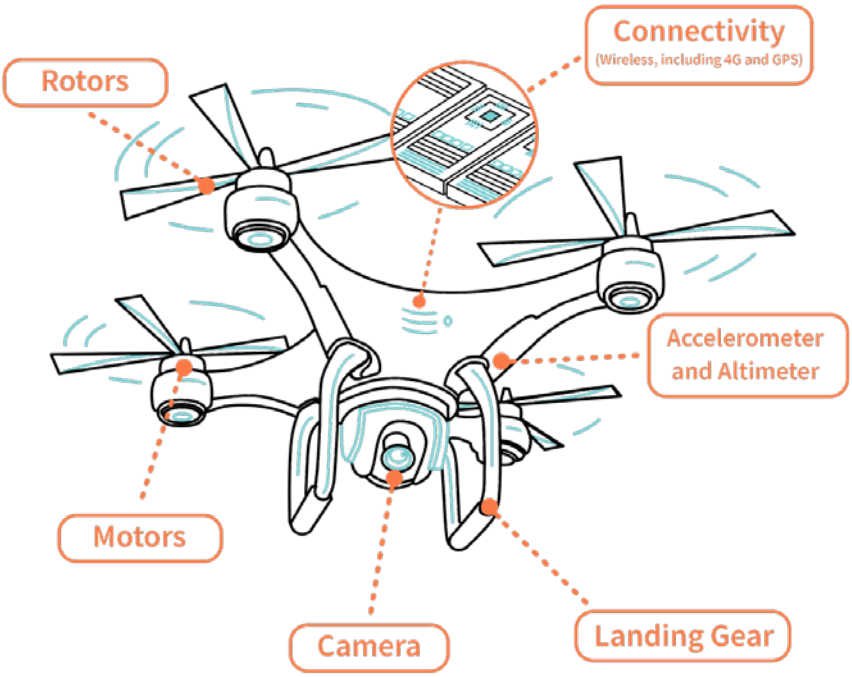


Рис. 4. Классическая схема расположения узлов квадрокоптера

Для такого патрульного дрона необходимо проанализировать все необходимые узлы под условия использования и найти на рынке готовые решения, устраивающие этим требованиям.

В системе патрульного дрона должны присутствовать следующие устройства: базовая станция, сам дрон, опционально, набор внешних датчиков в индивидуальных корпусах.

Конкретно для дрона необходимы следующие узлы: шасси, бесшумные бесколлекторные электродвигатели и драйверы к ним, приемопередающая аппаратура для управления дроном и для передачи видео аудио и прочей информации с датчиков дрона и камеры, микроконтроллер, непосредственно видеокамера, аккумуляторная батарея, кожух/корпус (рис. 4).

Базовая станция дрона возьмет на себя функции его подзарядки, хранения информации и связи с всемирной сетью.

Узлы необходимые для нее это: блок питания, приемопередающая аппаратура для связи с дроном и сетью, NAS на базе микрокомпьютера для хранения медиа файлов, логов и маршрутов, который будет так же брать на себя роль «мозга» дрона для автоматического патрулирования без участия человека, кожух/корпус.

Как уже выше упоминалось, для корректной работы всей системы патрульного дрона необходим комплекс программного обеспечения для каждого из устройств в ней, позволяющее взаимодействовать с дроном посредством любого терминала, будь это смартфон под управлением Android или IOS, или же ПК. Это ПО должно предоставлять определенный набор основных функций на каждом из устройств системы.

Для терминала: доступ к мануальному управлению дроном 24/7, мониторинг состояния системы онлайн, настройка всей системы патрульного дрона и изменения сценариев его использования и маршрутов передвижения.

Для базовой станции: хранение маршрутов и сценариев использования, файловый менеджмент.

Для дрона: микрокод, принимающий указания от базовой станции.

На борту необходим микроконтроллер, берущий на себя управление всего дрона. Он должен в реальном времени принимать информацию с базовой станции, обрабатывать ее и распределять команды между всеми органами управления. Далее отправлять полученную в ходе своей миссии информацию обратно на базовую станцию.

Всегда есть небольшая вероятность выйти из видимости базовой станции, необходимо иметь автономный режим полета, при котором дрон сможет самостоятельно, по заранее записанному маршруту, вернуться в зону видимости или продолжить патрулирование, либо аккуратно приземлиться без повреждений. Значит, необходим достаточно «умный» контроллер, способный обработать большое количество данных.

Для корректной работы дрона должны присутствовать датчики приближения или алгоритмы обработки изображения с бортовых камер, исключающие столкновения со случайными препятствиями.

Вышеописанный функционал, необходимый для реализации системы видеонаблюдения с использованием дрона, подразумевает собой грамотный расчет всех параметров удовлетворяющих условиям эксплуатации. В первую очередь – габариты устройства и зависимую от них снаряженную массу, а так же создаваемый им уровень шума. Все эти характеристики должны соответствовать нормам, гостам и стандартам электробезопасности. Итогом станет компактное мобильное решение с минимально возможным количеством калибровок и готовое к использованию.

Список используемых источников

1. Герман К. Профессиональное видеонаблюдение — 2. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV – Security Focus, 2019.
2. Джакония В.Е., Гоголь А.А., Друзин Я.В. Телевидение – М.: Телеком, 2007.
3. Локшин Б.А. ЦИФРОВОЕ ВЕЩАНИЕ: от студии к телезрителю - М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001.
4. Килби Т., Килби Б. Дроны с нуля – БХВ-Петербург, 2016.
5. Мамчев Г.В. Телевидение высокой четкости; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013.
6. Мамчев Г.В. Перспективные системы телевидения: Учебное пособие – Новосибирск: НЭИС, 1994.
7. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Основы цветного телевидения – Связь, 1982.

УДК 621.396.61
ГРНТИ 47.41.33

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ПРИБОРОВ В МОДУЛЯТОРАХ КЛАССА D ЦИФРОВЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ СТАНДАРТА DRM

Р. В. Николаев

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

Для исследования искажений, оценки их величины, вычисления потерь в элементах схемы ключевых модуляторов передатчиков телерадиовещания стандарта DRM, а также определения их КПД, требуется детальное рассмотрение работы активных приборов с целью выбора оптимальных параметров и режимов их работы и устройства в целом.

цифровое телерадиовещание, стандарт DRM, модулятор, класс D.

Общей особенностью ключевых модуляторов (усилителей) класса D телерадиовещательных передатчиков стандарта DRM является тот факт, что подключение к стокам (коллекторам, анодам и т.п.) активных приборов источников питания (Ea) происходит через дроссели L, существенная величина индуктивности которых позволяет считать подводимый к активным приборам ток неизменным за время переключения приборов, то есть можно заменить их на интервале переключения источником тока [1-2]. Этот факт, присущий данному классу усилителей, существенно влияет на результирующий процесс переключения и другие, качественные и энергетические характеристики ключевых усилителей класса D. Так в ряде работ [1-2] при исследовании процессов в ключевых усилителях принимаются допущения, что на выходных силовых электродах активных приборов формируются последовательности идеальных прямоугольных импульсов, которые впоследствии поступают на демодуляторы (ФНЧ или другие схемы). Однако, как показывает детальный математический анализ и результаты экспериментальных исследований , во многих случаях это недопустимо поскольку вызывает существенные ошибки как в расчётах энергетических и качественных характеристик устройств, так и выборе самих активных элементов схемы.

Для проведения анализа работы активных приборов в ключевом режиме построим модель модулятора класса *D*, достаточно точно отражающую физические процессы, происходящие в нем с учетом паразитных параметров, основными из которых являются входная $C_{вх}$, выходная $C_{вых}$ и проходная $C_{пр}$ емкости, вносимые активным прибором и другими элементами цепи, а также емкость диода C_D [1].

Поскольку частота переключения в модуляторах относительно невелика (обычно не превышает 70 – 100 кГц), индуктивностями выводов активных приборов можно пренебречь. В модуляторах класса *D*, рассматриваемого типа ис-

точники питания E_a подключены к стокам полевого транзистора через модуляционные дроссели $L_м$ (рис. 1). Ток, протекающий через дроссели за период звуковой частоты и, тем более, за период тактовой частоты T_T и за время переключения практически не изменяется, т.е. можно считать, что в процессе переключения стоки полевых транзисторов подключены к некоторому источнику постоянного тока $I_o(m)$, величина которого может изменяться лишь при изменении режима модулятора, зависящего от глубины модуляции m, т.е. от амплитуды колебаний звуковой частоты.

На рис.1 изображен полевой транзистор, хотя все последующие заключения справедливы и для других активных приборов, в том числе ламп.

Схема дроссельного модулятора [1,2], с учетом межэлектродных емкостей транзистора VT и диода VD (S_2, R_0, C_0) приведена на рис. 1. Обычно, тактовая частота f_T выше верхней модулирующей частоты F_{max}., на которую, как правило, рассчитывается срез ФНЧ, в 7 – 10 раз, а емкость фильтра нижних частот $C_{ф1}$ достаточно велика, поэтому можно допустить, что на этой емкости, а, следовательно, и на нагрузке модулятора $R_н$ (рис.1) напряжение $U_{сф}$ за период T_T тактовой частоты меняется мало, и в первом приближении этим можно пренебречь.

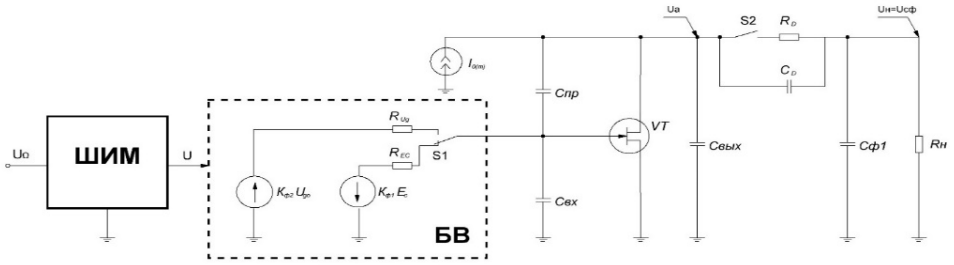


Рис. 1. Модель дроссельного модулятора класса D с нагрузкой в цепи диода

В блоке возбуждения (БВ) (рис. 1) полевого транзистора генерируются модулированные по ширине биполярные импульсы напряжения прямоугольной формы $U_и(t)$ (рис. 2*а*). При этом можно считать, что к цепи затвора активного прибора попеременно подключаются два источника напряжения. Один источник напряжения положительной полярности $K_{ф2}U_{go}$ с внутренним сопротивлением R_{ug}, а второй – источник отрицательного смещения $K_{ф1}E_c$ с внутренним сопротивлением R_{EC} (рис. 1). При подключении источника $K_{ф1}E_c$ к затвору транзистора прикладывается отрицательное напряжение, и транзистор запирается, и при подключении источника $K_{ф2}U_{go}$ транзистор отпирается. Коэффициенты форсирования запирания и отпирания $K_{ф1}>1$, $K_{ф2}>1$ показывают, во сколько раз рассматриваемые напряжения, действующие на фронтах при отпирании или срезах при запирании транзистора, превышают значения смещения E_c и возбуждения U_{go}, требуемые для удержания транзистора в режиме отсечки или насыщения. Будем считать, что ключ S_1 переключается мгновенно, и искажения формы возбуждающих транзистор импульсов управления определяются внутренними сопротивлениями реального каскада возбуждения R_{EC} , R_{ug} и емкостью входной цепи транзистора VT.

В моменты отпирания диода *VD* к стоку транзистора *VT* (рис. 1) через ключ S_2 подключаются сопротивление открытого диода R_D, емкость $C_{ф1}$ ФНЧ и нагрузка $R_н$ модулятора.

Временные диаграммы, поясняющие процессы, происходящие в схеме (рис. 1), показаны на рис. 2, *а-е*. В момент времени t_1 за счет переключения S_1 управляющее напряжение $U_и(t)$ скачком изменяется от величины $K_{ф2}U_{go}$ до $K_{ф1}E_c$. Во время открытого состояния транзистора из-за наличия управляющего тока и падения напряжения на R_{ug} напряжение на затворе меньше $K_{ф2}U_{go}$ и равно расчетному значению U_{go}. После переключения напряжение возбуждения $U_g(t)$ на выходе БВ в интервале времени $[t_1, t_2]$ спадает по экспоненциальному закону (рис. 2*а*), который обусловлен перезарядом входной емкости $C_{вх}$ транзистора и зарядом проходной емкости $C_{пр}$ через внутреннее сопротивление R_{EC} схемы БВ (рис. 1), напряжение на стоке $U_a(t)$ (рис.2б) возрастает, а ток стока $i_a(t)$ (рис.2*а*) спадает до нулевого значения.

Поскольку величина тока $I_o(m)$, отдаваемого источником, неизменна, а ток стока транзистора $i_a(t)$ уменьшается, разностный ток $I_o(m)–i_a(t)=i_{ca}(t)$ (рис. 2г) течет в емкость между стоком транзистора и землей $C_{a.}=C_D+C_{вых}+C_{вх}C_{пр}/(C_{вх}+C_{пр})$ заряжая ее.

В момент времени t_2 транзистор полностью запирается, внутреннее сопротивление его $R_i\to\infty$, $i_a(t_2)=0$ (рис. 2*в*). В промежутке времени $[t_2, t_3]$ продолжается заряд емкости $C_{a.}$ постоянным током $i_a(t)=I_o(m)$ (рис. 2*г*), вследствие чего напряжение на ней**,** а, следовательно, и на стоке транзистора, возрастает по линейному закону $U_a(t)=U_a(t_2)+I_o(m)(t_1–t_2)/C_a$ (рис.2*б*).

В момент времени t_3 напряжение $U_a(t)$ (рис. 2б) становится равным напряжению $U_{сф}(t)$ на емкости $C_ф$ ФНЧ. Дальнейшее возрастание напряжения на стоке $U_a(t)$ приводит к отпиранию диода *VD* (интервал $[t_3, t_4]$), т.е. замыкается ключ S_2 (рис. 2). За время $\Delta t_{3\text{-}4}= t_4–t_3$ разряда емкости C_D ток i_D (рис. 2*д*) через диод возрастает до величины $I_o(m)$, а ток i_{ca} через емкость C_a спадает практически до нуля. В следующий промежуток времени $[t_4, t_5]$ до прихода, запирающего транзистор *VT* импульса напряжения, происходит подзаряд емкости $C_ф$ ФНЧ током $i_{сф}(t)=I_o(m)–i_н(t)$. Величина этой емкости весьма велика, напряжение на ней изменяется незначительно, поэтому ток i_{ca} через емкость C_a практически отсутствует (рис. 2*г*). С момента времени t_3 транзистор находится в режиме отсечки тока стока, и для его поддержания в этом режиме в промежутке времени $[t_3, t_5]$ на затворе требуется иметь напряжение не меньше, чем E_c.

В момент времени t_5 ключ S_1 (рис. 1) переходит в другое положение, подключая к цепи затвора положительное напряжение источника $K_{ф2}U_{go}$ после чего начинается переход транзистора *VT* из состояния отсечки в режим насыщения. Возрастание напряжения Ug(t) также, как и спад, имеет экспоненциальный характер, обусловленный перезарядом емкостей Спр и Свх через внутреннее сопротивление Rug БВ (рис. 1). При увеличении напряжения Ug(t) часть тока Io(m), протекавшего ранее через диод, ответвляется через отпираемый транзистор VT. Диод VD в интервале времени [t5, t6] запирает-ся, а напряжение на стоке понижается (рис.2б,д). В момент времени t6 напряжение на стоке транзи-

стора становится равным напряжению на ем-кости Сф1 ФНЧ (рис.2б), диод при этом полностью запирается (ключ S2 размыкается), и ток iD через него обращается в ноль (рис.2д).

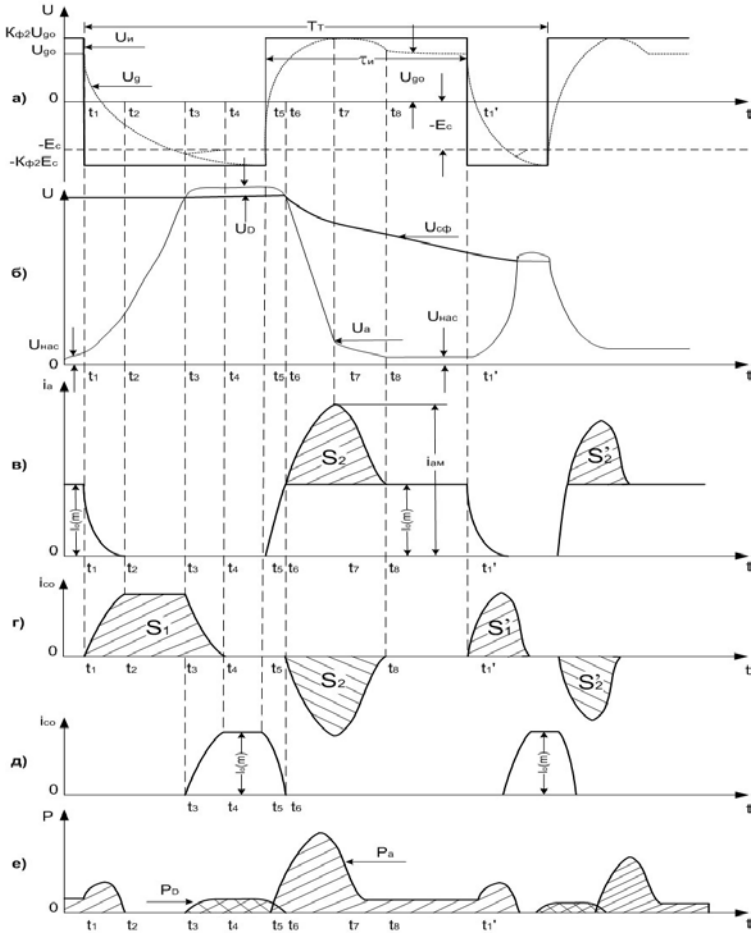


Рис. 2. Временные диаграммы реальных изменений затворного и стокового напряжений (а, б), стоковых токов транзистора и диода (в, д), тока через емкость C_a (г), мощности потерь (е) в модуляторе класса D

На интервале времени $[t_6, t_8]$ ток стока транзистора складывается из двух составляющих: тока источника $I_o(m)$ и тока $i_{ca}(t)$ обусловленного разрядом емкости C_a через внутреннее сопротивление транзистора (рис.2*в,г*). Длительность протекания тока $i_{ca}(t)$, т.е. интервала времени $[t_5, t_8]$, зависит от максимально достижимой величины этого тока, которая определяется максимально допустимым током стока транзистора *VT*.

Необходимым условием постоянства напряжения на нагрузке $U_н$ является баланс заряда и разряда емкости C_a, то есть равенство ампер-секундных площадей (зарядов) S_1 и S_2 (рис.2*г*). При наличии модуляции эти площади медленно изменяются (S'_1 и S'_2 на рис.2*г*). Изменение величины максимального тока транзистора *VT* влияет на форму импульсов тока (площадь S_2). Чем больше ток, тем короче длительность $\Delta t_{5\text{-}8}=t_8-t_5$ процесса установления тока i_a, до уровня $I_o(m)$.

В момент времени t_7 транзистор *VT* полностью отпирается, его внутреннее сопротивление становится равным сопротивлению насыщения $R_{нас}=U_a(t_7)/i_a(t_7)$, и через него протекает максимальный ток i_{am} (рис.2*в*). В ин-

тервале времени $[t_7, t_8]$ емкость C_a разряжается через сопротивление насыщения $R_{нас}$ транзистора, при этом ток стока уменьшается от i_{am} до $I_o(m)$. К моменту времени t_8 напряжение на стоке транзистора становится равным $U_{нас}=I_o(m)R_{нас}$. В последующем интервале времени $[t_8, t'_1]$ режим в цепи транзистора установившийся, т.е. напряжения и токи остаются неизменными, транзистор VT полностью открыт, напряжение на ее стоке равно $U_{нас}$, а ток стока равен току источника $I_o(m)$ (рис.2*б,в,г,д*).

Мгновенные мощности потерь $P_a(t)$, $P_D(t)$, (рис.2*е*) рассеиваемые на стоке транзистора VT и диода VD в интервалах протекания токов $i_a(t)$ *и* i_D (t) (рис.2*в,д*), могут быть определены из соотношений $P_a(t)=U_a(t)i_a(t)$, $P_D(t)=)i^2{}_D(t)R_D$. Поскольку при отпирании транзистора (интервал $[t_5, t_8]$) через его внутреннее сопротивление разряжается паразитная емкость $C_{a,}$, и создается выброс в импульсе тока стока $i_a(t)$, (рис.2*в*) который необходимо учитывать при выборе характеристик транзистора, мощность потерь $P_a(t)$ на интервале $[t_5, t_8]$ (рис.2*е*) существенно (практически на порядок) превышает мощность потерь на интервале $[t_1, t_2]$ запирания транзистора.

Начиная с момента времени t'_1 рассмотренный цикл повторяется в следующем периоде тактовой частоты.

Составляя эквивалентные схемы замещения на каждом рассматриваемом временном интервале, были построены теоретические и экспериментально полученные зависимости тока и напряжения (рис.3) на активном приборе модулятора класса D передатчика мощностью 1.0 кВт.

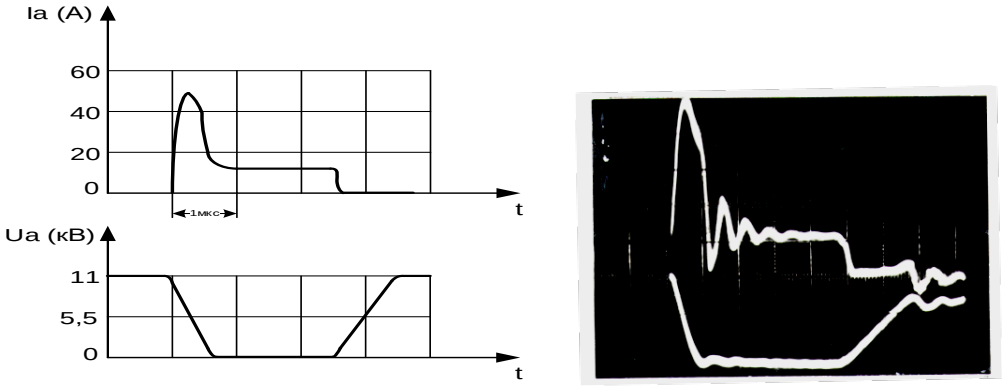


Рис. 3. Теоретические и экспериментально полученные зависимости анодного тока и напряжения активного прибора модулятора класса D

Сравнительный анализа этих зависимостей (рис. 3) позволяет сделать вывод о корректном и правильном построении эквивалентной схемы модулятора, учитывающей основные и паразитные параметры устройства.

Список используемых источников

1. Артым А.Д., Букреев В.И., Козин Е.В., Николаев В.В. «Теоретическое исследование ключевого анодного модулятора с параллельным питанием» – Техника средств связи, серия Техника радиосвязи, вып. 6, 1976, с. 15 – 29.

2. Дмитриков В.Ф., Шушпанов Д.В. «Устойчивость и электромагнитная совместимость устройств и систем электропитания» Москва: Горячая линия – Телеком, 2018г., 540с.

УДК 004.627
ГРНТИ 50.33.05

ПРИНЦИПЫ КОДИРОВАНИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СТАНДАРТЕ H.266

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

Согласно отчету Cisco AIR, к 2023 году пользователями Интернета станут 66% населения Земли, в России же этот показатель увеличится до 78% граждан. К глобальной сети будут подключены более 28 млрд устройств, из которых в России – 895,5млн или более 6 устройств на человека. Видеоэффект устройств на трафик более выражен из-за внедрения потокового видео Ultra-High-Definition (UHD). Требование более высокой эффективности сжатия видео имеет решающее значение в этом контексте. Это стало одной из причин создания команды, Joint Video Experts Team (JVET), которому было поручено разработать новый стандарт кодирования видео, универсальное кодирование видео (VVC), нацеленный на 50% -ное усиление сжатия по сравнению с HEVC

видео, сжатие, H.266

Возможности H.266

Стандарты сжатия видео, особенно видеокодеки с потерями, такие как HEVC, H.264, VP9 и AV1, разработаны с намерением сократить избыточную информацию без значительного ущерба для качества и соответственно уменьшить нагрузку на полосу пропускания во время передачи данных. Новый кодек VVC (Versatile Video Coding) - не исключение. Как вы можете себе представить, с развитием разрешения видео в будущем могут появиться H.267, H.268 и т.д. (для 16K и выше).

H.266/VVC - это стандарт кодирования и декодирования видео нового поколения MPEG. Он разработан как преемник высокоэффективного кодирования видео (HEVC / H.265) для дальнейшего снижения нагрузки на передачу больших объемов данных, таких как видео 4K, 8K и даже 16K

H.266 поставляется с новым алгоритмом, степень сжатия на 30–50% выше при том же качестве видео, чем в HEVC. Следовательно, видеофайл, закодированный в VVC, будет намного меньше, чем в HEVC, не говоря уже о AVC. С точки зрения качества, H.266 - это тот кодек, которому едва ли может соответствовать какой-либо кодек при таком же размере файла.

Кодек идеально подходит для всех типов движущихся изображений: от 360-градусных панорам с высоким разрешением до захвата данных с экрана и передачи их по сети в реальном времени. Кодек хорошо кодирует текст и графику, умеет адаптивно менять разрешение (ARC), поддерживает 10 бит и HDR. Так же работает с широкой цветовой гаммой BT.2100, и смарт функцией ROI

Основные элементы кодирования

Все HEVC, VVC, EVC и AV1 основаны на хорошо известной архитектуре гибридного блочного кодирования, объединяющей межкадровое и внутрикадровое предсказания, преобразование остатка предсказания, квантование и энтропийное кодирование.

Значительное улучшение, внесенное недавними стандартами кодирования видео по сравнению с HEVC, заключается в разделении изображения, как показано на рис. 1. Во-первых, размер базовой структуры обработки, известной как блок дерева кодирования (CTU) в HEVC и VVC, и дерево разделов в AV1 увеличено с максимального размера блока 64 × 64 выборок яркости в HEVC до 128 × 128 выборок [1]. Теперь можно более эффективно обрабатывать большие однородные области, а также большие изображения. CTU можно разделить на единицы кодирования (CU). Блоки CTU и CU также могут быть разделены на блоки PU, которые имеют общие параметры, такие как режим кодирования.

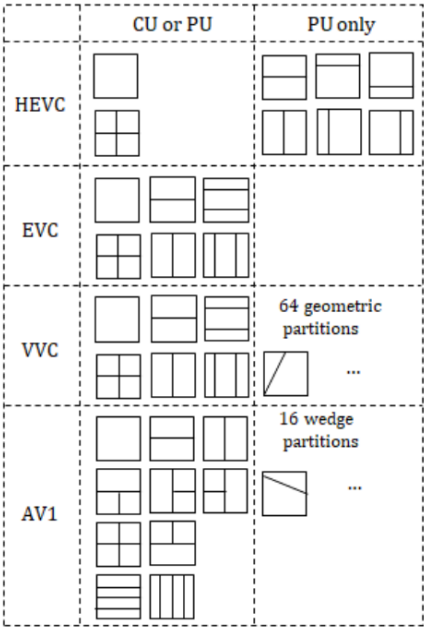


Рис. 1 Блок дерева кодирования для различных стандартов

Чем больше размер единицы дерева кодирования (CTU), тем выше эффективность кодирования.

VVC и EVC поддерживают шесть общих типов разделения для CU и PU: без разделения, четвертичный раздел, два двоичных раздела и два троичных раздела (1/4, 2/4, 1/4 горизонтальное или вертикальное разделение CU). Более того, в VVC введено 64 геометрических PU, чтобы обеспечить негоризонтальное или невертикальное разделение на две части прямоугольной или квадратной CU. Каждому из 64 геометрических разделов соответствует значение индекса, указывающее на его параметры (угол, расстояние). VVC также включает специальный режим разделения, называемый Intra Sub-Partitioning (ISP).

Одной из особенностей VVC является поддержка отдельных сегментов яркости и цветности во внутренних срезах, что позволяет независимо разделять блоки дерева кодирования яркости и цветности.

Внутрикадровое кодирование

Внутрикадровое предсказание в HEVC основано на 33 угловых предсказателях, [2] а также в плоском и постоянном режимах, все они предсказаны на основе эталонных образцов в причинно-следственной пространственной окрестности кодированного блока (верхняя строка, левый столбец). В VVC задано 93 угловых предсказателя, плюс планарный режим и режим DC. Новые режимы прогнозирования на основе матрицы также добавлены для яркости, что приводит к 30 дополнительным режимам. EVC близок к HEVC с 30 угловыми предсказателями, плюс планарный режим и режим DC. AV1 определяет 56 угловых предикторов плюс DC и 4 дополнительных режима.

Для образцов цветности, в дополнение к обычным режимам направленного, планарного и постоянного прогнозирования, обычно поддерживаемым четырьмя стандартами, VVC и AV1 поддерживают режим межкомпонентного прогнозирования. В этом режиме образцы цветности предсказываются из совместно расположенных восстановленных отсчетов яркости.

Процессы эталонной и прогнозной фильтрации, используемые в HEVC, также более детально проработаны в VVC и AV1. В частности, VVC вводит комбинацию позиционно-зависимого предсказания, в то время как AV1 определяет внутренний предсказатель на основе рекурсивной фильтрации. [2]

Межкадровое кодирование

Межкадровое предсказание было значительно улучшено в последних решениях для кодирования видео за счет введения модели точной компенсации движения (AMC) поверх обычной трансляционной модели, AMC поддерживает 4-параметрическую и 6-параметрическую модель движения. Модель движения для метода прогнозирования AMC в VVC определяется для трех движений: смещения, поворота и масштабирования.

HEVC определяет три типа межкадрового предсказания, которые могут быть однонаправленными (один вектор движения) или двунаправленными (два вектора движения) с использованием изображений, доступных в буфере декодированных изображений (DPB): улучшенное предсказание вектора движения (AMVP), Merge и Skip [3]. В AMVP передаются как информация о движении (векторы движения, опорные изображения), так и остаток предсказания. В режиме Merge сигнализируется только остаток, а информация о движении извлекается из списка наиболее вероятных кандидатов.

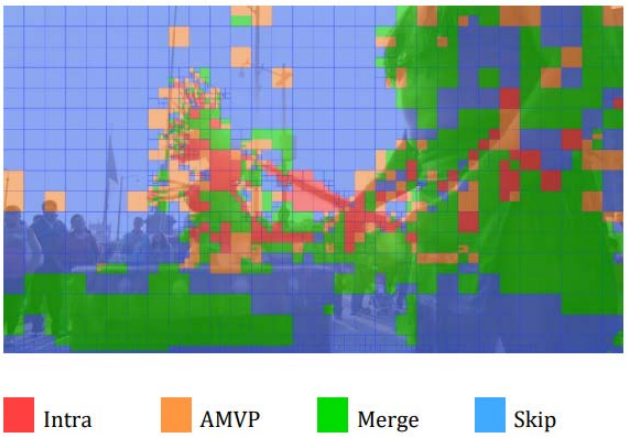


Рис 2. Режимы кодирования HEVC на единицу кодирования

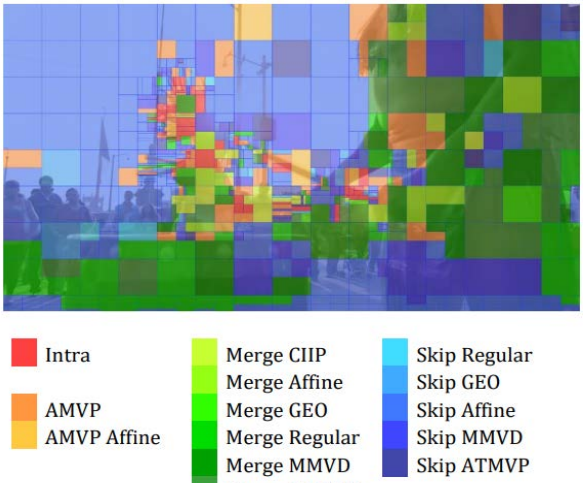


Рис. 3 Режимы кодирования VVC на единицу кодирования

Режим Skip аналогичен режиму слияния для движения, но остаток не передается. На рисунках 3 и 4 показано увеличенное количество режимов кодирования, поддерживаемых VVC, по сравнению с HEVC, а также влияние нового разделения.

Одинаковый цветовой код используется на обоих рисунках с разными цветовыми оттенками для новых режимов взаимного кодирования VVC: оранжевый для AMVP, зеленый для Merge (слияние) и синий для Skip (пропуск).

VVC добавляет AMC в режимы AMVP, Merge и Skip. Обычные режимы Merge и Skip расширены с помощью MMVD (слияние с разницей вектора движения), ATMVP (расширенное прогнозирование вектора движения во времени) и GPM (слияние геометрических разделов). CIIP (Combined Inter Intra Prediction) добавлен в режим Merge. Более того, информация о движении может быть уточнена в декодере для улучшения предсказания на пиксель при постоянной скорости передачи битов информации о движении. На рисунках можно заметить, что количество режимов Intra (красный цвет) для VVC уменьшилось по сравнению со случаем HEVC в результате улучшенного межкадрового кодирования (внутрикадровое кодирование имеет более высокую скорость передачи данных).

Инструменты межкадрового кодирования VVC и EVC очень близки, одним из важных отличий является поддержка VVC режима геометрического разделения.

За счёт значительного скачка в эффективности кодирования, предлагаемого H.266/VVC, использование видео будет расширяться во всем мире. Кроме того, большая универсальность H.266/VVC делает его использование привлекательнее в широком спектре областей, связанных с передачей и хранением видео. Ценой повышения эффективности сжатия является значительное усложнение алгоритмов, приводящее к увеличению требований к вычислительным ресурсам (до 10 раз при кодировании и до 2 раз при декодировании по сравнению с H.265) [4].

Список используемых источников:

1. Thorsten Laude, Yeremia Gunawan Adhisantoso, Jan V. A Comprehensive Video Codec Comparison// SIP 2019. 16 с.

2. Michel Kerdranvat, Ya Chen, Rémi Jullian, Franck Galpin, Edouard François THE VIDEO CODEC LANDSCAPE IN 2020//ITU Journal: ICT Discoveries, Vol. 3(1), 8 июня 2020. 10 с.

3. Cecilia Hwung. Everything You Need to Know about Versatile Video Coding (H.266/VVC) [Электронный ресурс]. URL: https://www.videoproc.com/resource/h266-vvc.htm

4. Блог компании ITSumma. Представлен видеокодек нового поколения H.266/VVC [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/itsumma/news/t/509920/

УДК 004.4’277.4
ГРНТИ 50.10.41

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ FM-СИНТЕЗА ЗВУКА

К. Ю. Прохоров, Г. Г. Рогозинский
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Существующие математические модели, описывающие синтез звуковых сигналов на основе частотной модуляции, не являются адекватными для описания процесса синтеза звуковых сигналов. В связи с этим, возникает необходимость в создании моделей, которые позволят наиболее корректно описать процесс синтез звука на основе частотной модуляции. В статье даны некоторые новые модели и представлены дальнейшие направления исследования.

FM-синтез, оператор, алгоритм, математическая модель

Введение

Алгоритм цифрового FM-синтеза впервые был предложен Д. Чоунингом в Стенфордском университете в 1967-68 годах, лицензирован японской компанией Yamaha в 1973 году [1,2].

Наиболее известной аппаратной реализацией FM-синтеза является синтезатор Yamaha DX7, выпущенный в 1983 году. В начале 90-х выпуск аппаратных FM-синтезаторов был остановлен в связи с переходом на производство многофункциональных рабочих станций. В настоящее время FM-синтез в основном реализуется в программных синтезаторах, таких, как Native Instruments FM7/FM8, Image-Line Sytrus и др. В то же время практически любой современный синтезатор имеет возможность использовать частотную модуляцию между парой генераторов.

Основы FM-синтеза

В отличие от радиотехнического понимания частотно-модулированных сигналов, для систем синтеза звука на основе частотной модуляции характерны каскады из нескольких модуляций и обратные связи (самомодуляции).

Единичным элементом системы синтеза звука на основе частотной модуляции является оператор. Математически, модель оператора можно представить, как

$$S_{OP}(t) = A(t) \cdot \sin(\omega_0(t)t + S_M(t)) \quad (1)$$

где $A(t)$ – амплитудная огибающая оператора;

ω_0 – собственная частота оператора (т.н. «несущая»);

$S_M(t)$ – модулирующая функция.

На рисунке 1 показана схема оператора, представляющая собой модуль с 3 входами (частота, модулирующий сигнал и информация о огибающей) и одни выходом [3].

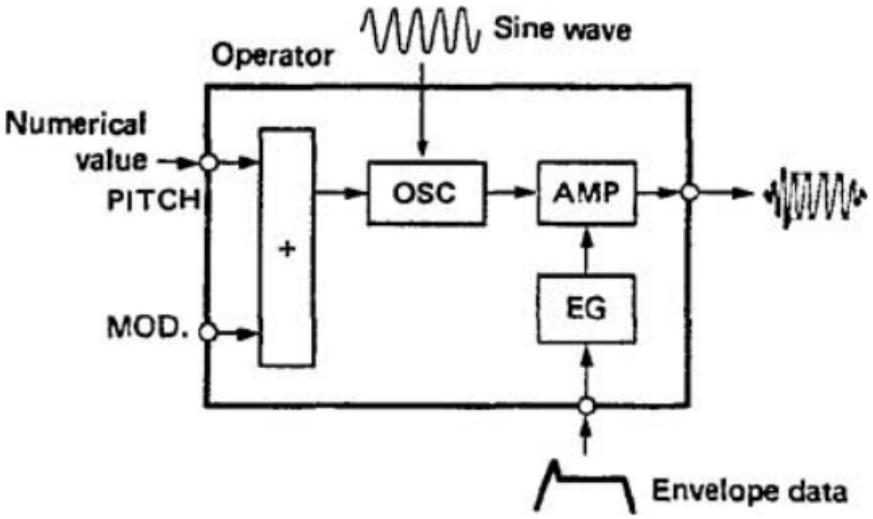


Рис. 1 Схема оператора

Системы из нескольких операторов S_{OPi} организованы в соответствии с алгоритмом коммутации, который определяет результат синтеза. Модель алгоритма можно представить в виде квадратной матрицы *X (n x n)*

$$X = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}, \qquad (2)$$

где n – количество операторов в системе

a_{ij} – уровень модуляции несущей частоты оператора j сигналом оператора i.

$$S_{FM}(t) = \sum_{j=1}^{n} A_j\,(t) \sin\left(\omega_j(t)t + \sum_{i=1}^{n} a_{ij}\, S_i(t))\right) \qquad (3)$$

В виду того, что алгоритм коммутации определяет связи между операторами, модулирующая функция $S_i(t)$ может представлять собой:

– произвольный сигнал или сумму нескольких произвольных сигналов;

– результат обратной связи (самомодуляция);

– сигнал с частотной модуляцией, модулирующий сигнал которого так же может являться частотно-модулированным сигналом.

Стоит отметить, что не всегда формой модулирующего и модулируемого сигнала является гармоническим сигналом.

Рисунок 2 демонстрирует 32 алгоритма создания частотно-модулированного сигнала, реализованных в 6-операторном синтезаторе *Yamaha DX7* [3]. Выходной сигнал каждого алгоритма определяется суммой выходных сигналов операторов, расположенных в первом нижнем ряду. Операторы, расположенные выше первого ряда, являются модулирующими и их выходные сигналы не присутствуют в спектре выходного сигнала.

Некоторые программные реализации FM-синтеза (NI FM8, Image-Line Sytrus, LoftSoft FMHeaven, Oxe FM Synth) имеют произвольное количество алгоритмов при фиксированном числе операторов.

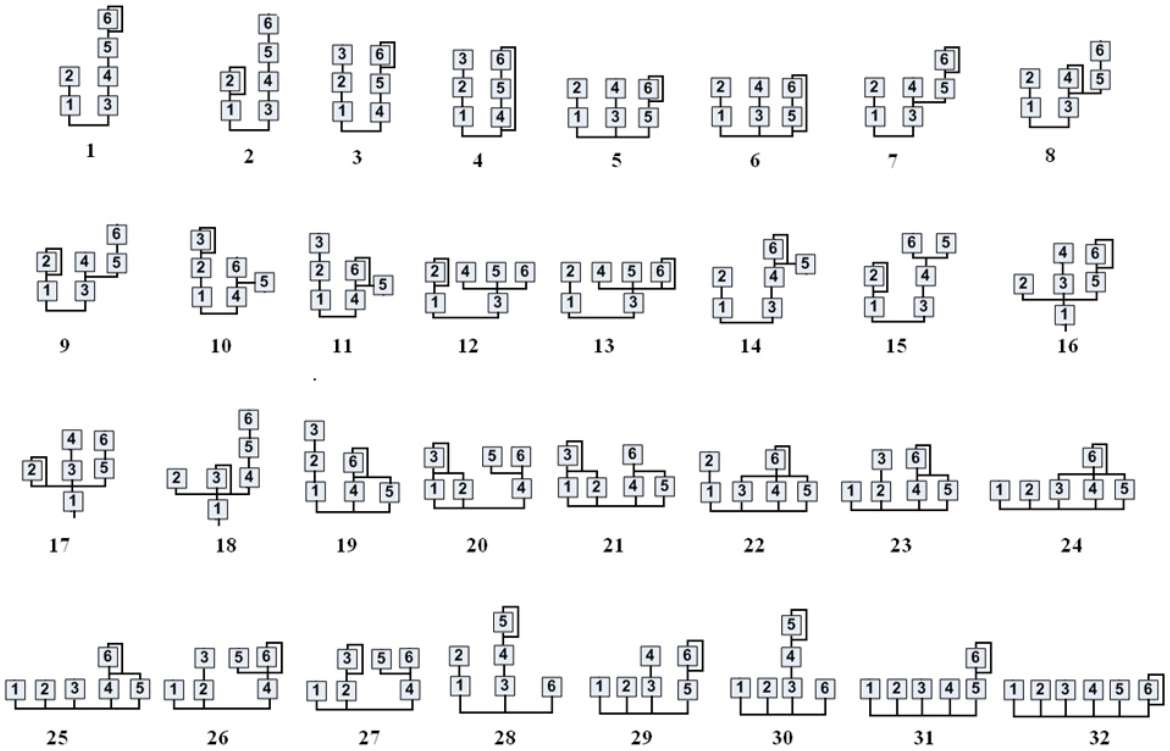


Рис. 2 Список алгоритмов в *Yamaha DX7*

В существующих системах синтеза звука на основе частотной модуляции [4], как правило, частоты операторов задаются через отношение:

$$R_i = \frac{\omega_i}{\omega_0}\ , \qquad (4)$$

где ω_i – частота *i*–го оператора,

ω_0 – частота, соответствующая активной ноте или MIDI-сообщению типа Note On.

$$S_{FM}(t) = \sum_{j=1}^{n} A_j\,(t)\sin\left(R_j \cdot \omega_j(t)t + \sum_{i=1}^{n} a_{ij}\,S_i(t)\right), \qquad (5)$$

где $A_j(t)$ – амплитудная огибающая j-ого опреатора;

R_j – отношение между частотой *j*-ого оператора и частотой *i*-ого оператора (или частотой модулирующей функции);

a_{ij} – уровень модуляции несущей частоты оператора *j* сигналом оператора *i*;

$S_i(t)$ – модулирующая функция *i*-ого оператора.

Заключение

Существующие математические модели, описывающие FM-синтез в радиотехническом смысле, не подходят для описания сложного звукового FM-синтеза, в связи с более сложными схемами формирования выходного сигнала. Соответственно, имеющиеся материалы могут быть положены в основу программной реализации сложного FM-синтеза. В дальнейшем предполагается классификация звуков системы поддержки решений для управления FM-синтезом и разработка программной эмуляции на базе языка Csound. Также

необходимо будет выполнить проверку работоспособности системы поддержки на контрольной группе пользователей (специалистах в области звукового дизайна).

Список используемых источников

1. Chowning, J. FM Theory & Applications by musicians for musicians / J. Chowning, D. Briston // Yamaha Music Foundation, 1986. - 194 p.
2. Roads, C. The Computer Music Tutorial / C. Roads. – Boston : MIT Press, 1996. – 1234 p.
3. Yamaha/ Authorized product manual/ DX7/ Digital programmable algorithm synthesizer/ Yamaha Music Foundation, 1999. – 72 p
4. Рогозинский, Г. Г. Метод моделирования синтезаторов звуковых сигналов / Н. В. Горячев, Г. Г. Рогозинский // Труды учебных заведений связи. – 2019. – т. 5, № 1. – С. 25–30.

УДК 621.397.13
ГРНТИ 47.51.35

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ЦИФРОВЫХ МУЛЬТИПЛЕКСОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

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

В настоящее время Россия перешла на цифровое вещание в стандарте DVB-T2. Для качественного вещания необходимо организовать систему контроля и мониторинга всего радио-теле передающего центра. В данной работе рассматривается организация системы контроля и мониторинга центра формирования мультиплекса при помощи оборудования Nevion TNS4200.

центр формирования мультиплекса, транспортный поток, сигнал, анализ, анализатор транспортных потоков.

В 2019 году в России прошел последний этап перехода к цифровому телевещанию в стандарте DVB-T2. Новый стандарт телевещания позволил значительно повысить качество передаваемого контента, более эффективно использовать частотный ресурс. Для вещания в «новом» стандарте потребовался совершенно иной подход к построению системы вещания, а как следствие и построение совершенно новых систем мониторинга [1]. В данной работе будет рассматриваться часть системы контроля и мониторинга, предназначенной для центра формирования мультиплекса, на примере оборудования филиала РТРС «Саратовский ОРТПЦ».

Центр формирования мультиплекса это комплекс оборудования, который предназначается для формирования цифровых пакетов телевизионных и радиопрограмм (мультиплексов), необходимых для организации эфирного вещания. Основными задачами ЦФМ являются:

- Организация приема по спутниковым каналам связи пакета федеральных мультиплексов;
- адаптация мультиплекса по времени для передачи программ в соответствии с сеткой вещания, привычной для абонентов Саратовской области;
- формирование регионального пакета программ;
- вставки в федеральные программы сигналов ГО и ЧС, а также местной рекламы;
- ввод дополнительной информации EPG;

Очевидно, что за столь сложным комплексом должна быть организована система мониторинга, для ее организации необходимо четкое представление обо всех процессах преобразования исходного сигнала. Схема регионального ЦФМ представлена на рисунке 1.

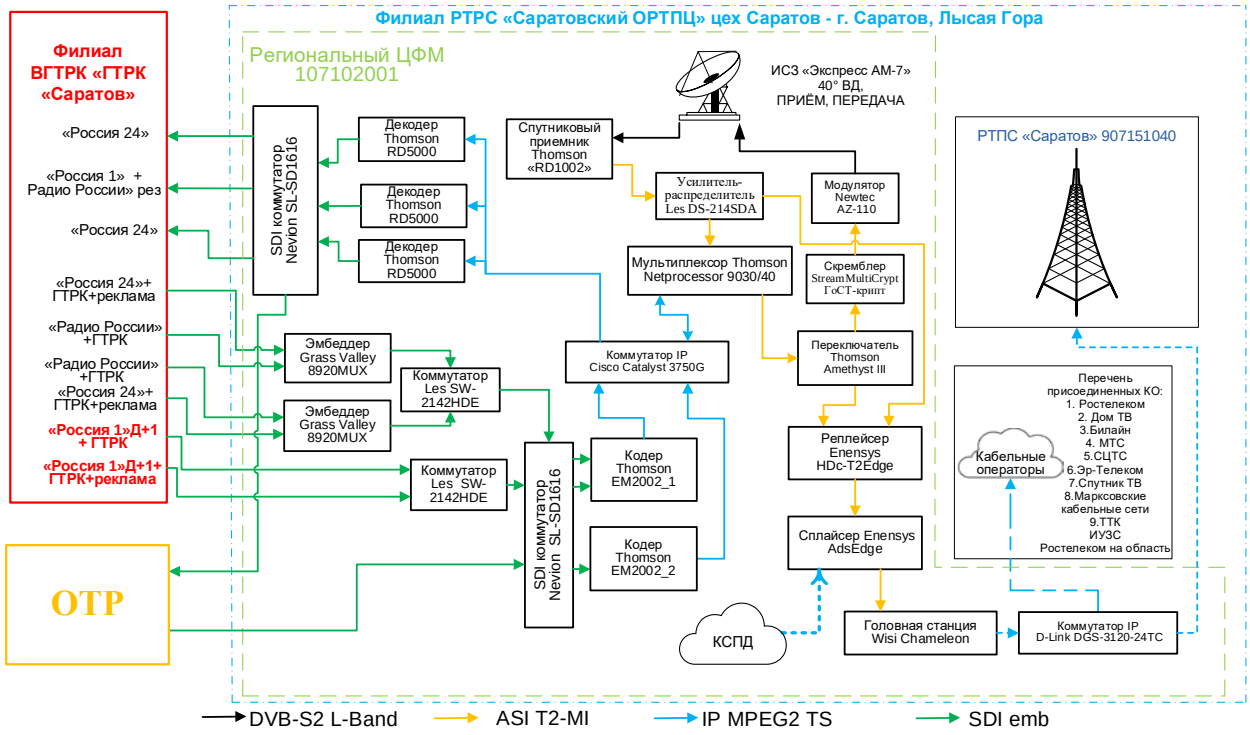


Рис. 1 Схема формирования региональных телерадиоканалов в г. Саратов

Учитывая особенности филиала и анализируя схему построения тракта вещания цеха Саратова, можно определить несколько наиболее важных мест, которые требуют постоянного контроля. Основным является контроль принимаемой федеральной версии потока — сигнала, выходящего с приемника Thomson RD1002. Данный сигнал можно назвать «отправной точкой» служащим для анализа дальнейших потоков. Невозможно сделать выводы о работе оборудования, не зная всех параметров входного сигнала.

Наиболее важно контролировать региональный поток, который будет вещаться на спутник, поскольку в дальнейшем он будет использоваться на всех удаленных объектах области для регионализации эфира. Данный сигнал логично получать на выходе мультиплексора Thomson Netprocessor 9030. Для корректной замены федеральной версии потока на удаленных объектах поток должен содержать в себе сервисы и информационные таблицы, выходящие не реже определённого интервала. Особенностью данного потока, является то, что он содержит только один канал PLP-1, а PLP-0 не предается. Особенностью филиала является схема прохождения телеканала «Россия-1», это единственный сервис, который ГТРК получает напрямую по оптической линии связи от «центральной» студии, а не от РТРС. Обеспечив контроль в данном узле филиал может уберечь себя от сбоев работы оборудования ГТРК, вовремя перейдя на резервные каналы связи.

Поскольку ЦФМ служит еще и источником сигнала для кабельных операторов и самого ОРТПЦ, то нужно производить мониторинг выходного, регионализированного потока. Подключение должно быть выполнено на выходе головной станции Wisi Chameleon. Особенностью сигнала в этой точке является то, что он прошел через наибольшее число преобразований, и большее число оборудова-

ния, которое могло внести определенные ошибки. Поток в данной точке сможет наиболее полно отобразить состояние всего ЦФМ. Пользуясь стандартом ETSI TR 101 290 можно наиболее точно оценить качество потока [3].

Произведя анализ парка анализаторов потоков, можно выделить Nevion TNS4200, представленный на рисунке 2. Данное устройство позволяет произвести подключение одновременно нескольких точек для анализа и мониторинга в реальном времени, позволяет гибко настраивать пороги срабатывания ошибок, способно читать и декодировать информационные таблицы [4].

Рис. 2 Внешний вид измерительного анализатора Nevion TNS4200

Рис. 3 Страница текущего статуса TNS4200

Рис. 4 Страница статуса Сервисов

Nevion TNS-4200 имеет веб интерфейс GUI, представленный на рисунках 3 и 4, который позволяет контролировать не только выбранный вход, но и все сервисы и производить их глубокий анализ.

Ключевой особенностью данного устройства является его универсальность, возможность работы с различными потоками, широкий спектр анализа потоков.

Предложенный вариант организации системы мониторинга позволяет своевременно выявлять и устранять ошибки, возникающие во время передачи информации, гарантируя доставку контента пользователям в отличном качестве, что и является ключевой задачей ЦФМ.

Список используемых источников

1 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.

2 ETSI TS 102 773 V1.3.1 (2012-01) «Digital Video Broadcasting (DVB). Modulator Interface (T2-MI) for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)»;

3 Зубарев Ю. Б. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы [Текст] / Ю. Б. Зубарев, М. И. Кривошеев, И. Н. Красносельский. – Москва: НИИР, 2001. – 586 с.

4 Руководство пользователя TNS4200 Media Monitoring Probe, Редакция: 1.6.0 (4925), 2015-12-16.

УДК 621.397.29
ГРНТИ 47.51.39

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИЕМНИКА ENENSYS REFEREE 2

М. В. Романова, С. Л. Фёдоров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Современный мир находится на стадии полного перехода к цифровым системам связи, что влечет за собой колоссальные изменения всей концепции передачи и приема информации. Данный прорыв не обошел стороной и такую сферу связи, как телевидение. В рамках темы данной статьи будут отражены возможности анализа и контроля цифровой телевизионной информации с помощью приемного оборудования Enensys Referee 2. Такой подход позволит получить общую картину о структуре цифрового телевизионного сигнала, а конкретно, о совокупности аудио, видео и дополнительных данных, иначе называемых транспортным потоком, а также о возможных неблаготворных влияниях на этот сигнал и обо всей необходимой сервисной информации, которую должен сочетать в себе рассматриваемый транспортный поток.

стандарт DVB-T2, Enensys Referee 2, транспортный поток, ВЧ параметры, мультиплекс, таблицы сервисной информации.

Передача цифрового телерадиовещания происходит от передающей телевизионной станции, состоящей из необходимого оборудования, до приемников потребителей телевидения. Стандарт DVB-T2 позволил, как минимум на 30%, увеличить емкость сетей ЦТВ по сравнению с предыдущими стандартами вещания DVB [1]. Соответственно, второе поколение наземного эфирного стандарта гораздо усложняется, что требует постоянного контроля качественных параметров транспортного потока цифрового телевидения с помощью измерительного оборудования.

Referee 2 – это измерительный приемник стандарта DVB-T2, имеющий возможность принимать, записывать и анализировать сигналы стандарта DVB-T2 в режимах: Single-PLP и Multi-PLP в режиме реального времени.

С целью расширенного анализа, в программном обеспечении используется такая программная опция, как RF Scope plug-in, включающая в себя отдельный экран сбора и отображения ВЧ параметров в режиме реального времени (сигнальное созвездие, эхо-сигналов, уровень сигнала, отношение сигнал/помеха (SNR), битовые ошибки (BER) и модуляционные ошибки (MER)).

Ещё одна программная возможность приемника – TS Analyzer plug-in, позволяющая анализировать содержимое транспортного потока одного из выбранных PLP. В данном случае наблюдается отображение принимаемых таблиц сервисной информации (PSI). Также есть возможность контроля ошибок ETR290 по приоритетам (1, 2 и 3), контроля скорости потока (как всего потока, так и отдельного сервиса) [2]. Внешний вид приемника представлен на рис.1.

Рис. 1. Внешний вид приемника Enensys Referee 2

В ходе выполнения практической части был принят сигнал первого мультиплекса с помощью приёмной антенны, которая подсоединялась к Referee II, и проанализированы параметры транспортного потока посредством программного обеспечения «DiviSuite 18.4». Анализатор настроен на частоту 586 МГц. Именно на этой частоте вещается сигнал первого мультиплекса на территории Санкт-Петербурга.

Итак, с помощью дециметровой антенны, было принято два канала физического уровня (PLP 0 и PLP 1). Наиболее ёмким по количеству сервисов является PLP 0, поэтому далее будет рассмотрен транспортный поток именно этого канала. Первый (PLP 0) канал физического уровня содержит 10 сервисов, а именно, 8 телевизионных каналов и 2 радиоканала. Каждый принимаемый сервис имеет свой SID (идентификатор сервисной информации), тип сервиса, имя поставщика (в данном случае «РТРС»), наличие/отсутствие скремблирования.

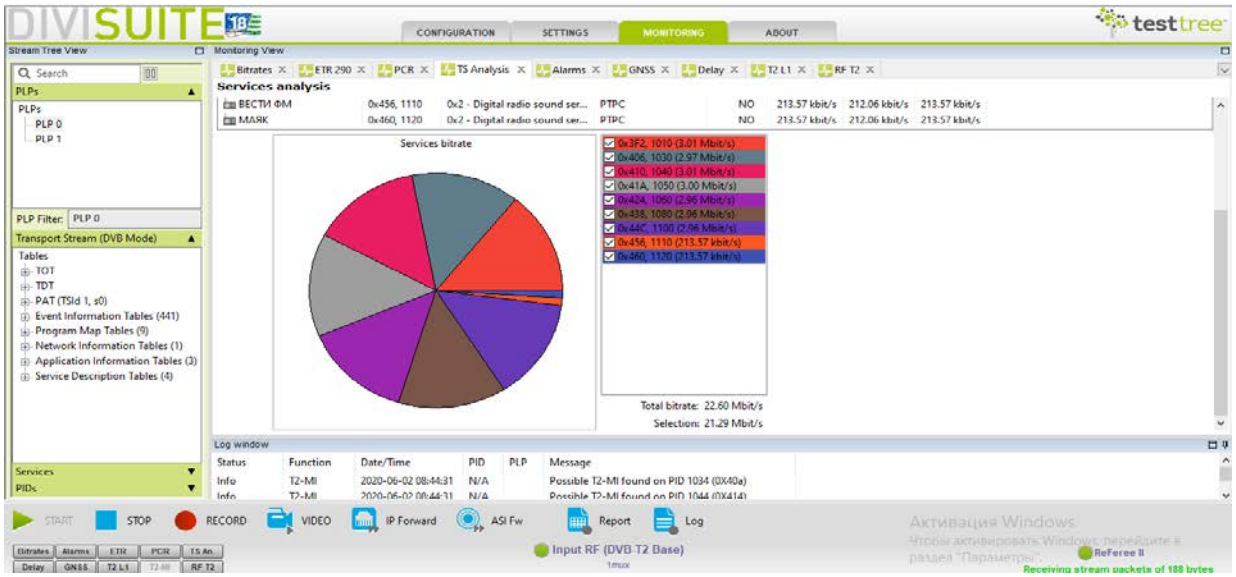


Рис. 2. Анализ сервисной информации

На отображаемой диаграмме на рисунке 2 заметно, что видео сервисы, как правило, имеют большую скорость потока (2-3 Мбит/с) по сравнению с аудио (примерно 215 кбит/с).

Также, в левой части рисунка 2 изображены принимаемые таблицы сервисной информации, в данном случае, это таблицы TOT, TDT, PAT, EIT, PMT, SDT, AIT и NIT.

То есть, в составе транспортного потока передаются данные сервисной информации SI [3], описывающие систему доставки, содержание и расписание вещаемых потоков данных в мультиплексах, которые доступны пользователю в точке приема. Все эти таблицы отвечают за различные функции.

Также в DiviSuite имеется возможность отображения параметров непосредственно радиочастотного сигнала (RF Scope). RF Scope - плагин для мониторинга радиочастотных сигналов. Реализует функции мониторинга качества радиочастотных сигналов в режиме реального времени, контролирует параметры входящих радиочастотных сигналов [4]:

- Состояние демодуляции;
- Уровень сигнала, SNR (отношение сигнал/шум), MER (интенсивность ошибок модуляции);
- Импульсная характеристика (эхо-сигналы);
- Интенсивности битовых ошибок: итерация по алгоритму LDPC и интенсивность битовых ошибок BCH в DVB-T2;
- Диаграмма реализуемых состояний сигналов;
- Параметры модуляции: сигнализация на уровне L1 в DVB-T2 (параметры модуляции PLP).

На рисунке 3 иллюстрируется отображение сигнального созвездия принимаемого PLP (64-QAM) и показатели уровня сигнала (Signal Level), отношения сигнал/шум (SNR) и модуляционных ошибок (MER).

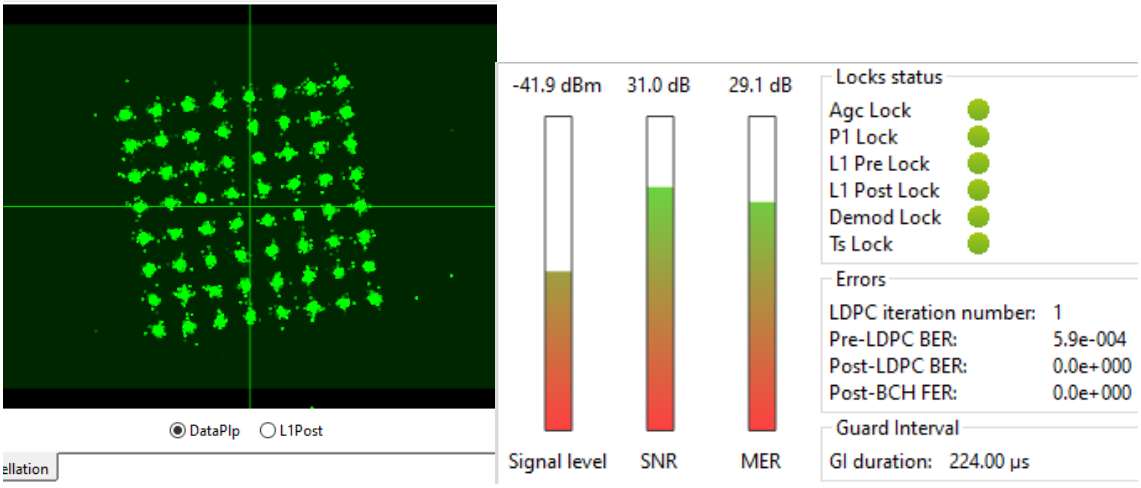


Рис. 3. Мониторинг радиочастотных сигналов RF-Scope

Как нетрудно заметить, показатели данных параметров неидеальны, но обеспечивают достаточный (для приема с эфира) прием с допустимыми уровнями этих параметров.

В интерфейсе данного программного обеспечения содержится окно ошибок принимаемого транспортного потока, изображенное на рисунке 4.

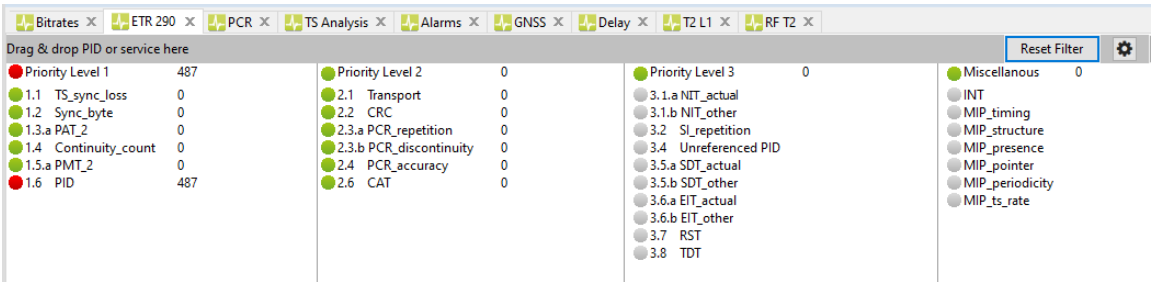


Рис. 4. Окно ошибок принимаемого потока ETR290

Эти ошибки определены стандартом ETSI TR101290 и подразделяются на несколько приоритетов.

Ошибки первого приоритета (Priority Level 1) являются наиболее значимыми, так как при их возникновении декодирование сигнала абонентскими бытовыми приставками практически невозможно. В транспортном потоке могут возникнуть следующие ошибки первого приоритета [5]:

- Потеря цикловой синхронизации (TS sync loss);
- Отсутствие корректного байта синхронизации (Sync byte error);
- Отсутствие таблицы ассоциации программ (PAT error);
- Некорректная последовательность пакетов (Continuity count error);
- Отсутствие разделов таблицы структуры программ (PMT error);
- Отсутствие указанного в таблице PMT PID-а (PID error).

Итак, принимая первый мультиплекс при помощи приёмной антенны, возникла лишь одна ошибка первого приоритета (PID error). Данная ошибка возникает, если указанный PID не появляется в потоке в течение определенного количества времени. Получается, что PID есть, а информация за это время не проходит. Какие именно данные не успели передаться можно понять по номеру PID (его номер однозначно определяет какие данные в нем передаются). Как видно на рисунке 4, количество ошибок PID error составляет 487. То есть, прибор позволяет провалиться в уровень ошибок, а также позволяет посмотреть, чем данные ошибки вызваны. Ошибки PID error не являются критичными, они не влияют на качество предоставляемой услуги. Просмотреть каждый номер PID занимает слишком много времени. Поэтому, используя субъективный метод оценки качества, можно убедиться, что аудиовизуальный сигнал не содержит каких-либо потерь, значит можно утверждать, что произошла потеря PID каких-либо дополнительных данных (телетекста и т.п.).

В заключении хочется отметить, что в статье затронута актуальная тематика, поскольку в России происходит развитие цифровых стандартов вещания, соответственно усложняются системы, что требует постоянного контроля качественных параметров транспортного потока телевизионного сигнала. Выполнив все необходимые практические операции, можно сделать вывод, что измерительный приемник Enensys Referee II является универсальным устройством для

анализа вещаемых потоков телевизионных сигналов. Ключевой особенностью данного приемника является наглядное отображение всех параметров транспортного потока и их описания. Всё это позволяет вести контроль всей необходимой информации, содержащейся в цифровом потоке аудио и видеосигналов. Также, Referee II может совершать приём сигналов с различных сред распространения, что даёт еще больше возможностей для анализа и контроля качественных параметров.

Список используемых источников

1. Уэллс Н., Нокс К. DVB-T2: Новый стандарт вещания для телевидения высокой четкости // ТЕЛЕ-Спутник. – 2008. - №11. – с. 92-97.
2. ReFeree II. Измерительный приемник DVB-T/T2. - http://www.enensystest.ru - (20.05.2019);
3. ГОСТ Р 55697-2013. «Телевидение вещательное цифровое. Сервисная информация. Общие технические требования». – Введ. 2014-09-01 - М.: Стандартинформ, 2013.
4. Описание типа средства измерений «Приемники измерительные ENENSYS Referee T2» - http://www.kip-guide.ru
5. Дворкович В.П., Дворкович А.В. Метрологическое обеспечение видеоинформационных систем. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015, - 784 с.: ил. ISBN 978-5-94836-419-3.

УДК 654.197.6
ГРНТИ 49.29.01

ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ НА МОРСКОМ СУДНЕ

А. И. Цветкова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
АО «НИИ Телевидения», СПб

На сегодняшний день большая часть судов так или иначе использует спутниковый канал связи для тех или иных целей. Спутниковые системы приема и передачи данных являются сложной совокупностью программного обеспечения и оборудования. В данной статье рассматриваются особенности приема телевизионных программ на морском судне.

спутниковая связь, спутниковая антенна, качка

В настоящее время во все сферы жизни современного общества происходит активное внедрение цифровых технологий, в том числе телевидения — одного из основных способов получения информации и развлекательного контента. Эта тенденция не обошла стороной и морские суда.

Поскольку суда находятся в условиях открытого моря, единственным надежным способом получения информации становится спутниковый канал связи. На современных судах он может выполнять несколько функций: получение сводок с информацией о текущих и ожидаемых метеорологических условиях, пеленгация судна, спутниковая телефония, спутниковый компас, прием спутникового телевидения и Интернета.

Практически все антенны, использующиеся в корабельных системах спутниковой связи, работают в C- (3,4…7 ГГц) и Ku- (10,7…18 ГГц) диапазонах частот. Эти два диапазона используются для передачи спутникового телевидения: европейские спутники вещают преимущественно в Ku-диапазоне, а российские – в обоих.

Основная сложность приема в данном случае связана с тем, что положение судна в пространстве постоянно меняется. Кроме того, постоянно присутствуют бортовая и продольная качка, что не дает возможности фиксированного наведения спутниковой антенны и удержания главного лепестка диаграммы направленности передающей антенны спутника.

Общая схема организации такого вида связи представлена далее на рисунке 1.

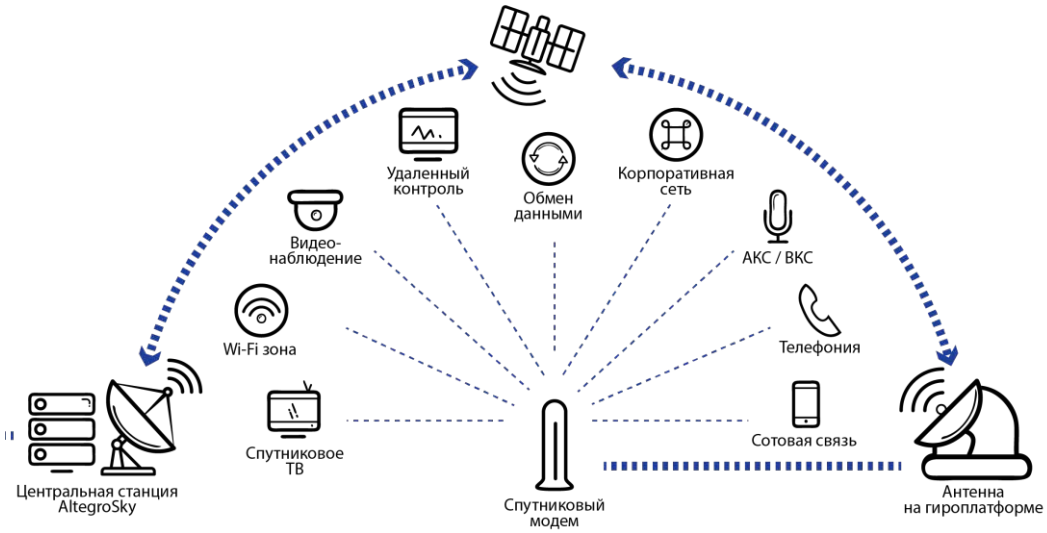


Рис. 1. Общая схема организации космической связи с судном

Так, для решения технической задачи по стабильному приему спутниковых сигналов необходимо осуществить подбор соответствующего оборудования. Стоит отметить, что к оборудованию, работающему в условиях открытого моря, предъявляется ряд требований, которым оно должно удовлетворять, т.к. условия эксплуатации данного оборудования являются нестандартными: высокая влажность воздуха, возможные резкие перепады температур, соляной туман.

О направленных свойствах спутниковой антенны наиболее полное представление дает диаграмма направленности (ДН). Это график, показывающий зависимость усиления антенны от направления излучения. Ширина главного лепестка ДН напрямую зависит от коэффициента усиления антенны (КУ).

Коэффициент усиления (КУ), или коэффициент направленного действия (КНД) — величина, показывающая, во сколько раз мощность полезного сигнала на выходе антенны больше мощности того же сигнала при приеме на ненаправленную антенну. Для судовой спутниковой антенны КУ может быть рассчитан по формуле:

$$G = k\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2,$$

где G — коэффициент усиления, k — коэффициент использования поверхности антенны, D — диаметр антенны, λ – длина волны [1].

Для судовых спутниковых антенн, линейные размеры которых обычно не превышают двух метров, КУ достигает довольно больших величин, что приводит к существенному сужению главного лепестка ДН антенны. Такое сужение приводит к необходимости снабжать антенну системой слежения, в том числе и при приеме сигналов с геостационарного спутника [2].

Ширина главного лепестка ДН спутниковой антенны на уровне половинного усиления (на уровне минус 3 дБ) — это угол вокруг электрической оси ан-

тенны, в пределах которого усиление антенны не меньше, чем половина максимального. На практике это означает, что, если повернуть антенну, направленную точно на спутник, на половину этого угла, уровень сигнала уменьшится вдвое. Ширина диаграммы направленности рассчитывается по формуле:

$$\Delta\varphi_{0,5} = \frac{70\lambda}{D},$$

где D — диаметр антенны, λ – длина волны.

Видно, что для различных длин волн коэффициент усиления антенны и ширина ДН будут разными. Это следует учитывать при выборе оборудования, т.к. более узкая ДН требует более точной настройки на спутник.

Как говорилось выше, основная сложность приема спутникового сигнала — качка судна. Это колебательные движения, которые судно совершает около положения его равновесия. Различают три вида качки судов:

а) вертикальную — колебания в плоскости ватерлинии в виде периодических поступательных перемещений;

б) бортовую — колебания в плоскости шпангоутов (поперечных ребер корпуса судна) в виде угловых перемещений;

в) килевую — колебания судна в диаметральной плоскости также в виде угловых перемещений [3].

Иллюстрация этих видов качки приведена на рисунках 2 и 3.

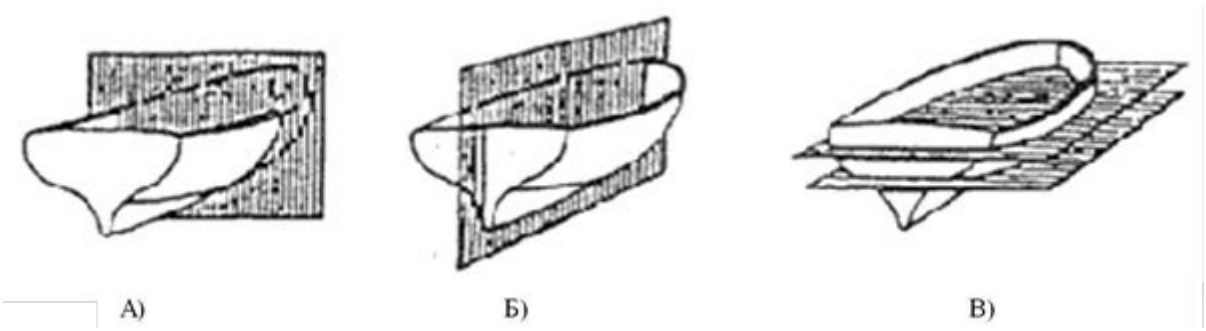


Рис. 2. Плоскости колебания судна: а) плоскость шпангоутов;
б) диаметральная плоскость; в) плоскости ватерлинии

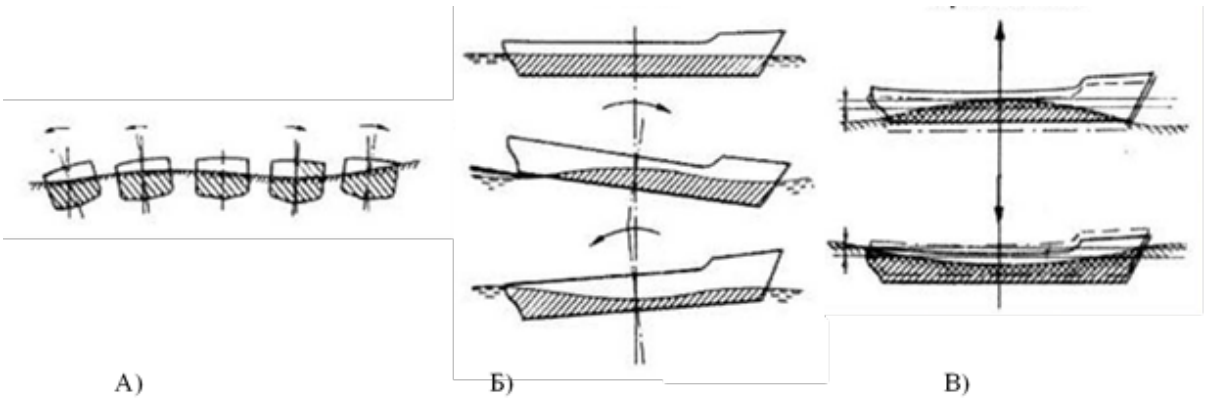


Рис. 3. Виды качки: а) бортовая; б) килевая; в) вертикальная

При плавании судна на взволнованной поверхности воды часто все три вида качки возникают одновременно или в различных комбинациях. Существенное влияние на все виды качки судна оказывает направление его движения по отношению к бегу волны. Качка судна вредно отражается на его эксплуатационных и мореходных качествах.

Для борьбы с качкой применяется гиростабилизированная платформа антенного поста (ГПАП), которая обеспечивает точное наведение на спутник. За счет трехосевой гиростабилизированной платформы, антенна удерживает сигнал со спутника вне зависимости от положения судна в пространстве и наличия качки, а система амортизации платформы компенсирует собственные вибрации судна. Также за автоматическое перенаправление антенны, в том числе и с одного спутника на другой, отвечает программно-аппаратный комплекс ГПАП, в который установлено специализированное программное обеспечение (ПО), согласующееся со спутниковым компасом и индикатором наведения на спутник.

Поскольку условия эксплуатации судовых спутниковых антенн могут доходить до экстремальных, возникает необходимость в обеспечении их защитой от неблагоприятных условий окружающей среды: обледенение, осадки, град, повышенные ветровые нагрузки. При этом необходимо не ухудшить характеристики приемо-передачи нормального режима работы. Для решения данной проблемы используется радиопрозрачное укрытие [4].

Радиопрозрачное укрытие для спутниковой антенны конструктивно представляет собой осесимметричную незамкнутую сферу, полусферу, переходящую в цилиндрическую форму или каплеобразный купол. Состоит из композитных материалов и стеклопластика, что обеспечивает радиопрозрачность около 90% в рабочем диапазоне длин волн для условий штатной эксплуатации системы. Это укрытие используется не только в гражданском, но и в военном оборудовании, в частности, оно позволяет скрывать само зеркало антенны, что затрудняет визуально определить направление передаваемого или принимаемого сигнала.

Рассмотренные особенности радиоприема показывают разнообразие технических решений для реализации приема телевизионных программ на морском судне. В зависимости от назначения судна и целей использования спутниковой связи подбираются подходящие по параметрам антенны. Таким образом, выбор аппаратуры — компромисс между габаритами, характеристиками и стоимостью оборудования.

Список используемых источников

1. Наследов Д.Д., Васильев М.Г. Обоснование и расчет энергетических параметров систем спутниковой связи. 2301, 2306, 2307: Учебное пособие. – Санкт – Петербург 1992 – 70 с.

2. Фурсова Е.В. Антенны. М. : Фолио, 2009. 210 с.

3. Чайников К. Н. Общее устройство судов. Л. : Судостроение, 1971. 208 с.

4. Плахотниченко А.А., Тетерин М.А. Радиопрозрачное укрытие для антенн. Пат. 181718 Российская Федерация; заявитель и патентообладатель АО «Научно-производственное объединение «Лианозовский электромеханический завод». – №2018114532; заявл. 2018.04.19; опубл. 2018.07.26.

Секция 1.5.
Цифровая обработка сигналов

УДК 519.6
ГРНТИ 47.01

ОБЗОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ С НИЗКИМ И СВЕРХНИЗКИМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.

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

Данная работа посвящена рассмотрению элементной базы с низким и сверхнизким энергопотреблением, которая подходить для вычисления непрерывного вейвлет-преобразования. В статье приведены последние элементные базы со сверхнизким энергопотреблением и описано их основанные характеристики и по этим характеристикам была выбрана наиболее подходящая элементная база.

вейвлеты, непрерывное вейвлет-преобразование, низкое энергопотребление, сверхнизкое энергопотребление, микроконтроллеры и процессоры со сверхнизким энергопотреблением.

Исторически понятие «ondelettes» или «wavelets - вейвлеты» стало появляться чаще только в начале 1980-х годов. Эту новую концепцию можно рассматривать как синтез различных идей, происходящих из разных дисциплин, включая математику, физику и инженерию. В 1982 году Жан Морле, французский инженер-геофизик, открыл идею вейвлет-преобразования, предоставив новый математический инструмент для анализа сейсмических волн. [1]

Вейвлет-преобразование быстро набирает популярность и признание. С приложениями, варьирующимися от чистой математики до практически всех областей техники, от астрологии до экономики, от океанографии до сейсмологии, вейвлет-преобразования применяются даже в тех областях, где другие преобразовании не применялись.

Хотя математика для вейвлет-анализа существует уже около столетия, большинство её приложений для обработки сигналов, обнаружения признаков сжатия и для сжатии данных были разработаны за последние несколько десятилетий.

Вейвлет-анализ очень полезен для анализа физиологических систем, поскольку, в отличие от большинства классических подходов к анализу сигналов, он предоставляет средства для обнаружения и анализа нестационарности сигналов. [2, 3]

Вейвлет (от английского слова wavelet, что означает маленькая вольна или всплеск) это математическая функция, в котором решается проблема неопределённости Гейзенберга для частотно-временных сигналов, т.е. возможно анализировать и локализовать сигналы по времени и частоте, что дает возможность получения существенно больше информации о сигнале, помогает реализовать сжатие данных и также в удалении шумов из сигнала. Однако это част-

ное определение, в общем случае анализ сигнала производится в области вейвлет-коэффициентов: время, масштаб и уровень (time, scale and level). [4]

Непрерывное вейвлет преобразование (НВП или CWT) – это вейвлет преобразование, обеспечивающее полное представление о сигнале, при котором параметры вейвлета меняются непрерывно. [4]

Непрерывное вейвлет-преобразование широко применяются в цифровой обработке сигналов, и формула 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: Ψ(t)- вейвлет-функция, a- коэффициент масштабирования, b- сдвиг по времени. [5]

Низкое и сверхнизкое энергопотребление

Сверхнизкое энергопотребление в последнее время стало одной из основных целей не только каждой компании разработчика электроники, но и почти каждого схемотехника, дизайнера и даже любителя инженерии. Это позволяет нам не только экономить энергию, но и дает возможность уменьшить габариты, что в свою очередь уменьшает вес и также снижает стоимость, что даёт возможность всем приобрести требуемое оборудование.

Большой интерес к снижению энергопотребления проявляет медицина, так как чем меньше габариты устройства и чем оно дешевле, тем легче возможности приобретения приборов для слежения за состоянием пациента, особенно в тех местах, где требуются много времени транспортирования больного до больницы. [6]

Проведенный обзор показал, что НВП может быть реализован на следующей элементной базе, представленной на таблице1.

Рассмотренные в таблице микроэлектронные компоненты оптимальны для реализации вейвлет-анализа с точки зрения минимального энергопотребления, тактовой частоты, объёма ПЗУ, ОЗУ и времени вычисления.

Особый интерес представляет микросхема **stm32f103c8t6.** Это вызвано её популярностью, доступностью программы для её программирования, а также из-за наличия макетных плат для проверки расчетов реализации устройств и по низкой цене.

Далее рассмотрим микросхему **stm32f103c8t6** более подробно:

Таблица1.Элементная база сверхнизкого энергопотребления и её характеристики [7-13]

Характеристики / Элемент	Тактовая частота	Объём ОЗУ	Объём ПЗУ	Энергопотребление
Apollo 4	до 192 МГц	1 ,8 Мб	512 Кб	Диапазон напряжений питания:1,71-2,2 В Ток потребления в активном режиме при включенном регуляторе: от 34 мкА/ МГц (3,3 В); Ток потребления в активном режиме при выключенном регуляторе: от 79 мкА/ МГц (3,3 В); Ток потребления в спящем режиме: от 57 мкА (3,3 В); Ток потребления в режиме глубокого сна: от 143 нА (3,3 В) 3 мкА/МГц
RE01	64 МГц	1 28 Кб	до 256 Кб	Диапазон напряжений питания :1,62-3,6 В. В активном режиме потребляемый ток составляет 25 мкА в расчете на 1 МГц таковой частоты, а в режиме ожидания — 400 нА.
VC7300	до 39.3126 МГц	128 Кб	512/1024 Кб	Рабочее напряжение: 2.0В до 3.6В Режим приема: 18 мА Режим передачи: 45 мА при + 13 дБм, 110 мА при + 20 дБм Режим сна: VC7300A: 2,5 мкА VC7300B: 9 мкА ~ 10 мкА Режим глубокого сна: менее 1,1 мкА
MSP430F2252IRHAT	16 МГц	512 Кб	16 Кб	Диапазон низкого напряжения питания: от 1,8 до 3,6 В Сверхнизкое энергопотребление: Активный режим: 270 мкА при 1 МГц, 2,2 В Режим ожидания: 0,7 мкА Выключенный режим (сохранение ОЗУ): 0,1 мкА
ESP32-S2 SoC	до 240 МГц		128 Кб	Диапазон напряжений питания: в режиме сна (менее 5 мкА)
EFR32BG22	до 76.8 МГц	32 Кб	до 512 Кб	Диапазон напряжений питания: 1.71 В ... 3.8 В Передача: 3.5 мА при 0 дБм 7.8 мА при 6 дБм Ток потребления в режиме приема: 2.6 мА Ток потребления в режиме глубокого сна: 1.05 мкА
stm32f103c8t6	72 МГц	20 Кб	64/128 Кб	Диапазон напряжений питания: 2…3.6 в Ток потребления до 50 мА

Принципиальная схема STM32F103C8T6 показана на рис. 1. [13]

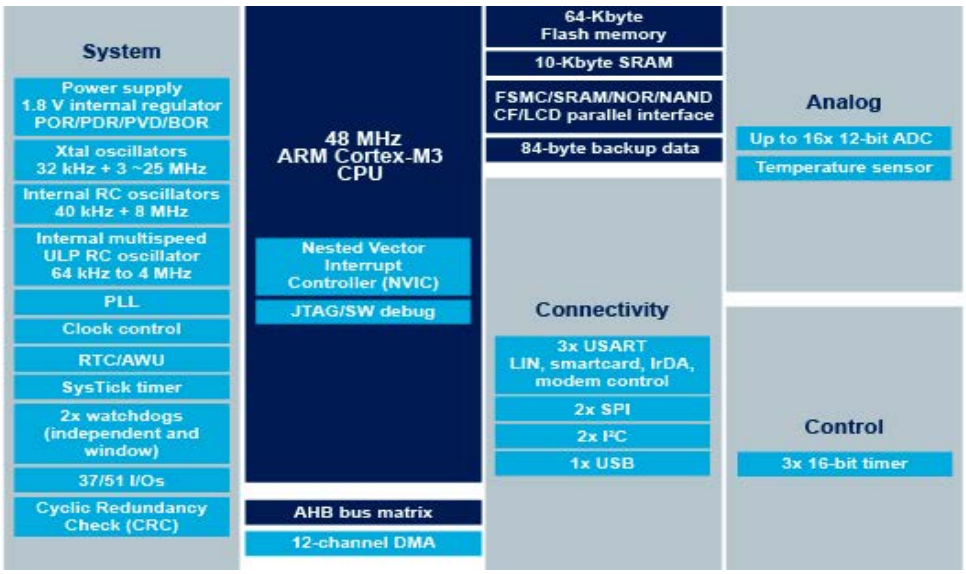


Рис.1. Принципиальная схема STM32F103C8T6

Микросхема STM32F103C8T6 представляет из себя 32 разрядный микроконтроллер (МК), имеющий тактовую частоту 72 МГц, память программирования от 64 до 128 Кб и оперативную память 20 Кб.

МК имеет 73 вывода.

Плата МК питается от напряжения 5В через USB-порт, а собственно микроконтроллер питается от 2,3 до 3,6В, а по току при максимальной тактовой частоте(72МГц) потребляет около 50мА, а при 8МГц потребление составляет 9мА при включении всех периферийных устройств, а при их выключении потребление почти вдвое меньше.

Отладочная плата, основанная на микроконтроллере STM32F103C8T6 на базе ядра Cortex-M3 или как его называю Blue pill, то есть синяя пилюля или синяя таблетка, так её называют из-за её размера, аналогично Arduino, но STM32 превосходит Arduino в производительности, разрядности ,тактовой частоте, объеме памяти и др. Кроме того, STM32 выполняет сложные задачи, которые не может выполнить Arduino либо их сложнее выполнить при одинаковой аппаратной реализации.

STM32 можно программировать, используя тот же язык, что и для Arduino. [14]

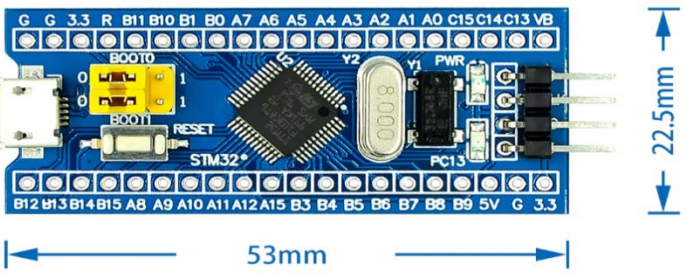


Рис. 2. Отладочная плата, основанная на микроконтроллере STM32F103C8T6 на базе ядра Cortex-M3 (Blue pill, то есть синяя пилюля или синяя таблетка).

Заключение

Рассмотрев элементную базу, представленную на рынке, можно сделать вывод что наибольший интерес с точки зрения простоты конструкции, низкой стоимости, тактовой частоты, объёма ОЗУ и ПЗУ представляет микроконтроллер STM32.

STM32F103xx включает в себя шесть разные устройств по типу корпуса и имеет от 36 до 100 контактов и в зависимости от выбранного исполнения в состав микроконтроллера входят разные наборы периферийных устройств.

В дальнейшем будут проводиться исследования по реализации НВП на отладочной плате STM32F103C8T6 на данном микроконтроллере.

Список используемых источников

1.Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразования, 2003.

2.Дьяконов В. П. Вейвлеты. От теории к практике, 2010**.**

3.Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов, 2005

4. Вейвлет // Википедия. [2020]. Дата обновления: 01.11.2020. URL: https://ru.wikipedia.org/?curid=22635&oldid=110242957 (дата обращения: 01.11.2020).

5.Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для цифровой обработки сигналов, 2007.

6.низкое энергопотребление [Электронный ресурс],https://kit-e.ru/bez-rubriki/nizkoe-energopotreblenie-nizkaya-czena-mikrokontrollery-stmicroelectronics-dlya-ustrojstv-s-batarejnym-pitaniem-2/

7.Официальный сайт компании Ambiq. [Электронный ресурс], https://ambiq.com/

8.Официальный сайт компании Renesas Electronics. [Электронный сурс], https://www.renesas.com/eu/en/

9.[Электронный ресурс], https://www.auds.ru/vertexcom-vc7300/

10. Официальный сайт компании Texas Instruments. [Электронный сурс], https://www.ti.com/

11. Официальный сайт компании Espressif. [Электронный сурс], https://www.espressif.com/

12. Официальный сайт компании Silicon Labs. [Электронный сурс], https://www.silabs.com/

13. Официальный сайт компании ST Microelectronics. [Электронный сурс], https://www.st.com/

14. Уроки STM32 [Электронный ресурс], http://mypractic.ru/uroki-stm32

УДК 004.421
ГРНТИ 50.41.25

О ПРИМЕНЕНИИ ВЕЙВЛЕТ-НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ

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

В статье рассматривается одна из основных развивающихся областей – область цифровой обработки сигналов. При решении проблем в данной области используются различные методы обработки сигналов. На сегодняшний день наиболее актуальным таким методом является вейвлет-нейронная сеть. Такая сеть объединяет в себе вейвлет-преобразование и нейронную сеть. В основном применяется в задачах аппроксимации, оптимизации, классификации. Также в статье описаны главные аспекты вейвлет-нейронных сетей, ее структура, подходы к созданию, процесс обучения и главные достоинства и недостатки.

вейвлет-нейронная сеть, функция активации, вейвлет, нейронная сеть, обработка сигналов.

Актуальной проблемной областью на сегодняшний день является область цифровой обработки сигналов. С развитием компьютерных технологий и их доступностью стало возможным выполнять обработку сигналов, автоматизируя сам этап записи и обработки сигналов.

Почти все области имеют свой собственный алгоритм действий, но удается извлечь только лежащую на поверхности информацию, упуская большинство особенностей измеряемого сигнала. Примером такой обработки сигналов является работа с физиологическими сигналами (электрокардиограммы и электроэнцефалограммы). Особенности измеряемого сигнала, которые характеризуют различные физиологические состояния человека, давно уже имеют строгие описания характерных признаков. Однако для получения достоверной информации необходимо участие опытного врача. Также не всю информацию можно извлечь из наблюдаемых сигналов. Например, в электроэнцефалографии некоторые психические процессы выражаются сигналами с малой амплитудой, которые сливаются с другими проявлениями искажения такого сигнала [1].

Другой проблемой в области обработки сигналов является большая размерность измеренных данных, которая проявляется в спектроскопии. В ней количество входных характеристик соответствует количеству каналов в спектре, что усложняет обработку сигналов. Например, сложно исключить некоторые части сигнала, которые не несут полезной информации, оставив сигнал нетронутым [1].

Таким образом, становится необходимым использование новых методов обработки сигналов. Такими актуальными и перспективными методами обработки сигналов являются вейвлет-преобразование и искусственные нейронные сети. Искусственные нейронные сети используются при аппроксимации, при решении задач регрессии, классификации в различных областях

науки и техники [2]. Вейвлет-преобразование в основном используется для декомпозиции сигналов, также вейвлеты являются универсальными апроксиматорами. [1]

На сегодняшний день, повышенный интерес вызывают вейвлет-нейронные сети, которые выступают альтернативой персептронам и радиально-базисным нейронным сетям [3]. Вейвлет-нейронные сети объединяют в себе идею вейвлетов и нейронных сетей. Вевлет-нейронная сеть – это сеть, состоящая из прямой нейронной сети и одним скрытым слоем, который состоит из нейронов, функции активации которых основаны на вейвлетах. Применяют вейвлет-нейронные сети в задачах аппроксимации функций, оптимизации, классификации образов и т.д. Такие сети могут быть обучены на вычисление ожидаемого значения для заданного входного сигнала [4].

Структура вейвлет-нейронной сети представлена на рисунке 1 и включает в себя архитектуру нейронной сети с вейвлет-функциями активации, заключенными в вейвлет-нейронах, где каждый нейрон имеет *h* входов со своей вейвлет-функцией φ и весом *w*. Также имеет один или несколько линейных сумматоров [5].

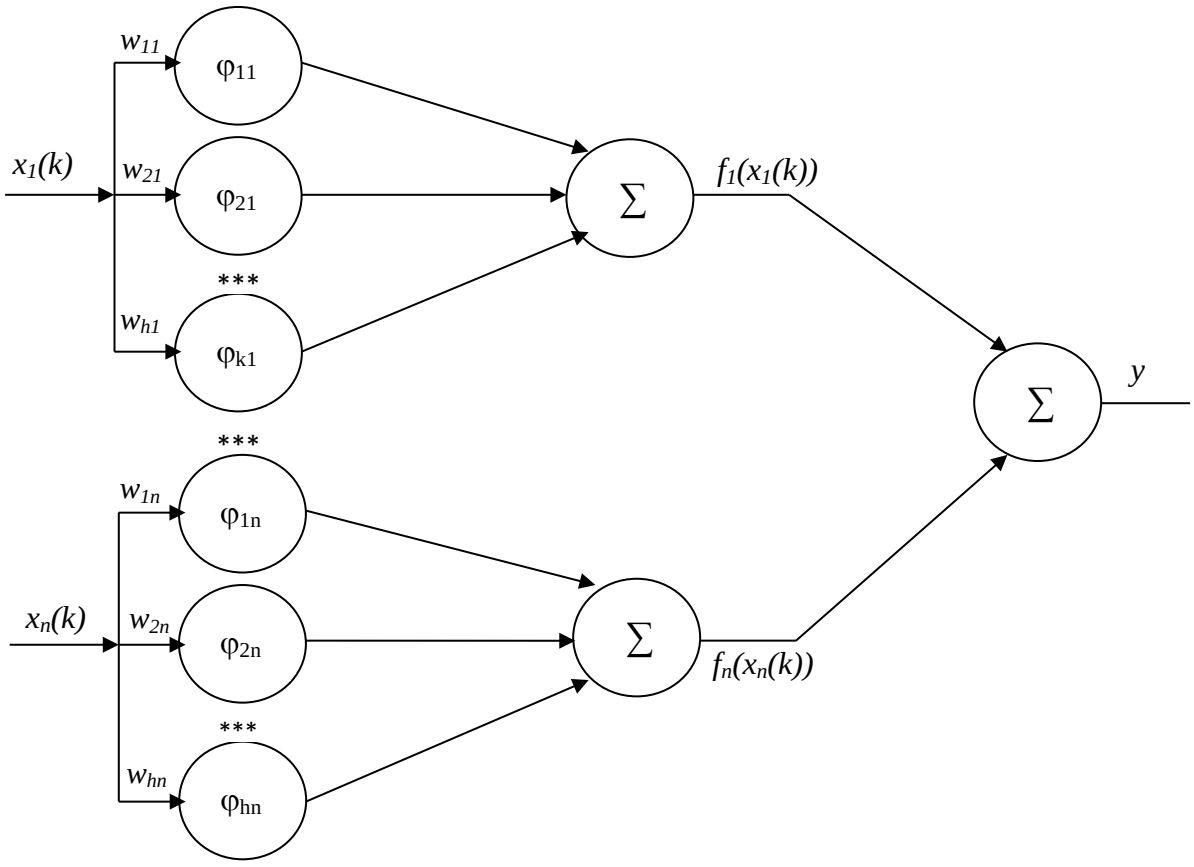


Рис. 1. Архитектура вейвлет-нейронной сети

Существует два основных подхода к созданию вейвлет-нейронных сетей.

1. В первом случае обработка вейвлетов и нейросети выполняется отдельно. Входной сигнал сначала разлагается с помощью вейвлетов нейронов в скрытом слое. Затем вейвлет-коэффициенты выводятся на один или несколько

сумматоров, входные веса которых изменяются в соответствии с некоторым алгоритмом обучения.

2. Второй подход объединяет обработку вейвлетов и нейросети. В этом случае преобразование и расширение вейвлетов вместе с весами изменяются в соответствии с некоторым алгоритмом обучения [4].

Процесс обучения вейвлет-нейронных сетей выглядит следующим образом:

- Предварительная обработка данных. Сначала исходные данные количественно оцениваются и нормализуются, а затем данные разделяются на обучающий набор и набор для тестирования необходимых соответственно для обучения и тестирования сети.

- Инициализация вейвлет-нейронной сети. Весовые коэффициенты, коэффициент сдвига, и коэффициент растяжения случайным образом инициализируются, и устанавливается скорость обучения.

- Обучение сети. Вводится обучающий набор в вейвлет-нейронную сеть, вычисляется прогнозируемые сетью выходные значения и ошибка между выходными данными и ожидаемыми значениями.

- Обновление весов. Обновляются параметры вейвлет-функции и веса сети в соответствии с ошибкой прогноза, и прогнозируемое значение сети максимально приближается к фактическим значениям.

- Если результаты удовлетворяют заданным условиям, используется набор для тестирования, в противном случае необходимо обучить сеть заново [6].

Вейвлет-нейросети обладают более высокой точностью и скоростью в обучении сетей, чем самоорганизующиеся нейронные сети [5]. Также имеется широкий спектр возможных функций активации, которые существенно различаются по своей форме в зависимости от типа семейства вейвлетов [1].

Главный недостаток вейвлет-нейронной сети является высокая сложность процесса обучения. Это связано с тем, что помимо весовых коэффициентов существуют дополнительные коэффициенты, влияющие на форму передаточных функций, значения которых необходимо оптимизировать во время обучения: параметры растяжения и сдвига вейвлет-функций. Такая сеть фактически не может работать с входными данными большой размерности [1].

Таким образом, вейвлет-нейронные сети являются перспективным средством обработки сигналов. Их функциональные возможности и область применения постоянно расширяются.

Список используемых источников

1. A. Efitorov, S. Dolenko. A New Type of a Wavelet Neural Network // Optical Memory and Neural Networks. 2018, Vol. 27, No. 3, pp. 152–160.

2. Ivan A. Bogoslovskii, Andrey B. Stepanov, Daniil V. Ermolenko, Albina V. Pomogalova. Implementation of an Approximator Based on a Multilayer Perceptron and Wavelet-Neural Network on the STM32 Microcontroller // 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus).

3. А.А. Фефелов, В.И. Литвиненко, М.А. Таиф, И.А. Лурье. Методы и средства обработки данных и знаний // Управляющие системы и машины. - 2017. - № 3.- С.63-72.

4. David Veitch. Wavelet Neural Networks and their application in the study of dynamical systems // 2005. – p.51.

5. Абдурахманов А.М., Володин М.В., Зыбин Е.Ю., Рябченко В.Н. Методы прогнозирования электропотребления в распределительных сетях (обзор) // Russian Internet Journal of Electrical Engineering. - 2016. Vol.3, no.1.

6. Gaige Wang, Lihong Guo, Hong Duan. Wavelet Neural Network Using Multiple Wavelet Functions in Target Threat Assessment // The Scientific World Journal - 2013.

УДК 004.032.26

ГРНТИ 28.23.37

О РЕАЛИЗАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

В. В. Пуршель

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

Рассматривается вопрос о реализации искусственных нейронных сетей аппаратным методом, а именно использования программируемых логических интегральных схемах. Проводятся основные преимущества и недостатки использования программируемых интегральных схем для реализации искусственных нейросетей. Предлагается решения основных проблем при реализации на программируемых логических интегральных схемах.

искусственные нейронные сети, ПЛИС, аппаратная реализация

Искусственные нейронные сети (ИНС) являются современным инструментом для анализа и управления сложнейшими многопараметрическими процессами: нейронные сети применяются при решении задач аппроксимации и распознавания образов, анализе сетевого трафика, обнаружении DOS-атак, разработке различных IDS и IPS - систем. Существуют два метода реализации искусственных нейронных сетей – аппаратный и программный [1]. Метод реализации на основе программного обеспечения имеет ряд преимуществ, связанных с простотой использования и внедрения в систему управления информацией, поскольку создание программного обеспечения – гибкий процесс, который позволяет тестировать и внедрять полученные реализации с малыми затратами. Но разработчики считают, что использование такого аппаратного обеспечения, как программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), имеет заметные преимущества при реализации ИНС:

- ПЛИС состоит из множества однотипных элементов, что увеличивает надежность работы микросхемы и упрощает проектирование нейронной сети;
- ПЛИС производятся серийно, что сказывается на их меньшей стоимости, чем у специализированных нейросигнальных процессоров;
- Возможность гибкой реконфигурации ПЛИС, позволяющей при необходимости изменить конфигурацию ИНС и архитектуру её нейронов;
- ИНС на основе ПЛИС можно легко настроить для выполнения задач различной сложности;
- благодаря характеристикам ПЛИС на ней можно более точно реализовать параллельную архитектуру нейронов;
- наличие готовых отладочных плат с богатой периферией для подключения, как устройств к плате, так и самой платы к компьютеру.

Логика работы ПЛИС определяется путём программирования её пользователем. Заданная программа в ПЛИС выполняется не последовательно, как в

микропроцессорах, а выполняется путём электрической схемы, состоящей из логики и триггеров. Проекты для ПЛИС разрабатываются в специальном программном обеспечении, которое в большинстве случаев специально выпускается разработчиком. Для разработки проектов используются специальные интегрированные среды программирования и языки параллельного программирования (VHDL) [2].

Схема ПЛИС состоит из таких компонентов, как:

- конфигурируемые логические блоки, с помощью которых реализуется требуемая логическая функция;
- программируемые электронные соединения между конфигурируемыми логическими блоками;
- программируемые блоки ввода/вывода, обеспечивающие связь между внешним выводом микросхемы и её внутренней логикой.

Модели искусственных нейронных сетей зависят от массивных параллельных вычислений. Чтобы обеспечить быстроту работы в режиме реального времени, нейронные сети должны быть реализованы с помощью параллельных аппаратных архитектур. Для аппаратной реализации важно отделять фазы обучения и восстановления нейронной сети. В общем, архитектура ИНС состоит из набора входов и связанных между собой нейронов специальной структуры. Нейрон можно рассматривать как базовый элемент обработки информации, а его структура определяет сложность сети в целом. Фундаментальной проблемой ограничения размеров нейронной сети на ПЛИС является стоимость реализации умножений, связанных с синоптическими соединениями – для полностью параллельной ИНС количество умножителей должно быть равно количеству нейронов в сети.

На ПЛИС можно реализовать до 15 параллельных нейронов с интеграцией в 40 тысяч эквивалентных вентилей, а также доступны ПЛИС с интеграцией в 2 миллиона вентилей, что позволяет реализовать 1000 параллельных нейронов. Этого количества нейронов уже достаточно для разработки серьезных нейроприложений. Но когда необходимо реализовывать сложные нейроны, ситуация сильно ухудшается. Хотя прототип может быть основан на ПЛИС, который предлагает большое количество умножителей, общая цель заключается в том, чтобы использовать как можно меньше ресурсов. Практическая реализация ИНС осуществляется либо за счет сокращения числа умножителей, либо их упрощением. Один из способов уменьшить количество умножителей – обеспечение возможности использования всеми входами нейрона одного и того же умножителя. Другой способ уменьшить количество элементов схемы, необходимых для выполнения операции умножения – метод, базирующийся на последовательности битов стохастических вычислений. Что касается сумматоров, то их сложность зависит от точности входов синапсов и общего количества входов нейрона. [3]

Ещё одна проблемная область, которая особенно важна для реализации ИНС на ПЛИС, – система передаточных функций активации нейрона. Передаточная функция определяет зависимость сигнала на выходе нейрона от взве-

шенной суммы сигналов на его входах. В большинстве случаев она монотонно возрастает и имеет диапазон значений (−1,1) или (0,1), но есть исключения. Также для некоторых алгоритмов обучения сети необходимо, чтобы она постоянно различалась по всей числовой оси. Искусственный нейрон полностью характеризуется своей передаточной функцией. Использование различных передаточных функций позволяет вносить нелинейность в работу нейрона и нейронной сети в целом. Сигмоидальная функция, традиционно используемая в ИНС, не подходит для прямой цифровой реализации, поскольку состоит из бесконечного ряда экспонент. Поэтому в большинстве ПЛИС-технологий при выполнении системного программирования разработчики прибегают к различным методам аппроксимации сигмоидальной функции с помощью аппаратных поисковых таблиц. Фактически, они хранят примеры сигмоидальных функций, необходимых для аппроксимации. Однако количество оборудования, необходимого для реализации этого подхода, может быть слишком большим, особенно если требуется очень точная аппроксимация. В других вариантах цифровой аппроксимации сигмоидальной функции используются сумматоры, регистры сдвига и множители. [3]

Выбор точности веса – одно из важнейших решений при реализации ИНС на ПЛИС. Подбором точности веса выбирается желаемое соотношение возможностей реализованной нейронной сети и стоимости её реализации. Более высокая точность веса означает меньшее количество ошибок квантования в окончательной реализации, в то время как низкая точность приводит к более простой структуре, более быстрой работе и более низкому энергопотреблению, а также меньшему пространству на кристалле. Один из способов найти компромисс – определить минимальную точность, необходимую для решения заданной проблемы. Как правило, минимальная точность достигается методом «проб и ошибок» путём моделирования нейронной сети в программной среде до её фактической аппаратной реализации. Холт Дж. Л. и Бейкер Т. Е. в своей работе «Моделирование обратного распространения с использованием вычислений с ограниченной точностью» [4] исследовали минимальную точность, требуемую для класса эталонных классификационных проблем, и пришли к выводу, что 16-разрядная переменная с фиксированной точкой и является той самой минимальной допустимой точностью, которая практически не влияет на способность ИНС к обучению. В последнее время всё большее распространение получает теоретический подход к выбору точности веса. В этом случае нужно понимать, что «трудность» решения данной задачи (т.е. насколько трудно она решается) должна быть связана с необходимым количеством весов и их требуемой точностью.

При реализации ИНС на ПЛИС важно понимать, что важную роль играет возможность реконфигурирации аппаратного обеспечения, а также возможность разработки стратегии для эффективного использования аппаратных ресурсов ПЛИС. Самыми важными и проблемными этапами разработки ИНС являются: реализация нейрона и его умножителя; реализация функции активации нейрона; выбор точности весовых коэффициентов входных сигналов.

Список используемых источников

1. Гонтаренко, Б.В. Реализация искусственного нейрона на FPGA / Б.В. Гонтаренко, М.А. Беловолова, Ю.Е. Зинченко // Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг. - Донецк : ДонНТУ, 2012. - С. 292 - 296.

2. Грибачев В.П. Элементная база аппаратных реализаций нейронных сетей. // Компоненты и технологии. – 2006. – № 61.

3. Гонтаренко Б.В. Проблемы реализации искусственных нейронных сетей на FPGA // Информатика и компьютерные технологии-2011. – 2011. – С.15–18.

4. Холт Дж.Л., Бейкер Т.Е. «Моделирование обратного распространения с использованием вычислений с ограниченной точностью», Международная конференция по нейронным сетям, 1991.

УДК 004.383.3
ГРНТИ 20.53.19

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ВИДЕОДАННЫХ НА ПРОЦЕССОРЕ ARM CORTEX-A53

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

Для передачи видео данных в режиме реального времени и сокращения канального ресурса используются алгоритмы сжатия данных, которые реализуются в специальных системах – кодеках. Разработка и совершенствование алгоритмов сжатия – актуальная задача для сохранения высокого качества видео данных и уменьшения времени передачи. Качественный кодек позволяет адаптивно изменять ширину канала передачи и степень сжатия данных.

В зависимости от сферы применения кодеков в статье рассматриваются технические решения по разработке алгоритмов сжатия данных.

сжатие видео, стандарты сжатия, H.264, микропроцессор, ARM, Cortex-A53.

В настоящее время устройства воспроизведения/записи видео информации широко применяются во многих сферах деятельности человека: мобильная связь, телевидение, военная техника, интернет вещей и т.д. Для передачи видео высокого качества и в режиме реального времени требуются канальные ресурсы и высокие вычислительные способности устройств. Одним из эффективных методов для сокращения канального ресурса и уменьшения времени передачи данных является применение алгоритмов сжатия и обработки информации.

Таким образом, совершенствование алгоритмов обработки данных является актуальной задачей при передаче видео информации с высоким качеством в режиме реального времени.

Алгоритмы сжатия и обработки данных реализуются в кодеках. Кодек – система, которая позволяет сжимать и восстанавливать (декодировать) исходные данные по определенным алгоритмам.

В настоящее время в видео кодеках используются стандарты, которые разработаны экспертными группами инженеров (МСЭТ, ISO и т.д.). Стандарт определяет синтаксис сжатия данных и методы для восстановления исходной информации. Таким образом, использование стандартов предоставляет разработчикам свободу в разработке конкурентно способных кодеков.

Потеря некоторого объема видео данных не критично для человеческого глаза, поэтому для обработки видео данных применяются алгоритмы сжатия с потерями. В основе современных стандартов сжатия (H.264, H.265, VP8, VP9, MPEG и т.д.) применяется модель гибридного DPCM/DCT кодека (рис. 1) [1]:

- независимое сжатие кадров (inter-кадры), которое осуществляется при помощи прямого дискретного косинус преобразования (1);
- сжатие с учетом соседних кадров (intra-кадры), в канал передачи данных передаются координаты одинаковых пикселей соседних кадров.

$$F_{(n.m)} = \frac{2}{n} C_n C_m \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y-1}^{N-1} f_{x,y} \cos\frac{\pi n(2x+1)}{2N-1} \cos\frac{\pi m(2y+1)}{2N-1}, \quad (1)$$

где, $C_n = 1$ при $n \neq 1$, $C_n = \frac{1}{\sqrt{2}}$ при $n = 0$, $C_m = 1$ при $m \neq 1$, $C_m = \frac{1}{\sqrt{2}}$ при $m = 0$.

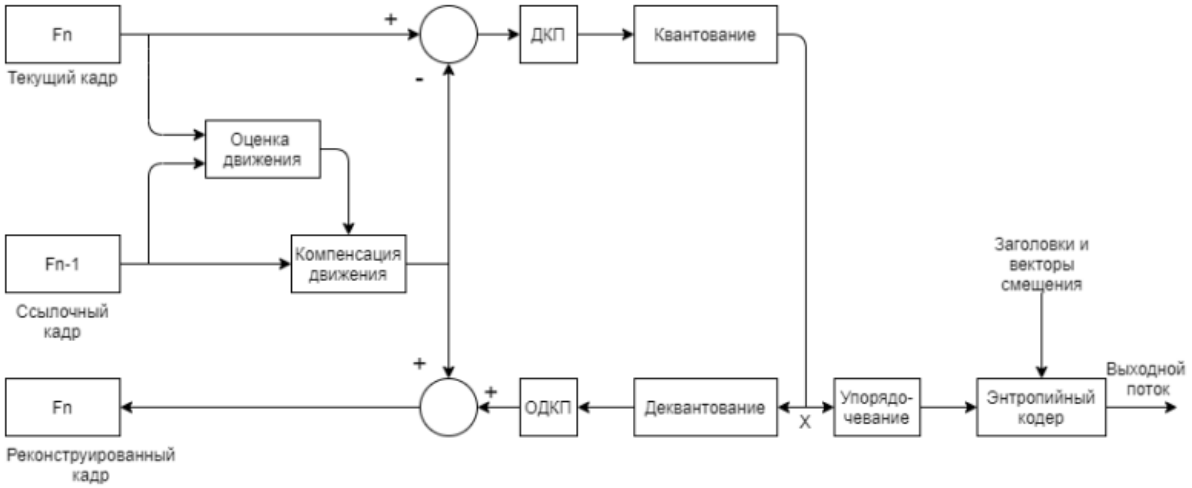


Рис. 1. Модель гибридного DPCM/DCT кодека.

Скорость передачи данных не стабильна, поэтому современные кодеки сжатия позволяют адаптивно изменять степень сжатия данных для экономии канального ресурса. Стандарты сжатия предполагают использование фильтров подавления эффектов блочности и искажения кадров, Кроме того, развитие вычислительных устройств позволяет использовать методы машинного обучения для повышения качества воспроизводимой информации.

В проведенных исследованиях был выбран стандарт сжатия H.264, так как в настоящее время он широко используется в мобильных устройствах, телевидении, камерах наблюдения, интернете и т.д. В отличии от внедряемых стандартов сжатия (H.265, VP9 и т.д.) H.264 наименее требователен к вычислительным ресурсам устройств благодаря внедрению уровней функциональности под определённую задачу или устройство. Для передачи данных используются сетевые протоколы передачи – RTP, UPD и IP.

Качественный видео кодек требует высоких вычислительных ресурсов устройств. Первый метод решения задачи реализации кодека – использование программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Преимуществом использования ПЛИС является гибкость использования и параллельность вычислений. Недостаток заключается в сложности внедрения, цене коммерческой разработки и высокий порог обучения персонала. Второй метод – использование микропроцессоров. Микропроцессоры обладают большим быстродействием по сравнению с ПЛИС и относительной простотой реализации. Недостатком микропроцессорных систем является ограниченное количество команд и высокая теплоотдача. Микропроцессоры являются самыми распространенными в устройствах передачи обработки видео данных.

Для исследования стандарта сжатия H.264 студенческим научным обществом (СНО) “CIRIS” предоставлена отладочная плата на основе микропроцессорной системы imx8Mini компании NXP, которая состоит из 4-х процессоров

Cortex-A53, поддерживающие использование операционных систем, и процессора Cortex M4 – для решения задач реального времени. Процессорная система имеет кодек для сжатия данных по стандарту H.264 и восстановление по стандартам H.264, H.265, VP8 и VP9.

В качестве операционный системы используется дистрибутив Linux для встраиваемых решений, который разработан на основе Yocto Project. Операционная система обеспечивает взаимодействие между периферией устройства и приложениями разработчика. ОС состоит из ядра, которое состоит из системных программ и файловой системы пользовательских программ и данных. Linux имеет открытый исходный код, благодаря чему ядро было перенесено на различные устройства: телефоны, телевизоры, сетевые устройства [2]. ПЗУ для хранения файловой системы и ядра ОС представлена eMMC памятью. Работа Linux осуществляется в lpDDR4. Фреймворк gstreamer позволяет контролировать битовую скорость, настраивать параметры кодирования и изменять полосу передачи данных кодека.

Исследование включает:

- получение видео сигнала с аналоговой камеры;
- сжатие информации при разных настройках кодека;
- передача закодированных данных на персональный компьютер (ПК), на котором декодируются и записываются данные в файл;
- визуальный анализ видео кадров и оценка объема записанного файла при разных конфигурациях кодека.

В перспективе исследований сравнение процессора TMS320DM368 компании Texas Instrument и imx8Mini компании NXP. Планируется сравнить качество декодированных данных по стандартам H.264, H.265, VP8 и VP9 в процессорной системе imx8Mini.

Список используемых источников

1. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4. М: Техносфера, 2005. 368 с.
2. Raghavan P. Embedded linux system design and development. NW: Auerbach Publicatons, 2006. 426 с.

УДК 621.37
ГРНТИ 47.33.37

ДВУХЪЯДЕРНАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛИС

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

В статье представлена возможность создания многоядерной микропроцессорной системы на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) с использованием процессорной системы Nios II и инструмента Qsys. Так же рассматриваются виды построения многоядерной системы, их возможности, плюсы и минусы.

микропроцессор, многопроцессорная, Altera, Nios II, Qsys, ПЛИС, мьютекс

Многопроцессорная система, это система, состоящая из микропроцессоров, выполняющие вместе одну или несколько связанных задач. При помощи процессора *Altera Nios II* и инструмента *Qsys*, есть возможность создавать и проектировать многопроцессорные системы с общими периферийными устройствами. Для создания архитектуры ПЛИС, которые включающие процессоры и периферийные устройства пользуются инструментом компании *Altera Qsys*. Процессорная система *Nios II* является системой с 32-х разрядным процессорным ядром, встроенной 32-х разрядной памятью, набором периферийных устройств на кристалле и интерфейсами для подключения вне кристальной памяти. Эта архитектура реализуется на одном устройстве фирмы *Altera*.

Многопроцессорные системы обладают повышенной производительностью. Сложность системы как для аппаратной, так и для программной реализации является основной проблемой.

Идея использования выполнения различных задач с встроенными приложениями при применении нескольких процессоров широко применяется в настоящее время. Для обеспечения требуемой производительности системы инструмент *Qsys* обеспечивает настройку и модификацию аппаратной части встроенных многопроцессорных систем, а ПЛИС обеспечивает непосредственно платформу для разработки многопроцессорных систем. Разработка системы с несколькими процессорами *Nios II* на одном чипе происходит благодаря увеличению емкости логических элементов (вентилей) ПЛИС *Altera*. Помимо этого, благодаря инструменту интеграции *Qsys* происходит создание различных конфигураций систем и тестирование их функциональных возможностей. Так же инструмент *Qsys* позволяет разделять большие и сложных конструкций на дискретные подсистемы и формировать иерархические конструкции, тем самым позволяют снизить сложность системы. Все подсистемы, каждая по отдельности, экспортирует интерфейсы пользователя, связывая иерархию подсистем.

Nios II SBT для *Eclipse* включает функции, которые позволяют создавать и отлаживать многопроцессорные системы. Несколько процессоров *Nios II* спо-

собны обмениваться периферийными устройствами благодаря удобному для многомастера «арбитражу» на стороне ведомого устройства *Qsys*. Поскольку возможности *Qsys* позволяют почти без особых усилий добавлять в систему столько процессоров, сколько требуется (по возможности устройства ПЛИС), основной задачей проектирования при построении многопроцессорных систем больше не лежит в организации и подключении аппаратных компонентов.

Основной задачей построения многопроцессорных систем является разработка программного обеспечения, которое обеспечивает совместную их работу.

Многопроцессорные системы (МПС) *Nios II* делятся на две основные категории:

МПС те, которые совместно используют периферийные устройства;

МПС, в которых каждый процессор является автономным и не имеет общих периферийных устройств.

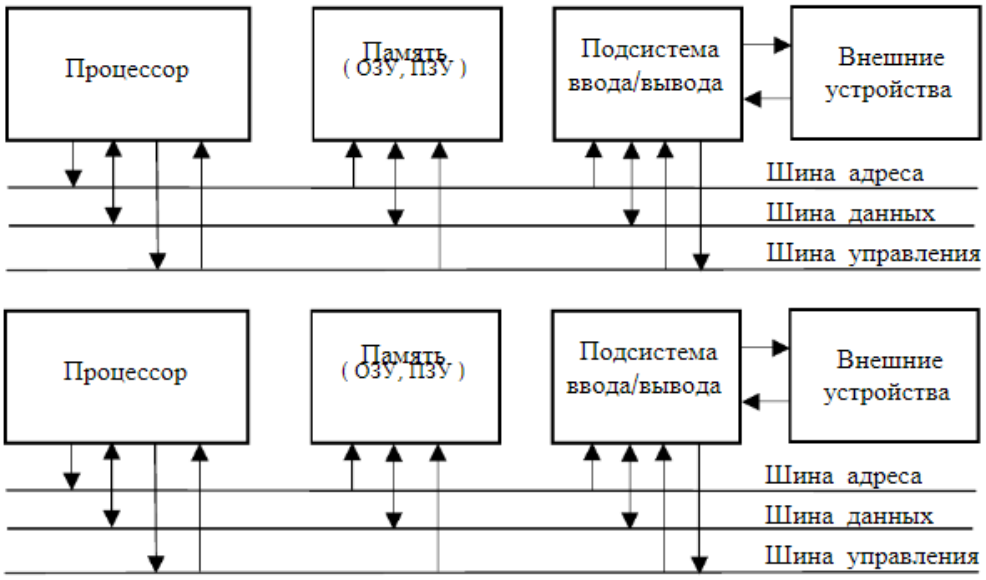


Рис. 1. Структурная схема двух автономных процессоров в многопроцессорной системе

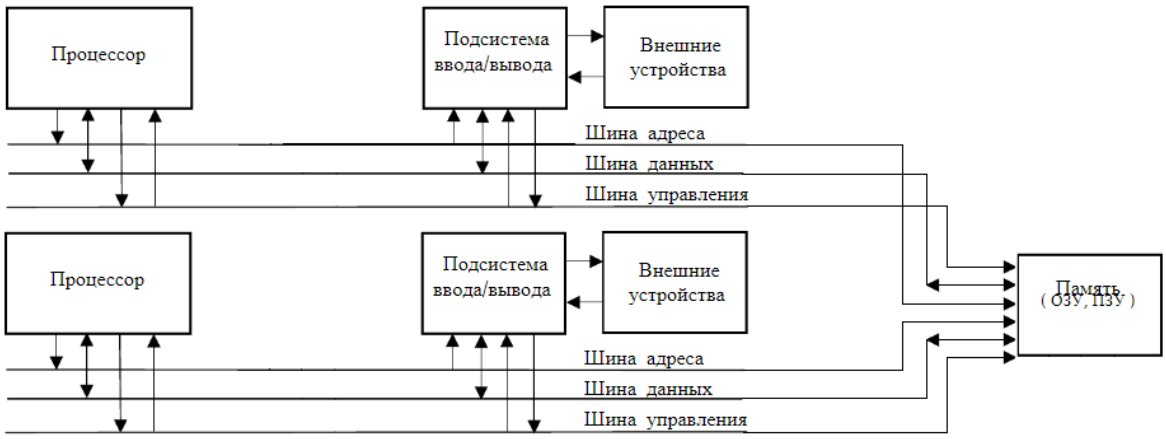


Рис. 2. Структурная схема многопроцессорной системы, в которой два процессора совместно используют встроенную память

Периферийные устройства являются общими, если к ним могут обращаться несколько процессоров (рисунок 2).

В библиотеке *Qsys* подключения панели управления компоненты оборудования могут быть доступны для каждого отдельного процессора *Nios II*.

Общие периферийные устройства могут быть очень мощной особенностью многопроцессорных систем, но необходимо проявлять осторожность при принятии решения о том, какие системные периферийные устройства являются общими и как различные процессоры взаимодействуют в отношении использования периферийных устройств.

В неиерархической системе периферийные устройства можно сделать совместимыми, просто подключив их к нескольким ведущим интерфейсам процессора в матрице соединений *Qsys*. В иерархической системе периферийные устройства также могут быть совместно использованы процессорами за пределами подсистемы, содержащей периферийное устройство, путем экспорта подчиненного интерфейса периферийного устройства. Через объединение в матрице соединений Qsys с экспортированным интерфейсом подсистемы, в которой есть периферийное устройство главные интерфейсы процессора приобретают доступ к периферийному устройству. А через соединение с мостом конвеера *Avalon Memory-Mapped* (*Avalon-MM*) главный интерфейс процессора, который находится в подсистеме иерархии получает доступ к периферийному устройству, которое находится в родительской системе. Так же мост конвейера *Avalon-MM* обеспечивает механизм совместного подключения ведомого интерфейса к ведущему процессору, локальному для подсистемы, к внешнему, ведущему процессору в ином месте иерархии. В данной ситуации мост конвейера экспортирует ведомый интерфейс, но не периферийное устройство, а оно в свою очередь напрямую осуществляет экспорт ведомый интерфейс.

Программное обеспечение, каждого процессора, отвечает за координацию взаимоисключающего доступа к общим периферийным устройствам с другими процессорами системы посредством использования мьютексных периферийных устройств.[1]

Память является самым распространенным видом общего периферийного устройства в многопроцессорных системах. Использование общей памяти может применяться от простой системы в виде «флага», для передачи состояния между процессорами, до сложных структур данных, совместно вычисляемых многочисленными процессорами в один момент времени.

В ситуации, когда компонент памяти содержит память программы для нескольких процессоров, каждый процессор, одновременно обращающийся к памяти использует отдельную область для выполнения кода. Для программного

[1] Примечание: Задачей мьютекса является защита объекта, например памяти МПС, от доступа к нему других потоков, отличных от того, который завладел мьютексом. В каждый конкретный момент только один поток может владеть объектом, защищённым мьютексом. Если другому потоку будет нужен доступ к данным, защищённым мьютексом, то этот поток блокируется до тех пор, пока мьютекс не будет освобождён. Мьютекс защищает данные от повреждения в результате асинхронных изменений, однако при неправильном использовании могут порождаться другие проблемы, например, взаимная блокировка или двойной захват [3].

пространства процессоры не могут вместе обращаться к одной и той же части памяти.

Память данных может быть записана и считана при одновременном обращении к области памяти данных между несколькими процессорами, что может осложнить проектирование системы. Если произошёл данный процесс, то это приводит к повреждению данных, что приведет как минимум к ошибкам приложения и к сбою системы.

Процессоры, совместно использующие память, нуждаются в механизме информирования друг друга, когда они используют общую периферию. Далее более подробно рассматривается такой механизм как аппаратное ядро мьютекс *Altera*.

Ядро мьютекса действует как общее периферийное устройство, обеспечивая атомарную операцию «*test-and-set*», которая позволяет процессору проверить, доступен ли мьютекс, и если он свободен, то получить блокировку мьютекса в одной операции. Процессор снимет блокировку мьютекса только тогда, когда процессор завершит использование общего периферийного устройства, которое в свою очередь связано с мьютексом. После данной операции другой процессор имеет доступ к блокировке мьютекса и может обращаться к совместно используемому периферийному устройству. В случае отсутствия данного ядра от процессора требуется выполнение двух отдельных инструкций «*test-and-set*». Данное действие привело бы к ситуации где два процессора считали, что они успешно получили взаимоисключающий доступ к общему периферийному устройству, но на самом деле они этого не сделали.

Так же, существует ещё один вид мьютекса, который является программным мьютексом, он довольно часто используется во многих операционных системах в целях предоставления одинаковой защиты периферийных устройств. Они отличаются тем, что программный мьютекс является полностью программной конструкцией, применяемой в целях обеспечения защиты аппаратных или программных периферийных устройств от повреждения при обращении несколькими процессами.

Так же существует аппаратное ядро мьютекса, являющееся компонентом инструмента *Qsys* с интерфейсом *Avalon*, он в свою очередь применяет логику, которая приводит к тому, что только один процессор получает блокировку мьютекса в любой момент времени. Периферийное устройство защищено от потенциального повреждения, которое возникнет в связи с одновременным обращением нескольких процессоров, только тогда, когда каждый процессор не получает соответствующего мьютекса прежде чем использовать связанное общее периферийное устройство. Аппаратное ядро мьютекса просто предоставляет из себя семафор так как самостоятельно оно не имеет связи с общим периферийным устройством.

В некоторых случаях ядро мьютекса может и не понадобиться. Например, не требуется никакого мьютекса с односторонним буфером сообщений, где один процессор исключительно записывает в буфер, а все остальные процессо-

ры исключительно читают. Однако безопасное совместное использование периферийных устройств без ядра мьютекса может быть сложным.

В данной статье рассмотрена возможность проектирования многопроцессорной системы на ПЛИС. Были представлены два вида многопроцессорной системы: с общим периферийным устройством таким как память и автономные устройства. Так же рассмотрены особенности проектирования многопроцессорной системы с общим периферийным устройством.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 53386-2009. Платы печатные. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009.
2. Creating Multiprocessor Nios II Systems – Altera Corporation, 2011. – 44 p.
3. Шлее М. Qt4 Профессиональное программирование на C++/ М. Шлее. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – С.628-629.
4. Губанов Д.А., Стешенко В.Б., Храпов В.Ю., Шипулин С.Н. Перспективы реализации алгоритмов цифровой фильтрации на основе ПЛИС фирмы ALTERA. // Chip News, № 9-10, 1997, с. 26 – 33.
5. Губанов Д.А., Стешенко В.Б. Методология реализации алгоритмов цифровой фильтрации на основе программируемых логических интегральных схем. // Сборник докладов 1-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применения» 30.06-3.07.1998, Москва, МЦНТИ, том 4, с. 9 – 19.
6. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. Москва: издательство «Радио и связь», 1989. – 352 с.
7. D.Gubanov, V.Steshenko Methodology Of Digital Filters Design For Programmable Logic Devices Implemen-tation // Proceedings DSPA'98, 30.06-3.07.1998, Moscow, ICSTI, Vol. 4-E.
8. Altera. DEO-Nano. User Guide. Altera, Ink. 2010.
9. Официальный сайт фирмы «Altera» – описание продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.altera.com/products/

2. ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Секция 2.1.
Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии

УДК 004.72, 004.77
ГРНТИ 49.34.01, 49.33.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN В СЕТЬ SDN

Е. А. Аптриева, В. С. Елагин, А. В. Спиркина
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье авторы рассказывают о настройке стенда для анализа сетевых характеристик, связанных с технологией Blockchain систем. Авторы описывают элементы сети Blockchain и структуру сети на экспериментальном стенде. Авторы показывают, какие ресурсы были задействованы, какой операционной системой пользовались, и на каких серверах был развернут стенд. В статье рассматриваются проблемы, связанные с передачей данных Blockchain на сети. Как трафик влияет на сеть, какую создают загрузку сети, можно ли с помощью данных Blockchain полностью загрузить сеть. Авторы представили результаты экспериментов и провели анализ по полученным данным (графики результатов эксперимента и оценки эффективности экспериментальной сети).

Blockchain, Ethereum blockchain, SDN, ПКС, Программно-конфигурируемые сети.

1) Blockchain – это распределенная база данных, которая состоит из постоянно растущего списка структурированных данных, а также у которой устройства хранения и обработки данных не подключены к общему серверу.
2) Практичность blockchain технологии легко оценить, когда предъявляются высокие требования к системе по хранению данных и подтверждению их подлинности [1].

В современном мире увеличивается число устройств сети, которые создают значительную нагрузку на сети, при этом появляются новые стандарты для сети, связанные со скоростью передачи данных и качеством обслуживания. В частности, сеть стандарта пятого поколения включает в себя новые требования к сети передачи данных, например, задержка на сети не должна превышать 1 мс, при этом сеть должна поддерживать до 1 млн. устройств на один квадратный километр. Поэтому необходимо внедрение технологии программно-определяемой сети в сеть связи пятого поколения, а внедрение совместно с технологией blockchain дает возможность защиты переданных данных и распределение их на сети.

В SDN появляется добавлять новые возможности к уже имеющейся сети. Новые функции можно будет реализовать на коммутаторах разных производителей.

На контроллере ПКС администратор может контролировать работу сети, за счет чего повышается простота управления, безопасность и упрощается выполнение разных задач.

Заинтересованность операторов в ПКС связана с тем, что такие технологии позволяют повысить эффективность оборудования, снизить затраты

на эксплуатацию сетей, повысить безопасность и предоставить пользователям возможность программно создавать новые сервисы и оперативно загружать их в сетевое оборудование.

Некоторые отраслевые эксперты выражают беспокойство по поводу безопасности, опасаясь, что, поскольку в OpenFlow вся функциональность управления реализуется на одном виртуальном сервере, взломать такую сеть будет проще. Следовательно, совместная работа протокола OpenFlow, основного протокола концепции SDN, с технологией blockchain устранит этот недостаток, так как технология blockchain имеет децентрализованную архитектуру.

С использованием OpenFlow-контроллеров администраторы сети могут определят путь распространения данных, а также устанавливать правила формирования приоритетов обработки пакетов, и могут перенаправлять данные через коммутаторы по локальной и глобальной сети. То есть, OpenFlow позволяет контролировать и управлять потоки трафика. Тогда, возникает ситуация, что трафиком может управлять не настоящий сетевой администратор. То есть, может возникнуть атака на сеть, которую может предотвратить совместное использование технологии blockchain.

Во время проведения исследования о реализации технологии blockchain в сетях SDN было проведено десять экспериментов, во время которых хоты отправляли сообщения друг другу, но при это трафик снимался на сети межу контроллером и коммутатором. Эксперименты проводились в разное время суток, с одинаковой последовательностью действий. Данные, полученные в рамках испытаний, обработаны с помощью математического аппарата статистического анализа.

При исследовании взаимодействия системы и протокола OpenFlow, были вычислены задержки при обработке пакетов Open Flow.

На графиках, определяющих распределение числа пакетов от их размера (рис. 1) видно, что большая часть пакетов (70%) представлена в интервале 74-100 байт и включает в себя трафик, переданный при синхронизации данных между узлами.

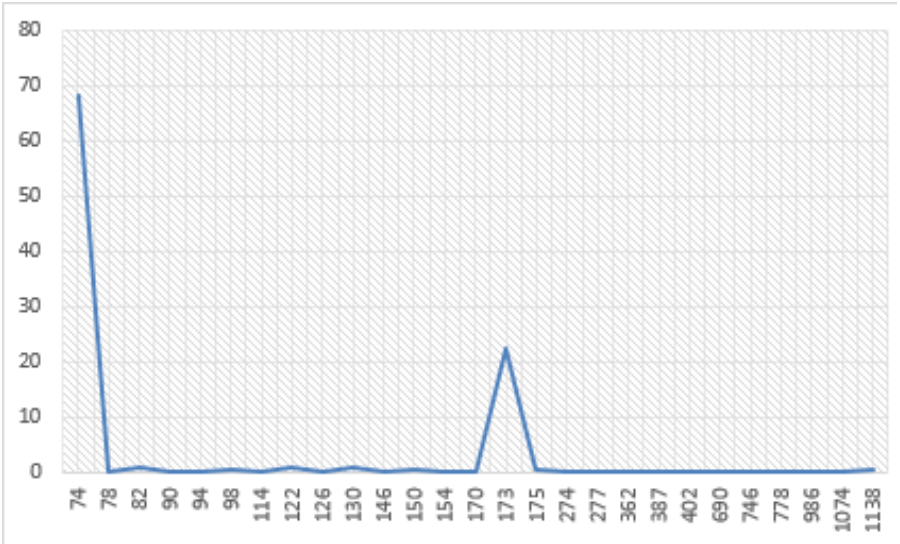


Рис.1. Зависимость количества пакетов в (%) от длины пакета

График анализа плотности распределения временных интервалов между пакетами представлен на рис. 2

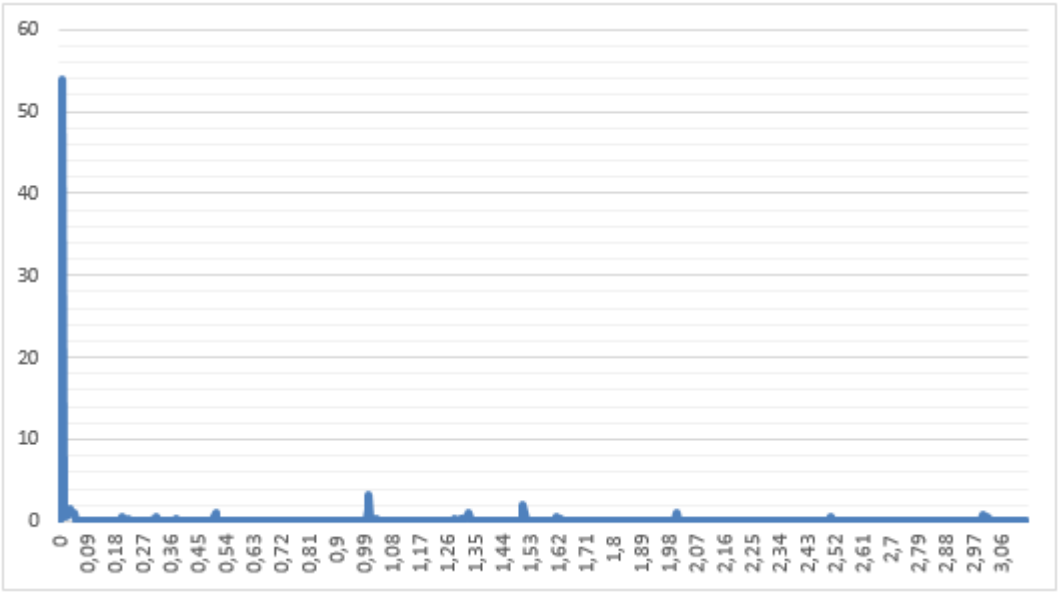


Рис. 2.Зависимость количества пакетов в (%) от времени между пакетами (с).

По графику можно заметить, что 55% трафика приходит с задержкой, которая меньше 10 мс. Уменьшив диапазон до 10 мс., мы увидим зависимость, представленную на рис. 3, по которой видно, что 50% всего трафика приходит с задержкой меньше, чем 3 мс, что подходит для стандартов сети пятого поколения.

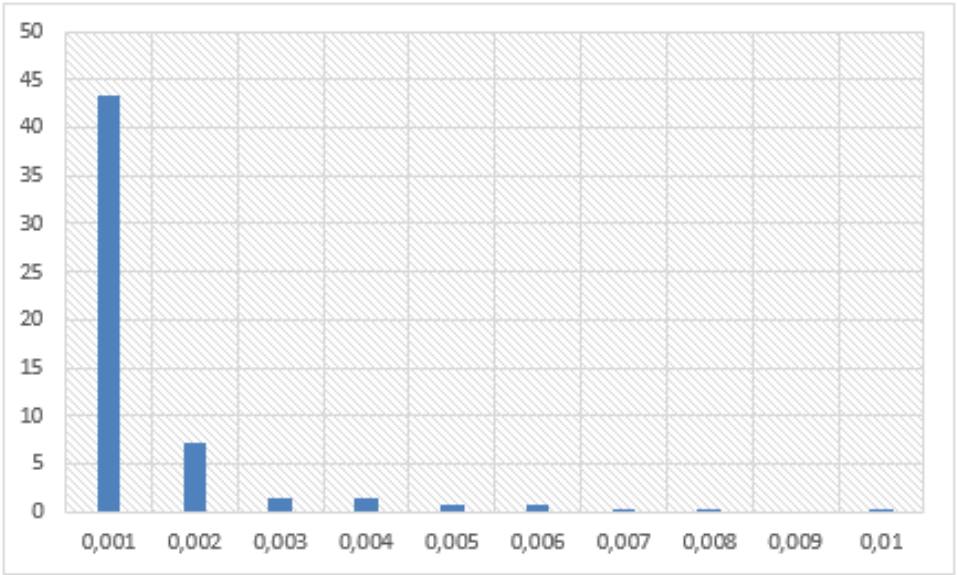


Рис. 3.Зависимость количества пакетов в (%) от времени между пакетами до 0,01 (с).

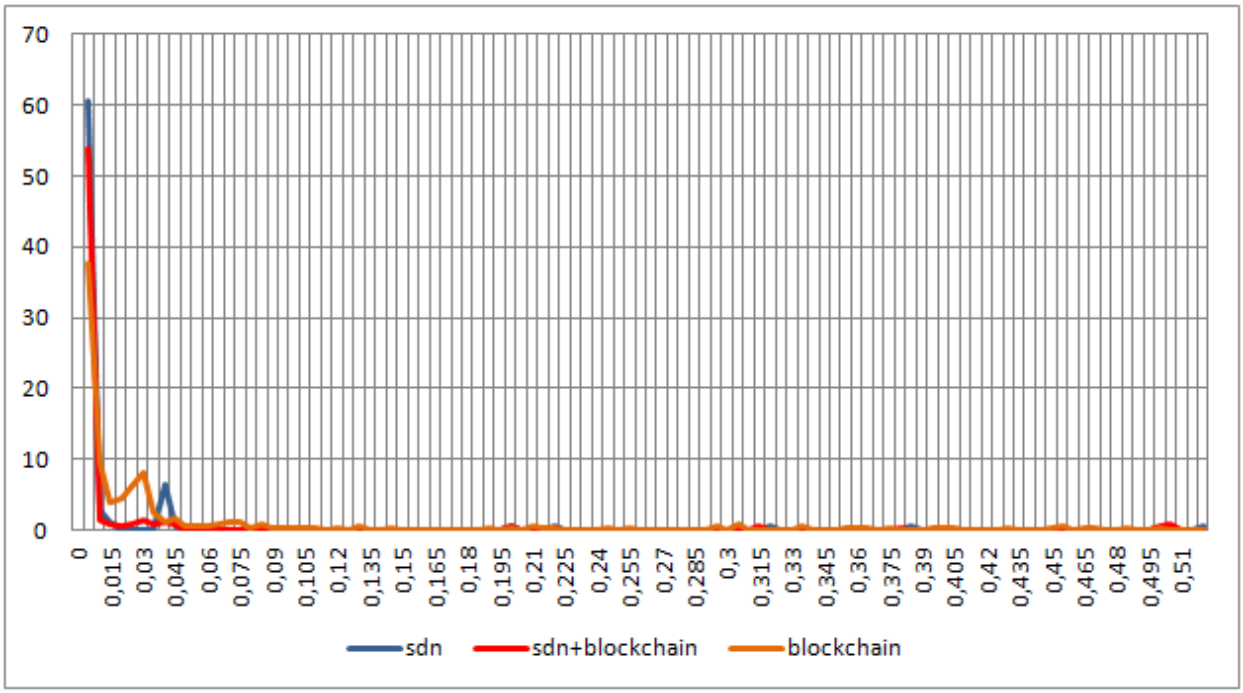


Рис. 4. График зависимости количества пакетов в (%) от времени между пакетами (с).

На графике можно увидеть, что полученный экспериментальный трафик имеет характеристики близкие к логнормальному распределению. А также экспериментальный график сглаживает пульсации трафика. Можно заметить, что большая часть трафика пришла с заержкой, меньше чем 0.015 с., что подходит для стандартов сети пятого поколения.

В дальнейшем был проведен статический анализ полученных данных.

Для обеих зависимостей видно, что коэффициент вариации больше 70%, то совокупность приближается к грани неоднородности.

Значения As и Ex мало отличаются от нуля. Таким образом, можно предположить близость данной выборки к логнормальному распределению.

Проверка гипотезы по критерию согласия Пирсона показала, что нет основания отвергать гипотезу о логнормальном распределении.

Статистический анализ показал, что отдельные характеристики трафика SDN совместно с использованием технологии blockchain могут быть смоделированы при помощи распределения, близкого к логнормальному, что позволяет использовать данные аналитической модели для идентификации трафика на сети и его прогнозирования.

Что можно сказать в конце, внедрение стека технологий blockchain и SDN в сеть связи пятого поколения является необходимым действием для наилучшего функционирования сети, улучшения сетевых характеристик путем контролирования трафика, а также для внедрения новых услуг. Процесс внедрение SDN-сети совместно с технологией blockchain мало изучен и необходимо проводить больше исследований.

Список используемых источников

1. X. Xu et al. The Blockchain as a Software Connector // 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA), Venice, 2016, pp. 182-191

2. Аптриева Е.А., Елагин В.С., Спиркина А.В. Настройка стенда для анализа сетевых характеристик Blockchain сиситем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 4 т. 2019. Т. 1. С. 98-103.

3. Medium. How to create a Blockchain in JavaScript. 2019. // URL: https://medium.com/javascript-in-plain-english/byob-build-your-own-blockchain-93ecfdc388ad

4. Елагин В.С., Белозерцев И. А., Онуфриенко А.В. Влияние технологии Blockchain на вероятностно-временные характеристики сети // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 4 т. 2019. С. 127-132.

5. Елагин В.С., Спиркина А.В., Владыко А.Г., Иванов Е.И., Помогалова А.В., Аптриева Е.А. Основные сетевые характеристики Blockchain трафика и подходы к моделированию // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14. № 4. С. 39-45.

6. V. Elagin, A. Spirkina, A. Levakov, I. Belozertsev. Blockchain Behavioral Traffic Model as a Tool to Influence Service IT Security // Future Internet, vol. 12, pp. 68, 2020.

7. K. Sgantzos, I. Grigg. Artificial Intelligence Implementations on the Blockchain. Use Cases and Future Applications // Future Internet 2019, 11, 170.

УДК 65.01
ГРНТИ 90.01.05

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО МОДУЛЯ В TRACE MODE6 ДЛЯ ПРИБОРОВ

В. И. Афанасьева, Г. С. Морокина
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной работе рассматривается технология разработки управляющего модуля при проектировании технологической линии на производстве. Представлен алгоритм и показана технология проектирования с помощью языка Techno ST. Проектирование проведено с привлечением специализированных редакторов.

редактор, каналы, генераторы, управление, приемник, источник, параметр.

При технологическом контроле на предприятиях и для автоматизации процесса контроля и управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях с передачей данных от детекторов на электронные средства визуализации применяются программные средства. Существуют различные группы технических решений. Как правило, программные средства представляют собой единую систему - автоматизированную систему контроля и управления технологическим процессом. Рассмотрим проектирование измерительной системы для управления технологическим процессом в программной среде TRACE MODE, разработанный компанией AdAstra Research Group в 1992 году [1-4]. TRACE MODE состоит из инструментальной системы и из набора исполнительных модулей. Его особенностью является «технология единой линии программирования», то есть возможность разработки всех модулей АСУ при помощи одного инструмента. Для этого в инструментальную систему TRACE MODE встроены специализированные редакторы.

Рис. 1. Элементы на экране

Программа обладает развитыми средствами разработки графического интерфейса, после создания графического экрана на нем можно разместить различные объекты. Например, стрелочный прибор, кнопки и надписи (рис.1).

К элементам «Текст» можно выполнить привязку для отображения необходимых значений. Так же с элементами «Кнопка», есть возможность создания действия при нажатии на кнопку. В данном примере при нажатии на кнопку «Управление» программа просит ввести нужное нам значение, которое будет прописано в элементе «Текст», находящемся напротив кнопки. В программе так же существуют различные встроенные генераторы. Каналы, связанные с генераторами, на каждом такте пересчета изменяют свое входное значение по соответствующему закону. Возьмем в пример генератор «Пила», входное значение данного генератора изменяется по пилообразному закону (от 0 до 100). Привяжем генератор (рис. 2) к каналу «Параметр», который отвечает за показание стрелочного прибора и при компиляции программы увидим, как меняется значение стрелочного прибора.

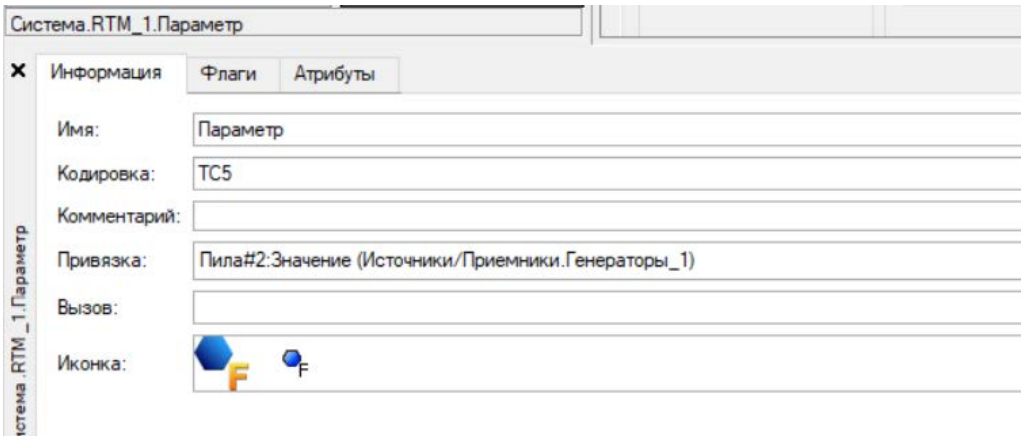


Рис. 2. Свойства канала

Система предоставляет широкий набор средств программирования, ориентированный на специалистов разной квалификации и профессиональной подготовки. В систему TRACE MODE включены 5 языков программирования – Techno SFC, Techno LD, Techno FBD, Techno ST, и Techno IL [2].

Рассмотрим небольшой пример использования языка Techno ST. Он представляет собой язык программирования высокого уровня, похожий на Паскаль. Служебные слова, метки, комментарии и числовые константы выделяются цветом, как это принято в современных средах разработки, настройки цветов доступны пользователю. Создадим программу, складывающую значения показателей, созданных ранее, а именно сложим значение параметра (выдаваемого генератором «Пила») и введенного с клавиатуры значения «Управление» (рис. 3).

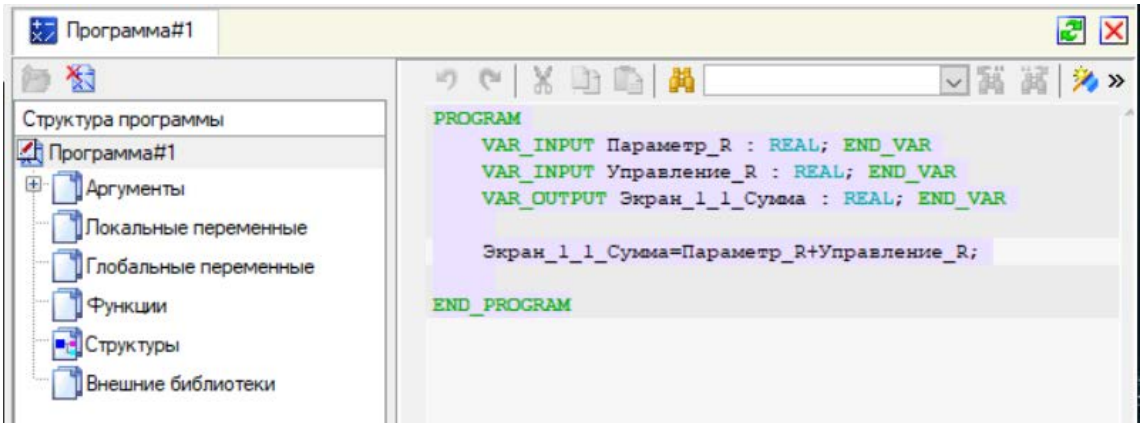


Рис. 3. Внешний вид программы

Результат выполнения программы можно вывести в необходимом нам месте, например, при помощи при помощи графиков-трендов (рис. 4). В трендах TRACE MODE можно выводить информацию за неограниченный временной интервал, при помощи неограниченного числа кривых. Дискретность представления информации на тренде составляет 1 мс.

В программе предусмотрена возможность подключения внешних модулей. Если мы хотим подключить внешний модуль, такой как I-7017, нужно создать новый компоненты в "Источниках/Приемниках", указать порт, к которому подключен модуль. После чего создать сам порт в системе RTM указать в свойствах номер физического порта, к которому подключено устройство и настроить необходимые атрибуты. После этого нужно привязать источник к необходимому нам каналу, например, к показанию на стрелочном приборе (канал «Параметр»).

После подключения модуля к порту COM1 при вращении ручки прибора можно наблюдать изменение сигнала на тренде.

Система TRACE MODE позволяет оперировать данными из сторонних программ, а также выводить данные. Вывод данных осуществляется по протоколу DDE (механизм взаимодействия приложений в операционных системах Microsoft Windows), где при выводе данных в стороннее приложение TRACE MODE выступает как DDE – сервер, а при вводе как DDE – клиент.

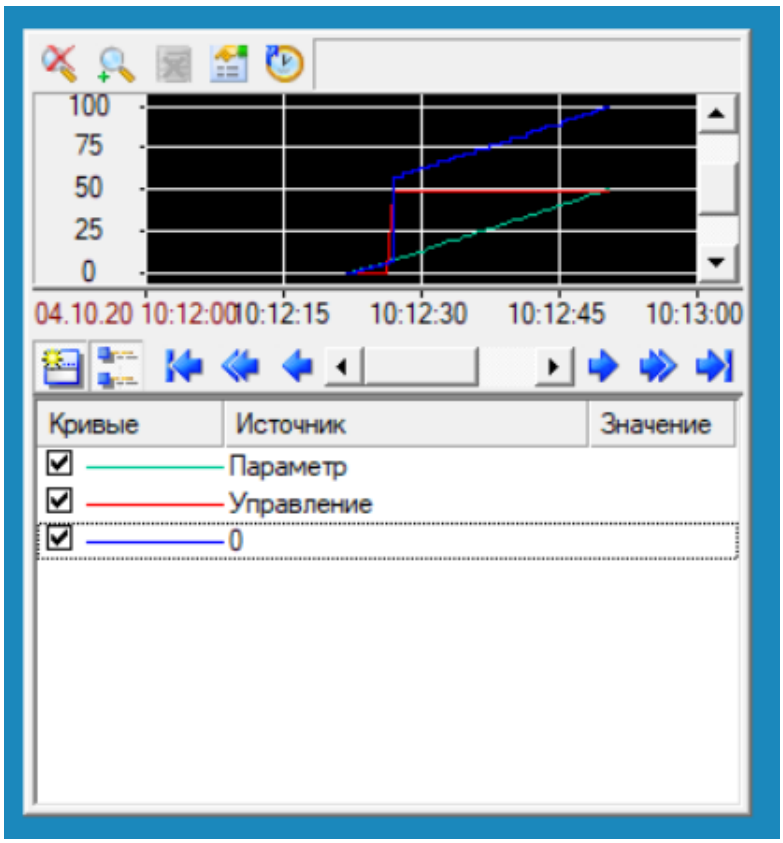


Рис. 4. Тренд

Ввод/Вывод можно осуществить с помощью программы Excel (рис. 5). Для вывода данных необходимо вписать в ячейку запрос в виде «=ИМЯ_УЗЛА|GET!НАЗВАНИЕ_ЗНАЧЕНИЯ».

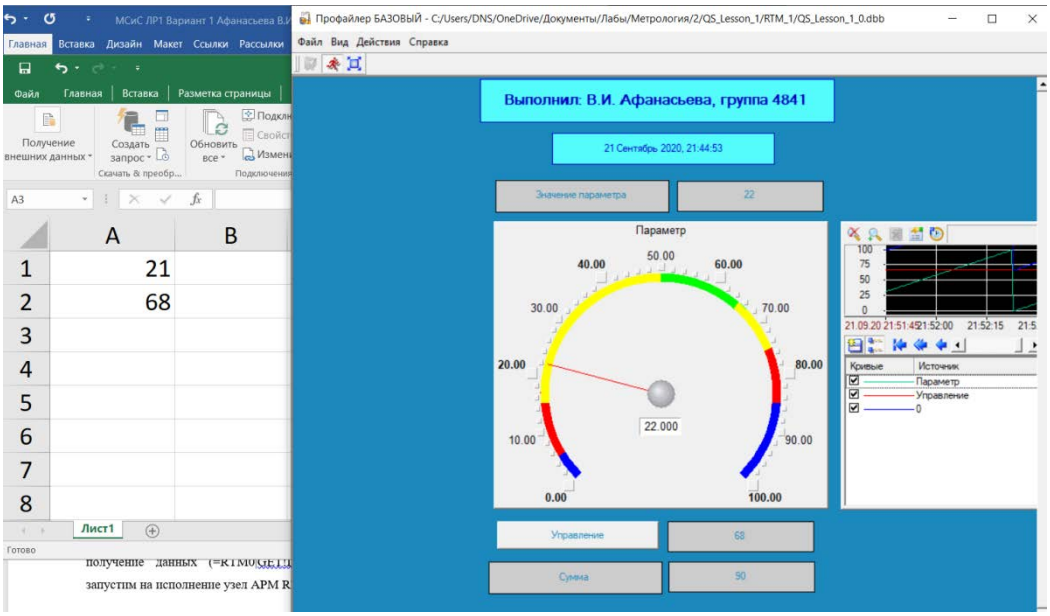


Рис. 5. Вывод данных в Excel

Для ввода значения из Excel необходимо создать компонент DDE в слое Источники/Приемники. После создания источника ему нужно дать имя в формате «Имя_приложения.Имя_листа.Адрес_ячейки» и включить необходимый режим - ADVISE (для посыла значения при каждом его

изменении). Данный источник можно привязать к необходимому нам каналу, тогда при изменении значения в программе Excel мы будем видеть изменение значения в TRACE MODE.Таким образом, представленная программа позволяет построить контроль данных при экологических измерениях с передачей информации с высокой скоростью и 1 *мс* дискретностью от детектора к средству визуализации.

Список используемых источников

1. TRACE MODE 6 // TRACE MODE 6 URL: http://www.adastra.ru/ (дата обращения: 03.10.2020).

2. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE. - СПб.: Лань, 2015. - 336 с.

3.Морокина Г. С., Умбетов У. У. Основы проектирования приборов и информационно-измерительных систем . Тараз: Из-во «Формат-Принт» ТИГУ РК, 2015 - 168

4. Умбетов У. У., Морокина Г. С. Особенности построения автоматизированных систем для Управления сложными технологическими комплексами. / //Санкт-Петербург: Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" , V 1, 2015. С 273 - 275.

УДК 004.042
ГРНТИ 20.53.19

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПАКЕТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

А. В. Васюткин, Д. В. Власов, А. А. Савельева, А. А. Швидкий
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В настоящей статье рассматриваются принципы обработки пакетов в пространстве пользователя на примере фреймворка DPDK, технологии программной коммутации, использующие фреймворк DPDK. Выделяются достоинства и недостатки данного подхода к обработке пакетов.

Kernel-bypass, SDN, DPDK, userspace, Vector Packet Processor, Open vSwitch.

Стремительный рост пропускной способности сетевых адаптеров обострил вопрос производительности сетевого стека Linux ОС. Рост пропускной способности сетевого адаптера оставляет всё меньше времени сетевому стеку ОС на обработку одного конкретного пакета. Так, например, для адаптеров со скоростью 40 ГБит/с время на обработку пакета в потоке кадров, состоящих из 1538 байт, будет составлять всего 307 нс. В то же время, производительность сетевого стека Linux ОС, на данный момент является узким местом при такой интенсивности трафика [1]. Эти причины стали отправной точкой для развития методов обработки пакетов вне основного сетевого стека ОС. На данный момент существует несколько методов, один из которых состоит в переносе обработки пакетов в пространство пользователя [2]. В свою очередь существует несколько реализаций данного метода, в том числе и реализации, привязанные к компаниям-производителям сетевых адаптеров [3].

Приведем ниже некоторые из них:

— Привязанные к компании-производителю:
  - OpenOnload

— *Независящие от компании-производителя:*
  - *DPDK;*
  - *Snabb.*

Рассмотрим подробнее фреймворк DPDK. DPDK (Data Plane Development Kit) – открытый программный продукт, состоящий из набора библиотек и драйверов, предназначенных для быстрой обработки кадров в пространстве пользователя.

В общем виде структура использования DPDK изображена на рис 1.

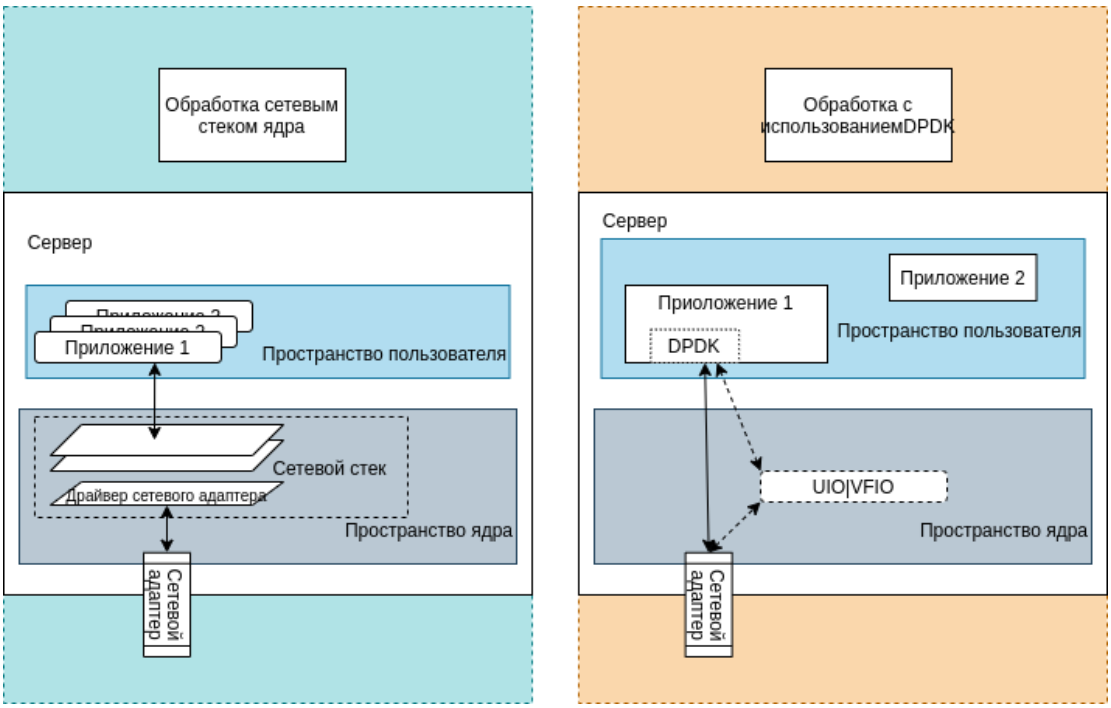


Рис. 1. Структурные схемы обработки пакетов

Компоненты ядра необходимые для работы приложения, использующего DPDK:

- UIO (Userspace I/O) - модуль ядра, позволяющий получить доступ к адресному пространству сетевого адаптера из пространства пользователя, путем обращения к файлу устройства и использования файлов sysfs [3].
- VFIO (Virtual Function I/O) - модуль ядра, позволяющий отображать адресное пространство устройств в пространство пользователя, используя IOMMU (input-output memory management unit).

Оба модуля обеспечивают возможность переноса драйвера устройств в пространство пользователя, однако каждый из них имеет свои ограничения и недостатки. Так, например, для использования модуля UIO PCI-устройство должно поддерживать тип прерываний – legacy interrupt.

Для работы модуля VFIO аппаратное обеспечение должно иметь поддержку технологии AMD-Vi или Intel VT-d (IOMMU) [4]. Ещё одной особенностью работы VFIO является тот факт, что данный модуль работает с IOMMU-группами, в которых в зависимости от аппаратного обеспечения, могут находится несколько устройств, тем самым создавая ситуацию, когда для работы сетевого адаптера с DPDK необходимо также использовать данный модуль для других устройств в группе.

Далее в рамках оценки технологий обработки пакетов в пространстве пользователя видится целесообразным рассмотрение особенности работы с памятью. Современные архитектурах центральные процессоры (ЦП) управляют памятью в виде страниц – виртуально и физически непрерывных блоков памяти. Обычно стандартный размер такой страницы составляет 4 Кбайт. В процессе работы кода, адреса необходимо преобразовывать из виртуальных в

физические. Такое преобразование происходит за счет специальной таблицы, которая содержит отображение виртуальных адресов на физические. В то же время в ЦП существует специальный кэш – TLB (translation lookaside buffer), ускоряющий преобразование адреса в случае «попадания в кэш». Так как TLB имеет ограниченный размер, а DPDK работает с большим объёмом данных, который храниться в буферах, использование страниц по 4 Кбайт приведёт к частым непопаданиям в кэш. По этой причине DPDK поддерживает работу с размером страниц по 2 Мбайт и 1 Гбайт.

На следующем этапе оценки технологий обработки пакетов в пространстве пользователя необходимо рассмотреть технологии программной коммутации, использующие DPDK.

Несмотря на то, что фреймворк DPDK может использоваться в приложениях различного рода, одним из наиболее очевидных его применений стало использование в реализациях виртуальных коммутаторов. Рассмотрим, что возможно обеспечить за счет использования DPDK в следующих реализациях виртуальных коммутаторов [6]:

— Open vSwitch или OVS;
— Vector Packet Processor или VPP.

Open vSwitch (OVS) является виртуальным коммутатором работающим на основе протокола OpenFlow. OVS может использовать как плоскость передачи данных располагающуюся в пространстве ядра, так и в пространстве пользователя, используя DPDK. Второй вариант обеспечивает следующие возможности:

— Увеличение производительности плоскости передачи данных за счёт расположения плоскости управления и плоскости передачи данных в одном пространстве пользователя;
— Увеличение производительности плоскости передачи данных между виртуальными машинами (ВМ) и гипервизором, используя гипервизор QEMU-KVM, за счет использования разделяемых страниц памяти размерностью 2 Мбайт и 1 Гбайт, которые позволяют драйверу гостевой ОС и DPDK напрямую читать и писать в них [7].

Vector Packet Processor (VPP) – фреймворк для пакетной обработки сетевого трафика, который работает, используя DPDK, что обеспечивает высокую производительность обработки пакетов за счет отсутствия переключений контекста между пространством пользователя и ядра.

Основной особенностью VPP является его нацеленность на использование кэшей ЦП, за счет обработки пакетов в виде вектора. Тем самым первый пакет в векторе заполняет кэши процессора и следующие пакеты в векторе проходят обработку быстрее, и что стоит отметить как ключевое, – с постоянной скоростью [8]. Также VPP имеет те же преимущества при работе с гипервизором Qemu-KVM, что и OVS.

В ходе исследования было произведено измерение пропускной способности в схеме BM-BM, при использовании интерфейса с одной очередью, что показало прирост производительности обработки пакетов одним ядром ЦП, как в случае использования VPP, так и в случае использования OVS-DPDK. Такое наблюдение свидетельствует о перспективах использования данной технологии в построении облачной инфраструктуры. На рис.2 представлено сравнение данных о пропускной способности в случаях применения различных реализаций виртуальных коммутаторов.

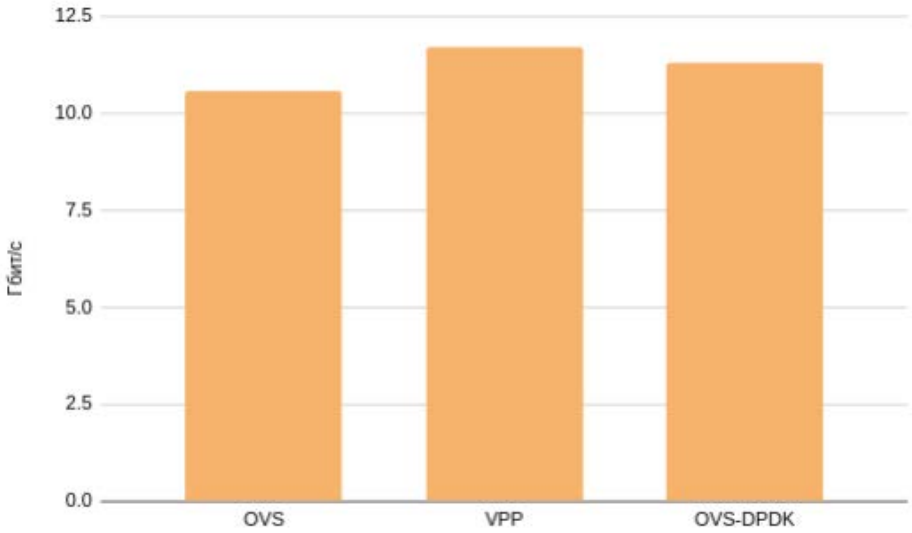


Рис. 2. Пропускная способность BM-BM, 1 очередь

Подводя итог возможно отдельно отметить, что использование технологий обработки пакетов в пространстве пользователя, хотя и накладывает некоторые ограничения, однако позволяет получить прирост производительности сетевой обработки в различных ситуациях, а также получить дополнительные свойства обработки пакетов.

Список используемых источников

1. Статья Improving Linux networking performance [Электронный ресурс] // Портал LWN.net. URL: https://lwn.net/Articles/629155/ (дата обращения 09.11.2020).

2. Казаков Д.Б., Савельева А.А., Тарлыков А.В., Швидкий А.А. Оценка производительности работы виртуальных рабочих столов на базе гперковергентной инфраструктуры // 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. 158-163.

3. Статья Kernel bypass [Электронный ресурс] // Блог компании Cloudflare. URL: https://blog.cloudflare.com/kernel-bypass/ (дата обращения 09.11.2020).

4. Статья The Userspace I/O HOWTO [Электронный ресурс] // Портал The Linux Kernel. URL: https://www.kernel.org/doc/html/v4.14/driver-api/uio-howto.html (дата обращения 09.11.2020).

5. Статья VFIO – Virtual Function I/O [Электронный ресурс] // Портал The Linux Kernel. URL: https://www.kernel.org/doc/Documentation/vfio.txt (дата обращения 10.11.2020).

6. Shvidkiy A.A., Spirkina A.V., Savelieva A.A., Tarlykov A.V. Evaluation of the impact the hyper-converged infrastructure storage subsystem synchronization on the overall performance //

2020 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). 2020. С. 248-252.

7. Статья «Использование Open vSwitch с DPDK для передачи данных между виртуальными машинами с виртуализацией сетевых функций» [Электронный ресурс] // Портал Хабр. URL: https://habr.com/ru/company/intel/blog/280502/ (дата обращения 10.11.2020).

8. The Technology Behind FD.io [Электронный ресурс] // Сайт FD.io. URL: https://fd.io/vppproject/vpptech/ (дата обращения 10.11.2020).

УДК 621.391
ГРНТИ 20.53.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНОГО ТРАФИКА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ СЕТИ OPEN VSWITCH

А. В. Васюткин, Д. В. Власов, А. А. Швидкий, А. А. Савельева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье представлена оценка влияния широковещательного трафика на производительность программно-определяемой сети, построенной на связке Open vSwitch и VxLAN. Кроме того, статья содержит обзор существующих оверлейных сетевых технологии, приводится результаты измерений нагрузки на CPU при создании нагрузки на оверлейную сеть широковещательным трафиком.

overlay networks, Open vSwitch, VxLAN, broadcast, широковещательный трафик, SDN, производительность SDN, SDDC

Оверлейная сеть – это общий случай логической сети, создаваемой поверх другой сети [1]. По мере увеличения потребности в облачных технологиях, центры обработки данных (ЦОД) расширялись, росли требования к ним, появлялась потребность связывать между собой географически распределённые ЦОД. Сетям также пришлось адаптироваться под новые требования, среди которых:

- Повышенные требования к коммутаторам. За одним физическим сервером могут находиться десятки виртуальных машин, каждая со своим MAC-адресом.
- Изоляция каждого клиента в собственной сети. До внедрения оверлейной сети изоляция производилась при помощи технологии VLAN. Но 4096 тегов, которые технология предоставляет, стало недостаточным.
- Возможность миграции приложения с одного сервера на другой и даже в другой ЦОД. При этом необходима унифицированная среда, чтобы приложение запустилось без ошибок после миграции. В качестве приложения может выступать программа, виртуальная машина или виртуальный рабочий стол [2].
- Другие требования, связанные с отказоустойчивостью, высокой доступностью, энергоэффективностью, лучшей управляемостью.

Поскольку полная замена всех сетевых протоколов и оборудования была невозможна, возросла популярность направления оверлейных сетевых технологий.

Оверлейные сеть работает по следующему принципу: протокол второго уровня инкапсулируется и в дальнейшем передается уже в таком виде до узла назначения, где декапсулируется обратно в кадр Ethernet. При этом возможно два сценария. В случае с network-based процесс инкапсуляции и декапсуляции

происходит на коммутационном оборудовании. Оконечные хосты не могут определить, что связаны через оверлейную сеть. В случае с host-based инкапсуляцию и декапсуляцию выполняет сам хост. В этом случае коммутационное оборудование не может определить, что участвует в построении оверлейной сети. Графически разница процессов представлена на рис. 1.

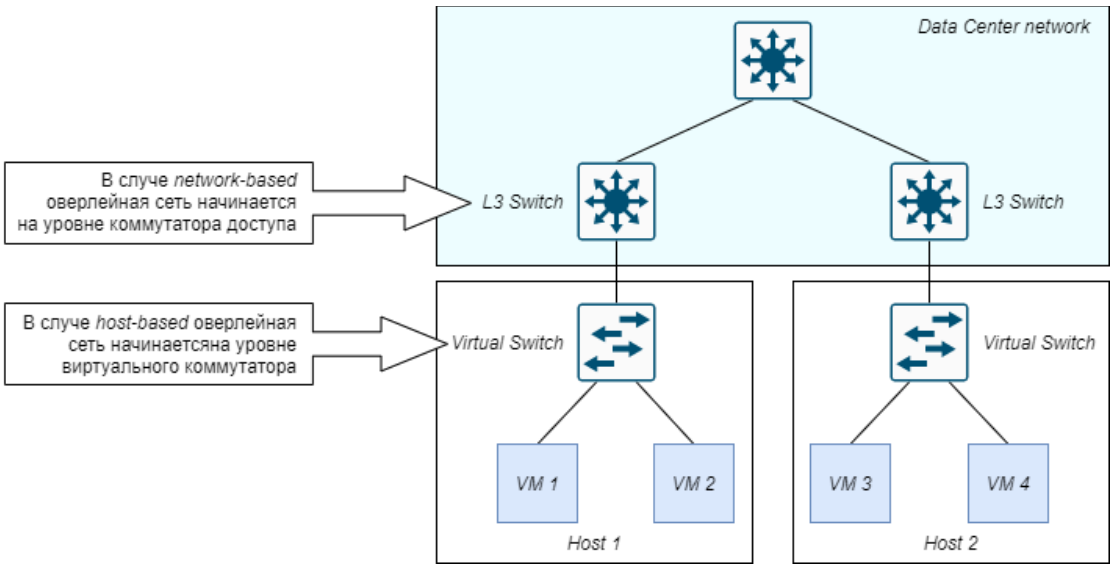


Рис. 1. Разница между network-based и host-based оверлейными сетями

Оба подхода имеют свои недостатки, которые приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Недостатки network-based в сравнении host-based оверлейных сетей

Network-based	Host-based
Повышенные требования к производительности сетевого оборудования	Не учитывается топология сети, из-за чего возможна неоптимальная передача трафика
Поддержка оборудованием оверлейных технологий	Возможны проблемы с производительностью хостов, так как процесс инкапсуляции/декапсуляции выполняется на них

В сценарии развертывания без использования оверлейных сетей вся основная нагрузка ложится на коммутационное оборудование. Соответственно, необходимо следить, чтобы оно обладало соответствующей пропускной способностью и производительностью. В случае с host-based оверлейными сетями появляется необходимость также следить за производительностью хостов, так как они выступают не только как потребители. При развертывании оверлейной сети на хостах устанавливаются виртуальные коммутаторы, а хосты должны обладать свободными вычислительными ресурсами, для корректной работы сети. При этом, теоретически, возможен сценарий, когда приложения будут негативно влиять на производительность сети, не только за счет избыточного использования полосы пропускания, но и занимая

вычислительные ресурсы, которые участвуют в обработке трафика. Кроме того, необходимо обеспечивать работу дополнительных компонентов, а именно: DHCP, компонентов L3 сети, сервиса метаданных и прочих элементов, являющихся частью облака.

Есть ряд оверлейных сетевых технологий, которые используются в различных случаях. Среди самых известных – TRILL, FabricPath, VxLAN и OTV. TRILL и FabricPath работают на канальном уровне, фактически это маршрутизация на канальном уровне. Для этого используются собственный протокол. VxLAN инкапсулирует Ethernet пакеты в UDP. OTV делает так же, но в отличие от VxLAN, он строится на уровне сети ЦОД, то есть является network-based. Сравнение технологий представлено в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2. Оверлейные технологии.

Технология	Тип	Транспортный протокол
TRILL	Network-based	Собственный протокол
FabricPath	Network-based	Собственный протокол
VxLAN	Network-based и Host-based	UDP
OTV	Network-based	UDP

Сравнивая производительность этих четырех технологий, возможно заметить, что наиболее предпочтительным является сценарий, когда не происходит лишний процесс инкапсуляция/декапсуляция. С этой точки зрения выигрывают network-based технологии, работающие на канальном уровне. Но данные технологии не обеспечивают достаточную гибкость, и в силу особенностей реализации, могут обеспечивать оверлейную сеть только в рамках одного ЦОД, в то время как, к примеру, VxLAN позволяет связывать разные ЦОД.

Спецификация VxLAN впервые была создана компаниями VMware, Arista Networks и Cisco, сегодня поддерживается и другими. При его использовании кадры Ethernet инкапсулируются в пакеты UDP [3].

VxLAN Network Identifier (VNI) – 24-битный идентификатор сети, аналог тега VLAN. Поскольку используется 24 бита, всего может быть 16’777'214 уникальных значений. Как и VLAN тег, VNI является уникальным для всего VxLAN домена.

VxLAN передает широковещательный трафик с помощью multicast или unicast. Для работы оверлейной сети по multicast сеть ЦОД должна поддерживать такую форму передачи.

Обращая внимание на то, как широковещательный трафик влияет на сеть, в первую очередь необходимо определить, что является основной задачей сети. Сеть обеспечивает обмен полезными данными между потребителями сети –

компьютерами, маршрутизаторами, серверами и другим оборудованием или программным обеспечением. Когда же пропускную способность занимают служебные сообщения вроде broadcast, то производительность сети снижается. Считается нормальным, если широковещательные пакеты составляют не более 10-15% от общего числа пакетов в сети. Если их больше, то такая ситуация считается широковещательным штормом – всплеском числа широковещательных пакетов [4]. Размножение широковещательных сообщений активным сетевым оборудованием приводит к экспоненциальному росту их числа и парализует работу сети. Широковещательный шторм может возникать как результат появления некорректно сформированных широковещательных сообщений, в том числе действиями злоумышленников. Так же довольно часто к шторму приводят кольца (петли) в сети на основе концентраторов или при некорректной настройке протокола STP, поскольку в заголовке пакетов Ethernet нет информации о времени жизни кадра, как например, у пакетов IP.

Если выбран вариант развертывания VxLAN с unicast в качестве транспорта, то появляются дополнительные накладные расходы. При использовании multicast источник отправляет лишь один multicast пакет, а дальше сеть ЦОД передает его до всех узлов, которые подписаны на получение трафика. При невозможности использовать multicast, возможно заменить его unicast. Для этого необходимо иметь базу данных, которая бы содержала информацию обо всех VxLAN узлах (VTEP). Тогда будет отправляться не один multicast пакет, а несколько unicast. В сети с малым количеством устройств, это не будет проблематичным, однако если в сети, к примеру, 200 устройств только в одном VxLAN, и каждому необходимо отправить широковещательное сообщение, то unicast создаст дополнительную нагрузку на виртуальную сеть.

Broadcast используется множеством программ и протоколов, к примеру – используется в протоколе DHCP. Изначально сервер, которому необходимо получить настройки сети, делает широковещательный запрос о том, есть ли в сети доступные DHCP серверы. Если такой находится, то на сервер приходит unicast ответ от DHCP. Кроме того, broadcast используется при обнаружении сетевых хранилищ, принтеров и других сетевых устройств в протоколе SAMBA. При этом broadcast отправляется только для обнаружения, а дальнейшее взаимодействие происходит уже по unicast.

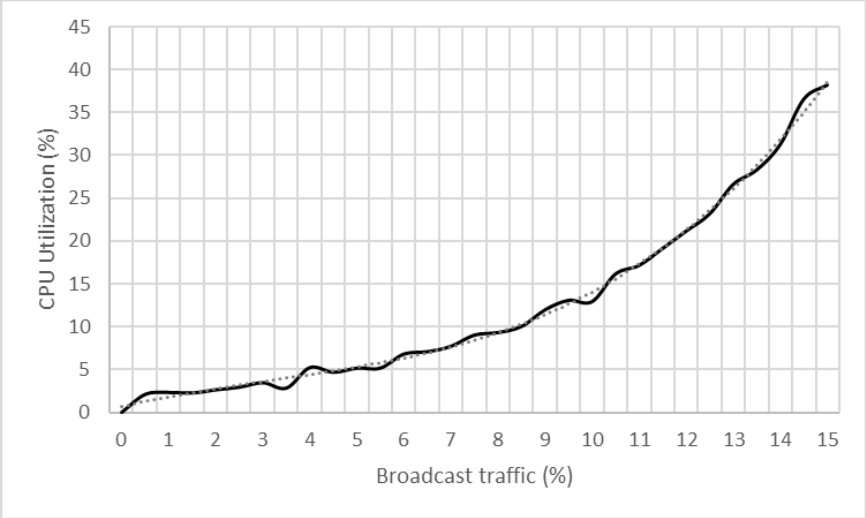


Рис. 2. Зависимость CPU Utilization от Broadcast.

Как видно из графика (рис. 2), при росте доли широковещательного трафика возрастает и нагрузка на процессор, при этом наблюдается экспоненциальная зависимость. По оси абсцисс – количество широковещательных пакетов в сети от общего числа пакетов в процентах, по оси ординат – CPU Utilization в процентах.

Таким образом, подводя итог, следует отметить, что по результатам проведенного исследования, влияние широковещательного трафика на производительность программно-определяемой сети Open vSwitch возможно оценить как негативное в случае, когда broadcast используется нерационально. При этом полностью исключить его использование не представляется возможным по причинам, описанным выше.

Список используемых источников

1. Galán-Jiménez J., Gazo-Cervero A. Overlay Networks: Overview, Applications and Challenges [Электронный ресурс] // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 2010. V.10 N 12. C.40-49 URL: https://researchgate.net/publication/256838933_Overlay_Networks_Overview_Applications_and_Challenges (дата обращения 10.11.2020)

2. Казаков Д.Б., Савельева А.А., Тарлыков А.В., Швидкий А.А. Оценка производительности работы виртуальных рабочих столов на базе гиперконвергентной инфраструктуры // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Сборник научных статей VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 4 т. 2019. С. 170-174.

3. RFC 7348. Virtual eXtensible Local Area Network (VXLAN): A Framework for Overlaying Virtualized Layer 2 Networks over Layer 3 Networks [Электронный ресурс] // IETF. Техническая спецификация. 2014. 22 с. URL: https://tools.ietf.org/pdf/rfc7348.pdf (дата обращения 12.11.2020)

4. Ahmed Hamody. Network Storms and Other Communication System Failure Modes [Электронный ресурс] // Cybersecurity. Network Storms and Other Communication System Failure Modes. Dynamic positioning conference. 2016. C.1-16. URL: https://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2016/Cybersecurity_Hamody_2016.pdf (дата обращения 12.11.2020)

УДК 681.324
ГРНТИ 49.33.29

АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Д. В. Горбунов, О. И. Пантюхин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

В статье рассмотрены вопросы исследования методов разработки и проведения компьютерного тестирования, приведены результаты анализа разработки и сравнения доступных систем компьютерного тестирования, рассмотрены требования и аспекты проектирования системы компьютерного тестирования со стороны разработчиков, преподавателей и обучаемых.

методы тестирования, система компьютерного тестирования, адаптивное тестирование.

Большую роль в образовании играет проверка и контроль знаний студентов вузов, специалистов при аттестации и т.д. Под проверкой и контролем понимается выявление, измерение и оценка знаний и навыков. Методов осуществления проверки и контроля множество: контрольные, зачёты, экзамены, аттестации. Но наиболее популярным видом такого контроля служит тестирование. Тесты представляют собой особого вида задания, которые позволяют для определённо обозначенной группы обучаемых оперативно проконтролировать приобретенные навыки и умения и степень усвоения знаний обучаемыми на занятиях теоретического и производственного обучения, установить внутреннюю и внешнюю обратные связи, на основании которых обучаемые и преподаватель осуществляют функции управления процессом обучения.

Тестирование - один из наиболее эффективных методов оценки знаний студентов. К достоинствам метода относятся [1]: объективность оценки тестирования; оперативность, быстрота оценки; простота и доступность; пригодность результатов тестирования для компьютерной обработки и использования статистических методов оценки.

Тестирование является важнейшим дополнением к традиционной системе контроля уровня обучения. Для оценки уровня подготовленности студентов методом тестирования создаются специальные педагогические тесты. Основные цели тестирования рассматриваются в связи с задачами внутривузовского управления качеством подготовки специалистов, а также с задачами итоговой аттестации выпускников, государственной аттестации и аккредитации вуза.

В последние годы, при широкомасштабном внедрении информационных технологий, решение проблемы контроля знаний вышло на качественно новый уровень [2]. Эксперименты, проводимые в основном в высших учебных заведениях, убедительно продемонстрировали высокую эффективность и важность компьютеризированных систем контроля знаний. Преимущества компьютерных тестов позволяют считать, что эта форма проверки является одним из оптимальных способов повышения уровня надёжности, полноты и многомерности управления знаниями.

К настоящему времени создано множество компьютерных программ, которые используются для тестирования. Существует огромное количество приложений, в том числе и мультимедийных, с готовыми тестовыми заданиями, а также программных оболочек и инструментальных программ для создания тестов, которые созданы отечественными и зарубежными специалистами.

Таким образом, одной из основных задач информатизации учебного процесса является организация автоматизированного тестового комплекса, как вспомогательного средства контроля знаний. Система тестирования, благодаря своей универсальности, является автоматизированной поддержкой самостоятельной работы студентов, позволяющей контролировать и проводить самостоятельный контроль уровня освоения материала, а также выступать в качестве тренажера при подготовке к экзаменам и зачётам.

Существуют различные формы проведения компьютерного педагогического тестирования, которые отличаются между собой технологией объединения задач в тестировании. Некоторые из таких форм еще не получили свое специальное научное название в литературе по изучению и проблематике тестирования [3,4].

Самая первая и простая из таких форм - готовый тест, стандартизованный и предназначенный для текущего использования, вводимый в специальную программную оболочку, функциональность которой может отличаться по полноте его возможностей. Как правило, при итоговом тестировании оболочка позволяет вам демонстрировать задания на экран, оценивать результаты их выполнения, создавать таблицы результатов тестирования, обрабатывать их и формировать шкалы первичных оценок учащихся, чтобы каждый учащийся мог получить свой балл и отчет об оценке для тестовых заданий.

Второй формой компьютерного педагогического теста является адаптивное тестирование [5,6], которое основывается на специальных адаптивных тестах. Основой идеи адаптивности является мысль о том, что учащимся не имеет смысла давать задания, с которыми они бесспорно справятся без малейших усилий в силу их простоты или гарантированно не решат их из-за высокой сложности. Решением такой проблемы служат процессы оптимизации сложности заданий, адаптации их к уровню знаний и готовности учащихся, а также сокращения продолжительности теста, исключив часть задач.

Особенностью третьей формы компьютерного педагогического тестирования является автоматизированный процесс генерации вариантов тестов. Такой процесс предполагает использование специальных инструментальных средств. Варианты тестов генерируются перед экзаменом или сразу же во время его проведения из заранее созданного хранилища откалиброванных и проверенных тестовых заданий со стабильными статистическими характеристиками. Калибровка достигается за счет долгосрочных предварительных работ по формированию хранилища. Статистические характеристики для тестов получают с помощью проведения бланковых тестов среди определенной выборки учащихся в течение трех или четырех лет. Параллельность и достоверность вариантов достигается за счет строгой выборке каждого варианта заданий, которые обязаны соответствовать спецификации тестирования.

Таким образом, компьютерное педагогическое тестирование действует как инструмент управления процессом обучения, а также как элемент обратной связи, который позволяет анализировать учебный процесс, вносить в него исправления, т.е. осуществлять полный контроль над процессом обучения [4]. Использование компьютерных педагогических тестов в качестве промежуточной проверки и контроля успеваемости определяет процесс обучения как автоматизированную систему мониторинга и самоконтроля учащихся. Все это позволяет преподавателям получать обратную связь, а учащимся дает возможность контролировать свой уровень навыков, умений, знаний и готовности на протяжении всего периода обучения.

Общие требования, которые необходимо учитывать при реализации систем компьютерного тестирования знаний:

1) использование нескольких форм заданий классического педагогического теста;

2) возможность получения и хранения результатов ответов учащихся;

3) обеспечение безопасности хранения отчетных материалов с защитой доступа;

4) возможность реализовывать и корректировать тестирование в зависимости от результатов обработки тестов.

Одним из определяющих факторов успеха тестов является правильный выбор аппаратного и программного обеспечения.

Система компьютерного тестирования знаний (СКТЗ), как программно-аппаратный комплекс, должна обладать набором основных свойств, среди которых выделяют: открытость, адаптивность, шаблонность, стандартность, модульность, модифицируемость, направленность на разные виды контроля.

Разработка системы компьютерного тестирования сложный и трудоемкий процесс, который требует тщательной проработки. Процесс создания СКТЗ можно разделить на несколько основных этапов [2]:

1) анализ среды образовательного процесса со стороны преподавателей и разработчиков;

2) изучение материалов по разработке СКТЗ и выбор инструментальных средств разработки;

3) разработка (проектирование) СКТЗ;

4) тестирование СКТЗ, принятие её в эксплуатацию и применение по назначению;

5) сопровождение со стороны разработчиков.

На первом этапе необходимо качественно формализовать весь используемый учебный материал для облегчения процедуры составления тестов. Это означает, что каждую дисциплину, тему и раздел нужно описать в виде таких вопросов и задач, чтобы они наиболее полно и широко отображали содержания предоставленных дисциплин. При этом особое внимание необходимо уделять главным вопросам, стараясь сильно не увлекаться второстепенными вопросами Также необходимо сформулировать цель и сценарий тестирования. Это может быть итоговый контроль знаний, текущий контроль знаний, оценка остаточных знаний учащихся и другое. В дальнейшем, определив цели тестирования и формы теста, необходимо разработать план раскладки вопросов и задач в тестовые задания. Этот этап является самым трудным, так как формализация учебного материала и составление тестовых заданий являются наиболее сложным, важным и ответственным моментом составления тестов.

На втором этапе производится изучение материалов по разработке СКТЗ и выбор инструментальных средств разработки.

На четвёртом этапе подключается группа программистов для разработки программного продукта для реализации сценария тестирования по дисциплинам.

На пятом этапе необходимо провести проверку, аттестацию программного продукта и, при положительной экспертизе, внедрять в практику проведения компьютерного тестирования, принятие её в эксплуатацию и применение по назначению.

Для сложных программных продуктов обычно предполагается сопровождение со стороны разработчиков.

На основе метода адаптивного тестирования можно построить требуемую систему компьютерного тестирования знаний [5,6]. Такой комплекс программ мог бы применяться для текущего, промежуточного и итогового контроля знаний (проведения зачётов и экзаменов).

СКТЗ должна иметь некоторые свойства, присущие процессу общения преподавателя и обучающегося. Для этого характерно:

а) вывод оценки на основе сравнения частной информационной модели обучающегося с такой же частной информационной моделью преподавателя. Это ведет к повышению объективности контроля знаний;

б) широкая шкала оценки каждого ответа. “Живой” опрос подразумевает возможность неполного, неточного, не совсем правильного ответа;

в) гибкий алгоритм вывода итоговой оценки;

г) переменное количество вопросов, предъявляемых обучающимся;

д) адаптивный алгоритм контроля знаний обучающегося.

В настоящее время авторами проанализирован ряд программных средств, позволяющих проводить тестирование. Хорошие результаты показывают разработки VeralTest, SuperTest, TestBuilder, iSpring QuizMaker, SunRav TestOfficePro, которые предлагают удобные средства для тестирования обучаемых.

Список используемых источников

1. Методические рекомендации по разработке педагогических тестов для комплексной оценки подготовленности студентов в вузе./ Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. – Москва, 1995 г.

2. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие для вузов.Ч.1,2 / Под ред.И.Б.Саенко. СПб.: ВАС, 2007. –280с.

3. Самылкина Н.Н. Современные средства оценивания результатов обучения – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 172 с.

4. Андреев А.Б. Компьютерное тестирование: системный подход к оценке качества знаний студентов. – М., 2001.

5. Пантюхин О.И., Авраменко В.С., Купчиненко О.П. Адаптивное тестирование при автоматизации контроля знаний // Актуальные проблемы инфотелекомуникаций в науке и образовании. – СПб.: СПбГУТ, 2016. – С. 213-217.

6. Пантюхин О.И., Купчиненко О.П., Егупов М.В., Юдин А. А. Аспекты тестирования знаний обучаемых по проблематике передачи и обработки информации // 71-я Всероссийская НТК, посв. Дню Радио: Сборник трудов 71й НТК / – СПб: Изд-во СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. – 417 с.

Секция 2.2.
Интернет вещей и гетерогенные сети

УДК 004.732
ГРНТИ 49.33.29

РАЗРАБОТКА ПРЕДОЖЕНЕИЙ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ WI-FI В ОБЩЕЖИТИИ СПБГУТ

А. Д. Антоненко

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

Наличие беспроводной локальной сети в студенческих общежитиях в настоящее время очень актуально. В данной статье представлен анализ сети с помощью программы Ekahau, выдвинуты необходимые требования к беспроводной сети, предложены варианты планирования беспроводной локальной сети с двумя различными точками доступа.

беспроводные локальные сети, Wi-Fi, точка доступа, радиопланирование.

В связи с последними событиями в мире и стране, учебные заведения вынуждены были перейти на дистанционную форму обучения. Преподаватели проводят занятия для студентов, используя видеоконференции. В общежитии студенты каждый день сталкиваются с проблемами при подключении к сети Интернет: разрывы соединения, задержки голоса и видео, проблемы с качеством воспроизведения видео. Это обусловлено тем, что в период дистанционного обучения возросла нагрузка на сеть за счет «тяжелых» приложений (Zoom, Google Meet и проч.). Решением этих проблем может стать построение современной беспроводной локальной сети в общежитиях СПбГУТ, что требует предварительного радиопланирования.

В общежитиях СПбГУТ отсутствует единая беспроводная локальная сеть. В каждой комнате стоят Wi-Fi роутеры, многие из которых настроены некорректно или настройки стоят по умолчанию, что приводит к негативному влиянию соседних Wi-Fi роутеров друг на друга.

Используя нужный функционал программы Ekahau, можно увидеть, что некорректно настроенные роутеры ведут к наложению каналов, а, следовательно, это приводит к межканальной интерференции (рисунок 1.1)

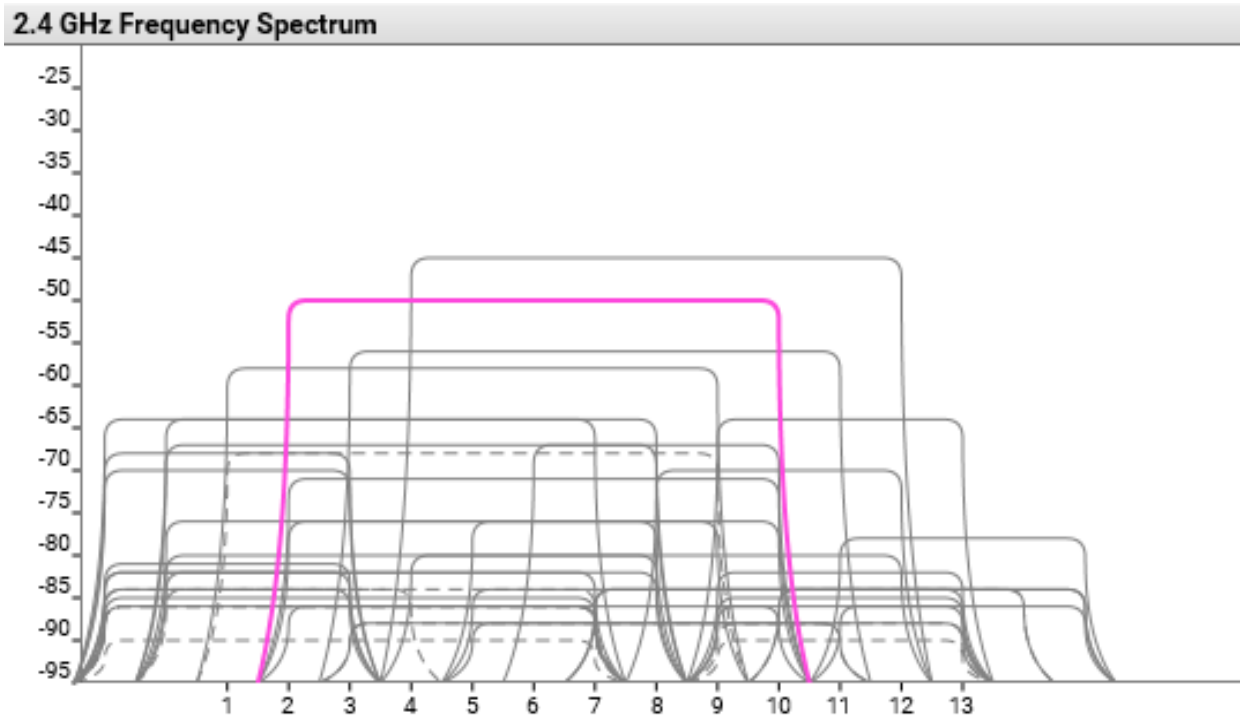


Рис. 1.1 – Радиочастотный анализ в диапазоне частот 2,4 ГГц

Для обеспечения качественной работы беспроводной сети были выдвинуты следующие требования:

- Уровень сигнала не ниже -70 дБм
- Отношение сигнал/шум не ниже 16 дБ
- Скорость передачи данных не меньше 12 Мбит/с
- Минимальное количество «слышимых» точек доступа 3
- Круговая задержка не больше 300 мс
- Максимальные потери пакетов 5 %

При проведении радиопланирования можно столкнуться с проблемой выбора подходящего оборудования, поскольку необходимо выбрать точку доступа с необходимыми требуемыми параметрами. В данной статье представлено планирование с двумя различными точками доступа: TP-Link EAP225 V2 и ZYXEL WAC6503D-S.

Технические характеристики точки доступа TP-Link EAP225 V2:

- Стандарты беспроводных сетей: IEEE 802.11a/b/g/n/ac
- Диапазон частот: 2,4 ГГц и 5 ГГц
- Максимальная скорость: 300 Мбит/с в 2,4 ГГц и 867 Мбит/с в 5 ГГц
- Работа в обоих диапазонах одновременно
- Мощность передатчика: <20 дБм
- Количество антенн:4 встроенных всенаправленных антенны
- Усиление антенны: 4 дБи
- Ethernet: 1 гигабитный порт
- Поддержка PoE (IEEE 802.3af)

Технические характеристики точки доступа ZYXEL WAC6503D-S:

- Стандарты беспроводных сетей: IEEE 802.11a/b/g/n/ac
- Диапазон частот: 2,4 ГГц и 5 ГГц
- Работа в обоих диапазонах одновременно
- Максимальная скорость: 450 Мбит/с в 2,4 ГГц и 1300 Мбит/с в 5 ГГц
- Мощность передатчика: 2,4 ГГц <15 дБм и 5 ГГц <23 дБм
- Количество антенн: 6 встроенных всенаправленных антенн
- Усиление антенны: 4 дБи для 2,4 ГГц, 6 дБи для 5 ГГц
- Технология смарт-антенны
- Ethernet: 10/100/1000Base-TX
- Поддержка PoE+ (IEEE 802.3 at)

Важным отличием ZYXEL WAC6503D-S от других точек доступа является тип антенн – интеллектуальные. Применение современной технологии смарт-антенна обеспечивает максимальную производительность сети. Инновационная смарт-антенна использует более 700 оптимизированных шаблонов диаграмм направленности сигнала. Смарт-антенна WAC6503D-S непрерывно рассчитывает оптимальную диаграмму направленности для каждого клиента, применение которой обеспечивает максимальную производительность сигнала и снижает до минимума наложение сигналов от других беспроводных клиентов.

При выполнении радиопланирования сети в программе Ekahau было замечено, что при использовании TP-Link EAP225 V2 зона покрытия с высоким уровнем сигнала была максимальной по площади так же, как и при работе ТД ZYXEL WAC6503D-S. Основные сравнительные характеристики приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА1. Сравнительные характеристики

	TP-Link EAP225 V2	ZYXEL WAC6503D-S
Цена, рублей	7500	23000
Необходимое число ТД	79	70
ТД на этаж	5	4-5
Максимальная скорость 2,4 ГГц, Мбит/с	150	225
Максимальная скорость 5 ГГц, Мбит/с	180	300
Количество антенн	4	6
Схема MIMO	2x2:2	3x3:3
Коэффициент усиления антенны, дБи	4	4 и 6

Обе точки доступа удовлетворяют необходимым требованиям. Однако стоимость модели TP-Link EAP225 V2 в три раза меньше модели ZYXEL WAC6503D-S. Таким образом, наилучшей моделью является TP-Link EAP225 V2.

Список используемых источников

1. Смирнова Е. В., Пролетарский А. В., Ромашкина Е. А., Балюк С. А., Суровов А. М. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi: учебное пособие, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 212 с.

2. Точка доступа TP-Link EAP225 V2 [Электронный ресурс]. URL: https://www.tp-link.com/ru/business-networking/ceiling-mountap/eap225/v2/#specifications (дата обращения 27.10.2020).

3. Точка доступа ZYXEL WAC6503D-S [Электронный ресурс]. URL: https://www.zyxel-shop.ru/goods/Zyxel_WAC6503D-S.htm (дата обращения 27.10.2020).

4. Рошан П., Лиэри Д. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11: пер. с англ. М. : Издат. Дом «Вильямс», 2004. 304 с. ISBN 5-8459-0701-2.

УДК 621.391
ГРНТИ 49.37.29

СТРУКТУРА МНОГОУРОВНЕВОГО КЛАСТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕТАЮЩЕГО СЕГМЕНТА СЕТИ С СЕТЬЮ СВЯЗИ 2030

А. Н. Волков, В. Н. Коваленко, А. С. А.Мутханна, А. О. Родакова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

С каждым годом количество устройств с доступом к сети продолжает увеличиваться. Вместе с увеличением количества устройств растут и потребности в новых видах услуг и сервисов, таких как сбор данных с сенсорных полей, передача данных между удаленными пользователями и предоставления связи в условиях возникновения чрезвычайной ситуации (стихийного бедствия). Существующая инфраструктура в будущем не сможет справиться со всеми этими задачами. Развитие технологии Беспилотных Летательных Аппаратов позволит решить многие из описанных выше проблем.

В данной статье, на основе анализа существующих наработок в области летающих сетей, а также тренде тренда развития опорных и мобильных сетей, предлагается подход к организации кластеров летающих сетей, с возможностью миграции услуг на них.

Летающие сети, сети 2030, децентрализация сетей и услуг, кластер, SDN, базовая станция

Первоначально, для выполнения определенных задач пользователей использовались только одиночные БПЛА. Однако в условиях постоянного увеличения количества устройств с доступом к сети все более востребованными для выполнения поставленных задач становятся группы БПЛА. Одним из способов организации групп БПЛА на основе взаимодействия с наземным сегментом является кластерная архитектура [1, 2].

Одиночные БПЛА и их группы могут применяться для самых разнообразных задач, таких как:

– Снижение нагрузки на наземную Базовую Станцию или восстановление связи в условиях частичного или полного разрушения имеющейся наземной инфраструктуры
– Осуществление сбора данных от различного вида сенсорных датчиков.
– Использование БПЛА (их вычислительных и запоминающих ресурсов) для обработки запросов пользователей.

Основные выполняемые функции в кластере БПЛА

Для взаимодействия с БПЛА вне определенного кластера (взаимодействие с другими кластерами) или с устройствами наземного (наземные Базовые станции, мобильные пользователи) и летающего сегмента (воздушные шары или устройства выше находящихся уровней летающего сегмента, например, спутники) в кластере один из БПЛА назначается головным узлом кластера.

Для дополнительного снижения нагрузки на базовую сеть и оптимизации балансировки нагрузки в кластере БПЛА можно использовать технологию программно-конфигурируемых сетей SDN [4-5].

Способ применения технологии SDN зависит способа реализации контроллера SDN. Функции контроллера SDN могут быть реализованы на головном узле, на всех узлах кластера БПЛА или на воздушном шаре или наземной базовой станции (другими словами, вне кластера БПЛА) [3].

В данной статье на головном узле кластера предлагается реализовать следующие функции

– функции по организации взаимодействия с системой вне данного кластера (в том числе для взаимодействия с другими кластерами)

– функции по управлению потоками передачи данных между БПЛА в пределах одного кластера (тем самым реализуя функции SDN контроллера).

Если учитывать возможность использования одного кластера БПЛА для всех видов возможных задач (соответствующих способам применения БПЛА) и интеграцию в БПЛА сети технологии SDN, то полный список возможных функций будет следующий:

– Функции контроллера и коммутатора SDN. Данные функции необходимы для сбора данных толерантных к задержкам, передаваемым впоследствии удаленному пользователю, для сбора показаний датчиков сенсорных полей тли для приема пользовательских запросов (запросы могут быть как для выполнения определенной задачи, так и для обеспечения связи посредством БПЛА).

– Функции Базовой станции и контроллера Базовых станций

– Функции головного (по взаимодействию с устройствами вне кластера)

– Функции ретрансляции данных, толерантных к задержкам.

– Функции обработки запросов (выполнения задач) пользователей.

– Функции по хранению данных (временное хранение собираемых сенсорных данных перед отправкой и хранение данных толерантных к задержкам в рамках задачи по ретрансляции данных).

Применение всех функций на одном БПЛА приводит к уменьшению его суммарных ресурсов. В результате на выполнение определенных задач в кластере БПЛА остается меньшее количество ресурсов.

Предлагаемая многоуровневая архитектура

Для решения данной проблемы предлагается организовать структуру кластера в виде иерархической многоуровневой системы. (Рис.1)

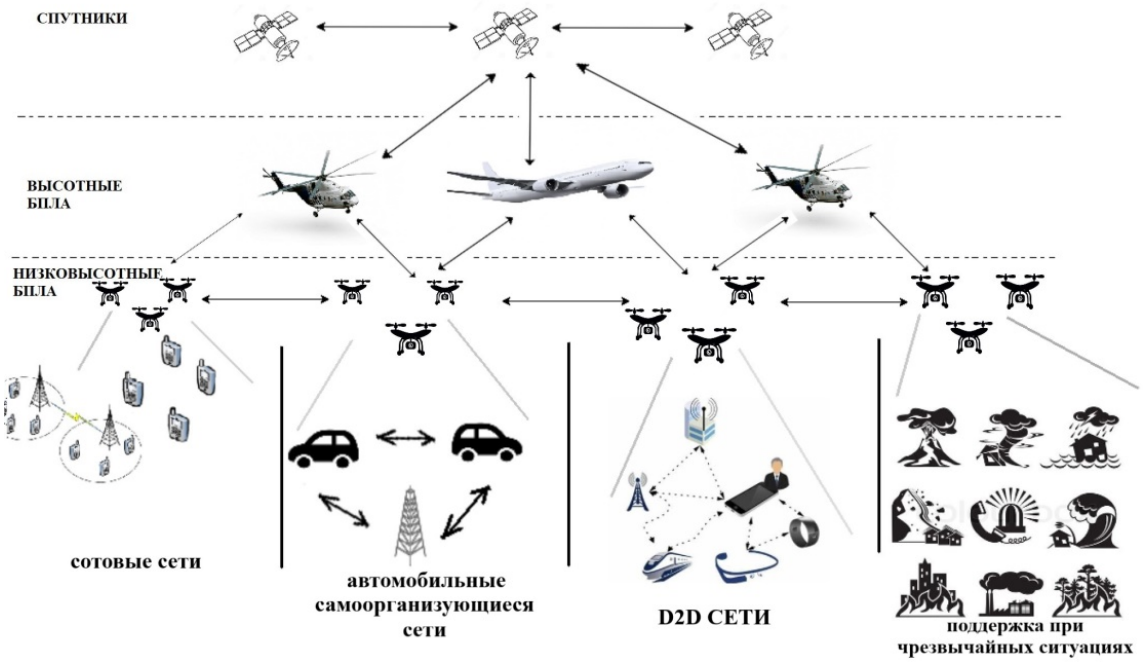


Рис. 1. Предлагаемая многоуровневая архитектура

1 уровень – БПЛА, реализующие функции Базовых станций. Осуществляют прием запросов пользователя и сбор данных от сенсорных устройств. Полученные данные и запросы передаются на 2 уровень БПЛА. В данной работе предлагается осуществлять передачу данных до ближайшего БПЛА 2 уровня.

2 уровень – БПЛА, выполняющие функции контроллера базовых станций и коммутатора SDN. Узлы данного уровня осуществляют прием запросов и данных от подконтрольных БПЛА и их передачу определенному (выбранному для обработки) БПЛА в пределах кластера или головному узлу для последующей передаче вычислительным устройствам вне кластера.

3 уровень – БПЛА, выполняющие функции головного узла и контроллера SDN. Осуществляют передачу запросов и данных от сенсорных устройств в многоуровневую облачную систему MEC.

При падении заряда батареи головного узла ниже определенного уровня будет осуществляться выбор нового головного узла. На новый головной узел будут передаваться функции контроллера SDN, функции по взаимодействию с Базовыми станциями и другими сегментами сети, а также по выбору БПЛА (одного или нескольких при формировании Fog кластера) для обработки запросов пользователей. Таким образом в процессе работы кластера БПЛА уровень 3 будет динамически изменяться.

БПЛА 2 уровня должны поддерживать один из возможных протоколов управления потоками в сетях SDN (Например, протокол OpenFlow).

Взаимодействие БПЛА между собой в пределах одного кластера будет осуществляться с использованием технологии D2D коммуникаций (возможность взаимодействия по технологии D2D должна быть реализована на всех кластерах).

Хранение данных от сенсоров необходимо реализовать на БПЛА 1 уровня, осуществляющих сбор показаний датчиков (таким образом данные будут храниться на том БПЛА, на который они поступили). При этом хранение данных для задачи сбора показаний с сенсорных полей должно обладать большей приоритетностью, чем задача хранения данных толерантных к задержкам.

Функции хранения данных, толерантных к задержкам, и выполнения запросов пользователя могут быть реализованы на любом БПЛА независимо от уровня системы.

В статье также предлагается предоставить БПЛА, осуществляющим выполнение пользовательских запросов, возможность обладать разным набором реализуемых сервисов. Реализация всех сервисов на каждом БПЛА приводит к излишнему использованию ресурсов БПЛА.

В организации канала связи между пользователями могут участвовать все БПЛА кластера.

Определения маршрута передачи данных, выбора БПЛА для обработки запросов пользователя, для хранения данных, а также определение БПЛА, участвующих в процессе организации канала связи в предлагаемой архитектуре будет осуществляться головным узлом.

Применение предлагаемой архитектуры

Данная архитектура позволяет освободить часть суммарных ресурсов БПЛА, которые впоследствии могут быть использованы для выполнения одной из задач применения.

Предложенный способ реализации контроллера SDN (на головном узле кластера БПЛА) обладает меньшими затратами ресурсов хранения, чем способ реализации контроллера SDN на всех БПЛА кластера, и меньшей нагрузкой от трафика управления потоками, чем при способе реализации контроллера SDN вне кластера БПЛА.

Кластеры БПЛА в сетях нового поколения, таких как 5G/IMT-2020 и сети 2030 году будут применяться [6]:

- В качестве поддержки наземным сетям. Например, БПЛА могут применяться для обеспечения связи в сетях автотранспорта.
- Для снижения высокой нагрузки в сотовых сетях, вызванной поступающим от пользовательских устройств трафиком.
- Для установления беспроводной связи по запросу в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций с частичным или полным уничтожением наземной инфраструктуры.
- В качестве поддержки при осуществлении процедуры хендовера в сетях с D2D взаимодействием.
- Нельзя также забывать, что кластеры БПЛА более эффективны для задачи сбора показаний датчиков с сенсорных полей, чем одиночные БПЛА.

В будущем кластеры БПЛА могут применяться и для предоставления соединения с пользователями сотовых сетей.

Выводы

В данной статье была предложена архитектура организации кластера БПЛА с интеграцией технологии SDN, позволяющая наиболее эффективно использовать ресурсы как отдельных БПЛА, так и всего кластера в целом. Были рассмотрены как основные способы применения БПЛА, так и возможные способы использования кластера БПЛА в сетях нового поколения.

Список используемых источников

1. V. Nikolayevich, A. Alzaghir, A. Volkov, A. Muthanna, A. Koucheryavy, Clustering algorithms for UAV placement in 5G and Beyond Networks // 2020 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT).
2. Шкляева А. В., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Методы тестирования летающих сенсорных сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 2. С. 43–52.
3. O. S. Oubbati et al.: Omar Sami Oubbati, Mohammed Atiquzzaman, Tariq Ahamed Ahanger, Atef Ibrahim, Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends // IEEE Access, Volume 4, 2020
4. Программно-конфигурируемые сети | Открытые системы. [Электронный ресурс] – https://www.osp.ru/os/2012/09/13032491
5. Recommendation Y.3300 Framework of software-defined networking, Geneva. – June 2014.
6. Bander Alzahrani, Omar Sami Oubbati, Ahmed Barnawi, Mohammed Atiquzzaman, Daniyal Alghazzawi, IEEEUAV assistance paradigm: State-of-the-art in applications and challenges // JOURNAL OF NETWORK AND COMPUTER APPLICATIONS,
7. A.Borodin, A.Koucheryavy, From IMT-2020 to Network-2030

УДК 004.77
ГРНТИ 49.33.35

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Д. В. Ермоленко, К. Х. Киличева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В последние годы Интернет вещей (IoT) широко используется в различных сферах деятельности человека таких, как здравоохранение, финансы, транспорт, системы безопасности, элементы умного города и др. Настоящая работа посвящена изучению надежности распределенной вычислительной системы для приложений интернета вещей, которая построена с применением концепции SDN и NFV и инструментов для автоматизации развертывания, масштабирования и управления сервисами в сетях нового поколения. В докладе будет проанализировано использование оркестратора Kubernetes и его возможностей по предоставлению доступа к приложению с точки зрения надежности подхода кластеризации вычислительных ресурсов. Так же будет уделено внимание безопасности сервиса от атак типа отказа в обслуживании, потому что вопрос безопасности данных остро стоит при внедрении таких сервисов. Если сервер приложений IoT подвергнется атаке, произойдет большая угроза в краже данных и обеспечении корректной работы инфраструктуры, за которую сервисы Интернета вещей ответственны.

кластерные вычисления, IoT, оркестрация, Kubernetes, надежность.

Введение

Интернет вещей – новая парадигма устройств связи, быстро набирающая силу в современных телекоммуникаций. IoT предоставляет удобные и выполнимые решения для различных приложений: здравоохранения, транспорта, безопасности, финансов и др [1]. Устройства собирают обширные данные, благодаря которым приложения, обрабатывающие их, предоставляют широкий набор удобных услуг и сервисов. Встроенные инструменты мониторинга и анализа дают большие преимущества в исследовании окружающей среды, системах управления бедствиями и здравоохранении.

Нарушение надежности и безопасности в системе IoT вредит деятельности человека. Приложения Интернета вещей наиболее уязвимы для атак типа отказ в обслуживании. Поэтому крайне важен анализ безопасности и надежности системы приложений IoT.

Для достижения надежности и гибкости системы возможно применение парадигмы распределенных вычислительных систем. Парадигма представляет совокупность вычислительных программных единиц и имеет единую точку входа для клиентов [3]. Распределенные системы позволяют оптимизировать приложения Интернета вещей в решении различных задач.

Для достижения вышеуказанных целей в работе необходимо: 1) рассмотреть построение распределенной системы; 2) исследовать обеспечение

безопасности от DoS-атак; 3) применить инструменты и подходы к развертыванию распределенных систем приложений IoT.

Постановка задачи для исследования

На сегодняшний день кластерные вычисления наиболее распространены в индустрии. Кластер – это компьютеры, обменивающиеся данными по высокоскоростной сети, объединенные для создания единого пула ресурсов. Все задачи в такой системе будут решаться параллельно с разбиениями на подзадачи и распределением по рабочим узлам.

Подход кластеризации отлично совмещается с микросервисной парадигмой построения приложений. Микросервисы предполагают разделение монолитного приложения на отдельные компоненты, реализующие функциональные единицы системы с преимуществами в: 1) снижении сложности; 2) декларативном подходе к развертыванию и обеспечению жизненного цикла приложений; 3) гибкости структур и инструментов; 4) масштабируемости; 5) отказоустойчивости [4].

Так как микросервисная архитектура и кластеризация относятся к программным архитектурам, то при построения распределенной системы для приложений Интернета вещей еще следует применять концепции NFV и SDN [5].

Для определения надежности и безопасности системы необходимо разработать концепт модели распределенной системы и провести сравнительное нагрузочное тестирование с целью выявления надежности доступа к сервису в зависимости от нагрузки и количества соединений. Такое тестирование может описать надежность как элемент безопасности от массированной атаки злоумышленников, которая нацелена на потерю доступа к приложениям Интернета вещей.

Следуя архитектуре NFV, технология контейнеризации является наиболее удобной и эффективной основой для вывода в эксплуатацию приложений IoT [6]. Для микросервисных контейнеров актуален вопрос оркестрации и управления данными. Такая инфраструктура сетевых и вычислительных ресурсов позволяет реализовать новые подходы к развертыванию приложений с необходимыми вычислительными ресурсами. В качестве приложения IoT лучше всего использовать REST api сервер, у которого в основе находится базовые методы протокола HTTP, позволяющие организовать универсальную работу с данными.

Модельная сеть вычислительного системы для приложений IoT

Предлагаемая вычислительная система, изображенная на рисунке 1, представляет из себя платформу, которая содержит локальный кластер, состоящий из балансировщика нагрузки, управляющего узла и нескольких рабочих узлов. Применяется декларативное для системных и рабочих сервисов. Количество рабочих узлов зависит от нагрузки и количества приложений,

добавление нового узла происходит путем установки, настройки компонентов Kubernetes и запросом на доступ к кластеру.

Граничный маршрутизатор является входной точкой в кластер для доступа устройств Интернета вещей. Для повышения отказоустойчивости управляющие узлы также можно объединить в кластер и синхронизировать их работу.

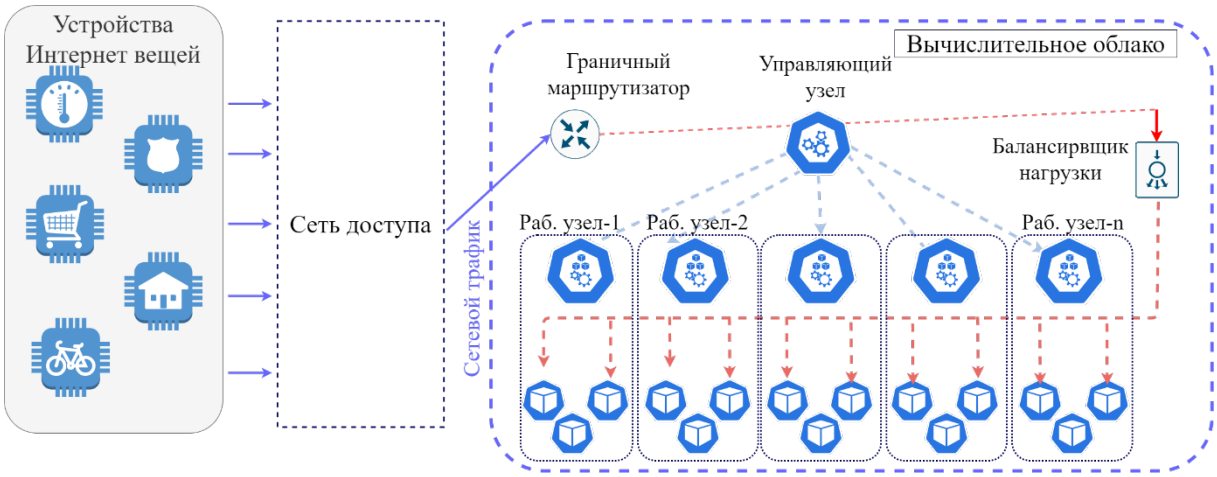


Рис. 1 Модельная сеть

Обеспечение сетевой связности

Объект **Service.** Сервисы позволяют связать приложение или его экземпляр за определенным IP-адресом и DNS-именем. Реализуется через IPtables или IPVS. Сетевые правила определяют передачу трафика от сервиса к pod'у (экземпляр приложения) платформы Kubernets. Сервис на базе IPtables реализует алгоритм round robin, что обеспечивает равномерное распределение трафика между экземплярами приложений.

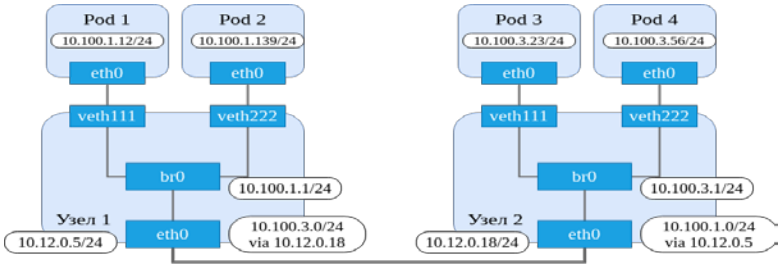


Рис 2. Схема оверлей сети flannel

Для обеспечения сетевой связности между компонентами кластера используются CNI-плагины, которые создают оверлей сеть, обеспечивающая маршрутизацию трафика между приложениями разных узлов [7].

Эксперимент платформа и результаты тестирования

DoS-атака реализуется путем загрузки цели трафиком или отправки ей информации для возникновения сбоя. Поэтому целью эксперимента является тестирование системы для подсчета показателя количества запросов в секунду,

обработанных приложением, от числа рабочих узлов и количество развернутых экземпляров. Для достижения этой цели была развернута сеть узлов, состоящая из управляющего узла и двух рабочих, а также отдельный хост, на котором производилась генерация трафика. Вся экспериментальная платформа развернута как сеть виртуальных машин. vSphere был установлен на сервере с процессором Intel Xeon E5-2620 v4. Каждая машина имела по 2 ядра vCPU.

Тестирование проводится в двух вариантах развертывания. Первый – в кластере один рабочий узел, на котором развернут 1 экземпляр приложения. Второй – два экземпляра по одному на узел. При развертывании не было никаких ограничений по потребляемым ресурсам.

В работе предлагается использовать балансировщик нагрузки metallb в режиме l2-layer и плагин сети flannel в режиме host-gw. конфигурация обеспечивает простоту настройки, низкие расходы ресурсов и высокую производительность.

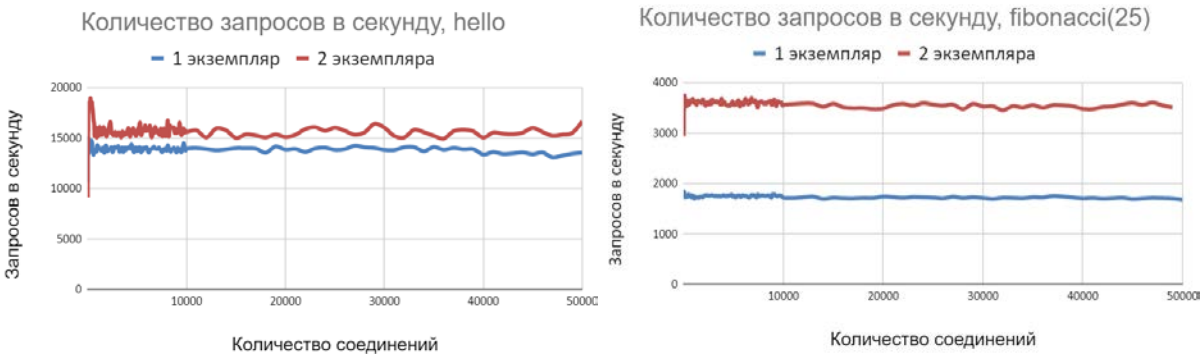


Рис. 3 Тестирование функций hello world и fibonacci(25)

Приложение представляет собой REST api сервер. Для тестирования использовались функции, которые отправляли ответ в виде json сообщения. Первая функция была доступна по пути /hello и в ответ отправляла сообщение hello world, т.е. имитирование максимума обработанных запросов. Для вызова второй функции использовался путь /fibonacci/n, где n – это входные данные для вычисления числа Фибоначчи, тем самым показывая вычислительную нагрузку при обмене данными.

Для создания нагрузки и получения необходимых показателей использовался современный HTTP измеритель производительности wrk.

На рисунке 3 представлены результаты тестирования системы. Приводится сравнение двух вариантов развертывания, один экземпляр приложения и два экземпляра, распределенные на двух рабочих узлах.

Данные, полученные из графиков, показывают, что использование распределенного подхода в проектирование вычислительной платформы для приложений IoT позволяет достигнуть более высокой производительности и повышенной отказоустойчивости. Эффективность в обработки и вычислениях позволяет нам сказать о том, что система также имеет повышенную безопасность от атак типа отказ в обслуживании, более того разрабатываются сервисы, которые работают рядом с контейнером приложения и следят за его

состоянием и трафиком, то есть возможно таким образом реализовать IPS/IDS систему. Единственный минус системы выявляется при крайне малом количестве подключений. На двух графиках в начале тестирования при количестве соединений равное 10 значения запросов в секунду ниже у второго варианта, где используются два экземпляра приложения. Данное явление можно объяснить тем, что есть несущественные расходы на распределение трафика.

Заключение

В этой статье мы предложили распределенную вычислительную платформу для приложений Интернета вещей на базе технологий NFV MANO, для развертывания, оркестрации и управления сервисами. Проведено успешное тестирование, в котором было выявлено, что система эффективна и способна к введению в эксплуатацию на реальных сетях связи. Основной целью тестирование было определить надежность системы в зависимости от нагрузки, и как показано в предыдущем пункте, при достаточно высокой нагрузке возможности по обработке множества соединений эффективны и носят линейный характер в зависимости от пула ресурсов кластера. Будущая работа будет заключаться в том, чтобы предоставить алгоритм и модель сети, которые обеспечат автоматизированный подход в оптимизации ресурсов и эффективном распределении трафика в зависимости от его типа.

Список используемых источников

1. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24
2. K. Zhao and L. Ge, "A Survey on the Internet of Things Security," in International Conference on Computational Intelligence & Security, 2013, pp. 663-667.
3. Andrew Tanenbaum Distributed Systems: Principles and Paradigms, 2nd ed. USA: Pearson Higher Education, 2007.
4. Sam Newman Monolith to Microservices: O'Reilly Media, Inc., 1st ed., USA. 2019. 274 с. ISBN 9781492047841
5. Программируемые сети SDN / А. Г. Владыко, А. С. Мутханна, Р. В. Киричек, А. Н. Волков, М. А. Маколкина, А. И. Парамонов. СПб.: Издательство «Лигр», 2019. 120 с. ISBN 978-5-907207- 41-7.
6. SDN/NFV Architecture for IoT Networks / Leonardo Valdivieso in WEBIST 2018At: Seville, Spain. DOI: 10.5220/0007234804250429
7. Marko Luksa Kubernetes in Action: Manning Publications Co. 2018. 594 с. ISBN: 9781617293726

УДК 004.716
ГРНТИ 49.33.29

СТРУКТУРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

А. А. Задорожняя, Д. О. Реутова, Р. В. Киричек
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Развитие технологий беспилотного автотранспорта выводят на рынок новые приложения для различных отраслей. Применение БПА возможно как в судоходстве и транспорте пассажиров, так и в доставке продуктов. Вопрос безопасности использования технологий становится крайне актуальным. Перед научным сообществом становится задача обеспечение сетевой поддержки для автомобиля, то есть создание новой структуры взаимодействия беспилотного автотранспорта с сетевой инфраструктурой. Эта структура получила название «Концепция второго поколения БПА».

беспилотный автомобиль (БПА), сетевая инфраструктура, датчики, лидары, сканеры радаров.

Развитие беспилотного автотранспорта шло активно с 2004 года. Многие крупные компании, такие как Yandex, Tesla, Google, Uber, General Motors занимались разработкой и тестированием беспилотные автомобили на своих полигонах. Считалось, что беспилотные автомобиль могут стать самым безопасным видом передвижения. Но в марте 2018 года в США произошел случай, в результате которого БПА причинил вред велосипедисту. Камера автомобиля не успела распознать движущийся объект, когда тот неожиданно выскочил на дорогу, вследствие чего машина не успела затормозить. После этого случая стал вопрос о необходимости дублирования функций принятия решения БПА на сторонние средства [1].

Существует несколько вариантов дублирования таких функций:

- На резервные копии на каждом устройстве. Например, поставить второй бортовой компьютер в авто, который дублирует действия первого и в случае сбоя, «подхватывал». Но такой вариант не решает вопрос обработки данных [2].

- Сетевая поддержка в облако. Концепция предполагает расположение вдоль дорог микрооблаков, которые будут принимать данные от автомобиля (данные со сканеров радаров, лидаров и датчиков), обрабатывать и «подтягивать» информацию о том, что происходит вокруг и передавать в виде управляющих команд на автомобиль. То есть эти микрооблака фактически есть сетевая поддержка для БПА [3].

Второй вариант дублирования получил название «Концепция второго поколения беспилотного автотранспорта». На данном этапе для этой концепции придумана эталонная архитектура, которую уже внедрили, такие концерны как General Motors и Tesla [4-5].

Международный союз электросвязи (МСЭ) представил эталонную модель

сети, которая включает в себя [6]:

- базовые станции, расположенные вдоль дороги
- микрооблака
- миниоблака
- высокоуровневые облака, которые собирают данные о том, что происходит вокруг.

Например, рядом с БПА движется человек с телефоном, данные о координатах телефона будут передаваться на базовую станцию и БПА будет его «видеть», получив данные из этого облака.

Второе поколение беспилотного автотранспорта заключается во взаимодействии беспилотного автомобиля и сетевой инфраструктуры (рис.1).

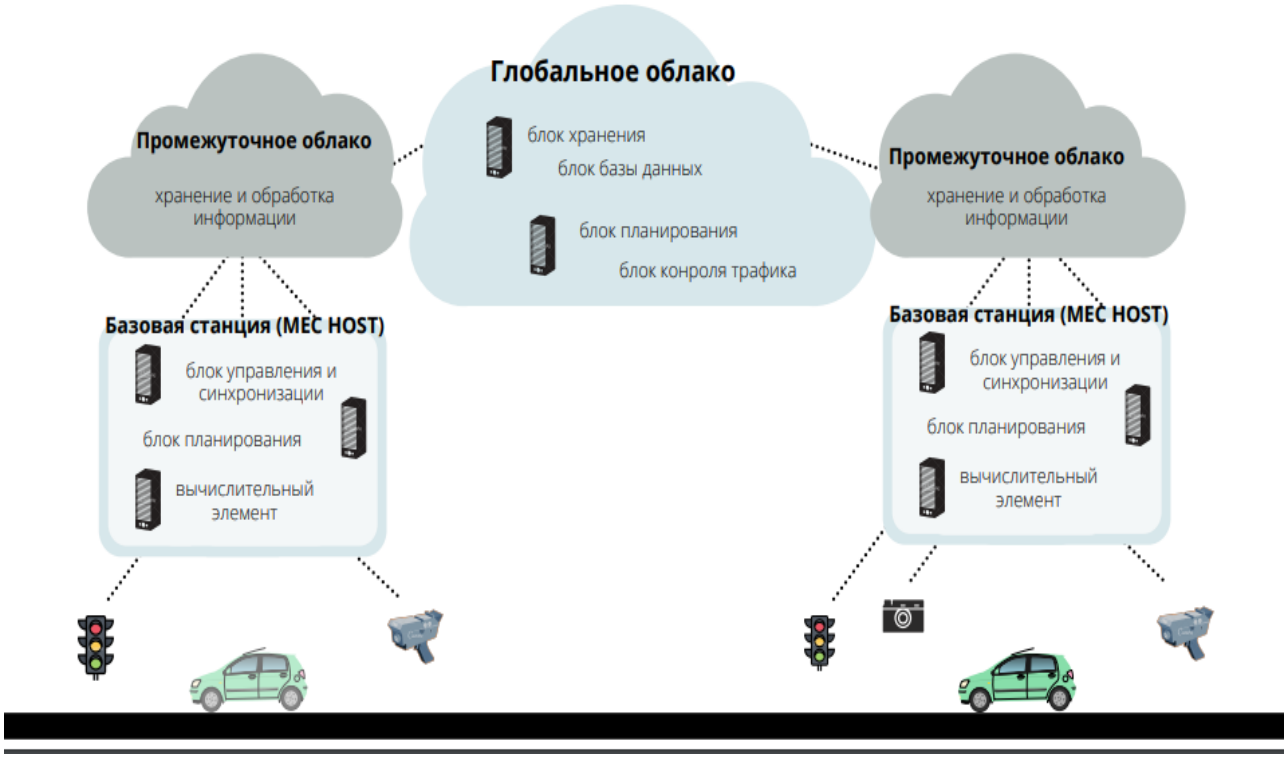


Рис. 1. Архитектура взаимодействия беспилотного автомобиля и сетевой инфраструктуры

Пример взаимодействия архитектуры беспилотного автомобиля и сетевой инфраструктуры: по дороге движется автомобиль, вдоль которой стоят базовые станции. Бортовой компьютер машины связывается с базовой станцией, для того чтобы просчитать правильность маршрута. Также он передает ей свои данные – координаты, скорость, данные с лидаров, камер и прочее. Базовая станция в свою очередь собирает данные обо всех устройствах, подключенных в Интернет, и передает их в промежуточное облако. Данные хранятся промежуточных облаках, там же идет планирование маршрута. Далее облако возвращает базовой станции информацию о возможных затруднениях на дороге. Базовая станция стоит маршрут и передает обратно беспилотному

автомобилю. В случае если на дороге возникает препятствие, тогда автомобиль должен либо остановиться, либо объехать его.

Сетевая инфраструктура включает в себя 3 основных уровня:

- Первый – базовая станция (MEC Host). MEC host состоит из вычислительного элемента, блок планирования, блока управления и блока синхронизации данных. Базовая станция собирает информацию с транспортных средств, светофоров, камер, размещенных на обочине дороги, и радаров, обрабатывает эти данные и строит маршрута для автотранспорта.
- Второй – промежуточное облако хранение и обработки информации.
- Третий – глобальное облако, которое состоит из блока хранения, блока планирования, базы данных карт, и блока контроля трафика.

Автомобиль оснащен средствами сбора информации (например: камеры сбора данных, радар, лидар). После начала движения автотранспорта данные об окружающей обстановке фиксируются и отправляются на ближайшую базовую станцию, которая расположена вдоль дороги. Данные, полученные из автомобиля, анализируются вычислительным элементом и дополняются информацией с базовой станции. Результат передается блоку управления, который строит маршрут с учетом всех возможных препятствий. После чего данные о безопасном маршруте передаются встроенному компьютеру беспилотного автомобиля, и он продолжает движение. Такая архитектура обеспечивает постоянный мониторинг обстановки на дороге и тем самым способствует предотвращению аварий.

Для реализации данной технологии требуется рассчитать сетевую задержку, которая возникает с момента передачи данных беспилотного автомобиля на базовую станцию и до возврата обработанной информации обратно автомобилю. Сетевая задержка зависит от следующих параметров:

- оптимальное расстояние между базовыми станциями;
- максимальное расстояние между автомобилем и базовой станцией;
- допустимая скорость автомобиля;
- расстояние между базовой станцией и глобальным облаком.

Следовательно, требуется рассчитать эти параметры для определения требований к сетевой задержке.

Что касается поведения БПА, в настоящее время на его борту находится большое количество устройств для считывания и позиционирования автомобиля - это лидары, радары, датчики. Во-первых, каждый из них генерирует большой объём трафика, во-вторых, каждый из них требует определенной скорости передачи данных, так как разные объёмы передаваемых данных.

Результатом анализа компании Huawei - в сутки БПА генерирует 1,5Тб данных, которые надо обрабатывать. В связи с этим, возникает вопрос, касающийся задач обработки данных и задач взаимодействия.

Соответственно возможно создание различных приложений: удаленная диагностика, возможность мониторинга дорожной сети в целом, предсказания каких-то аварий на базе примененных замером.

В заключение, хочется отметить, что подходы, которые сейчас используются:

1. БПА с сетевой поддержкой;
2. Использование «привязных мультикоптеров», как базовой основы для ретрансляции данных, организации связи там, где она не предусмотрена (в труднодоступных районах, где нет традиционных БС);
3. Организация каналов связи между инфраструктурой и БПА.

Использование высокоскоростных каналов необходимое условие для передачи данных между элементами архитектуры. Из расчетов задержка для БПА должна составлять 20 мс. За это время данные должны считаться с автомобиля, далее они должны быть доставлены в облако, обработаны в облаке и вернуться обратно в виде управляющей команды.

Возникает вопрос: через какое расстояние ставить эти микрооблака и через какое расстояние ставить придорожные базовые станции (БС), которые будут принимать радиосигнал?

Таким образом, задачи на 2021-2024 год: создание архитектуры и разработка требований построения сетевой инфраструктуры БПА.

Список используемых источников

1. Kröger F., Automated Driving in Its Social, Historical and Cultural Contexts. In: Maurer M., Gerdes J., Lenz B., Winner H. (eds) Autonomous Driving // ISBN 978-3-662-48847-8, Springer, Berlin, Heidelberg, 2016.

2. Dietmar P. F. Möller Roland E. Haas Guide to Automotive Connectivity and Cybersecurity // ISSN 1617-7975, ISSN 2197-8433 (electronic), Computer Communications and Networks, ISBN 978-3-319-73511-5 ISBN 978-3-319-73512-2 (eBook), Library of Congress Control Number: 2018932982, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019, 2019, C. 30.

3. AsFAULT: Testing Self-Driving Car Software Using Search-based Procedural Content Generation// IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE- Companion) ISBN: 978-1-7281-1764-5, ISSN: 2574-1934, 2019.

4. CNBC, “Uber fatal crash: Self-driving SUV saw pedestrian, didn’t brake: feds,” May 2018.

5. S. Levin, “Tesla fatal crash: ’autopilot’ mode sped up car before driver killed, report finds,” The Guardian, June 2018.

6. ITU-T SG 20. Recommendation Y.NDA-arch "Functional architecture.

УДК 004.04(8)
ГРНТИ 47.63.31

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ ОТ НОСИМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

А. А. Парфенова, Р. В. Киричек
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается методы сбора данных от носимой электроники для возможного дальнейшего анализа и прогнозирования возможных болезней для медицинских приложений. Сбор и анализ данных необходим для внедрения и оптимизации удаленного мониторинга жизнедеятельности человека Рассмотренная методология может быть использована для разработки медицинских приложений отслеживания жизненно важных показателей и прогнозирования болезней.

интернет вещей, фитнес-трекер, измерение пульса.

Введение

В наше время большой популярностью пользуются множество умных устройств, такие как смартфоны, смарт-часы и т.д., направленных на отслеживание базовых показателей физической формы человека. Каждый носит их по своим причинам. Фитнес-браслеты, как пример такого устройства, может иметь множество функций:

- Измерение пульса.
- Умное пробуждение.
- Измерение давления
- Подсчет числа шагов и пройденного расстояния.
- Подсчет калорий.

Получаемые показатели могут быть успешно использованы для отслеживания здоровья человека, анализа и прогнозирования возникновение некоторых болезней.

В связи с эпидемиологической ситуацией в мире потребность в изучении удаленного мониторинга жизнедеятельности человека многократно возросла. Развитие данной области поможет снизить время выявления возможной болезни на ранних этапах и снизить вероятность распространения болезни. Так отслеживание показаний пульса помогает оценить общее состояние пациента и его степень интоксикации корона-вирусом. В некоторых случаях бессимптомного протекания болезни COVID-19 возможно резкое ухудшение самочувствия пациента. И одним из способов предотвращения такого развития событий может быть мониторинг пульса человека.

Сбор данных

В процессе работы были использованы смартфона на базе Android и фитнес-браслет Xiaomi Mi band 1s.

Первый этап – сбор данных. Это можно сделать нескольким способами:

1. Запрашивать данные от приложения.

Компания Xiaomi предоставляет экспорт данных из самого приложения Mi Fit или учетной записи Mi на сайте. Данные приходят на указанную почту в виде архива. Вся статистика (активность, сон, пульс, состояние тела) разложена по соответствующим каталогам и записана в файлах с расширением CSV.

date	time	heartRate
01.10.2020	14:05:00	68
01.10.2020	14:15:00	65
01.10.2020	14:25:00	65
01.10.2020	14:35:00	62
01.10.2020	14:45:00	63
01.10.2020	14:55:00	66
01.10.2020	15:05:00	62
01.10.2020	15:15:00	82
01.10.2020	15:25:00	82
01.10.2020	15:35:00	77
01.10.2020	15:45:00	62
01.10.2020	15:55:00	61
01.10.2020	16:05:00	61
01.10.2020	16:15:00	63
01.10.2020	16:25:00	61
01.10.2020	16:35:00	63
01.10.2020	16:45:00	70
01.10.2020	16:55:00	62
01.10.2020	17:05:00	63
01.10.2020	17:15:00	64

Рис. 1. Пример данных полученных от производителя.

1. Собрать самостоятельно.

Так же данные можно собрать самостоятельно. Для этого сначала следует извлечь SQLite базу данных со смартфона, в которой хранятся собираемые метрики. В случае Android'a делается это предельно просто.

Android подключается по USB к компьютеру в режиме отладки ;

С помощью драйвера ADB делается бэкап приложения:

```
adb backup -f mi.ab -noapk -noshared com.xiaomi.hm.health;
```

Создаем резервную копию

```
dd if=mi.ab bs=1 skip=24 | python -c "import zlib,sys;sys.stdout.write(zlib.decompress(sys.stdin.read()))" > mi.tar;
```

Распаковываем архив с БД:

```
tar xvf mi.tar apps/com.xiaomi.hm.health/db/ 2>&1 | tee -a log;
```

Копируем БД:

```
cp -f apps/com.xiaomi.hm.health/db/origin_db* ./db/.
```

Как результат, мы получаем SQLite базу данных с именем файла db/origin_db_[0-9]+$, в которой хранятся метрики Mi Band.

Метрики хранятся в таблице DATE_DATA:

```
df = pd.read_sql_query("SELECT * from DATE_DATA", con)
```

Таблица состоит из 14 столбцов, содержит информацию о дате, сне, активности, пульсе и номер девайса, от которого получены данные.

Колонки в таблице, которые представляют интерес:

Таблица 1. Необходимые колонки из базы данных.

Колонка	Описание
DATE	дата
DATA_HR	сырые поминутные данные пульса

Так же энтузиасты уже автоматизировали данный процесс и собрали все команды в пакетные сценарии и даже создали для визуализации данных веб страницы.

Анализ сырых данных

Вторым этапом необходимо проанализировать данные.

Пульс имеет значения от 0 до 255.

В случае наличия короновирусной инфекции, при нахождении пациента вне стационара, количество ударов сердца в минуту может показать возможный уровень тяжести интоксикации:

- Легкое течение. Показатели находятся в диапазоне 60–80 ударов в минуту. Пульс хорошо определяется.
- Среднетяжелое течение. Пульс– превышает 100–120 ударов в минуту. А вот прощупать пульс можно не всегда.
- Тяжелое течение. Наличие одышки. Пульс определяется как нитевидный с частыми перебоями.
- Крайне тяжелое течение. Пульс менее 40 ударов в минуту, что указывает на серьезные поражения сердца.
- Так же в случаи выявленной аритмии (резких изменений значений пульса), необходима срочная госпитализация в стационар.

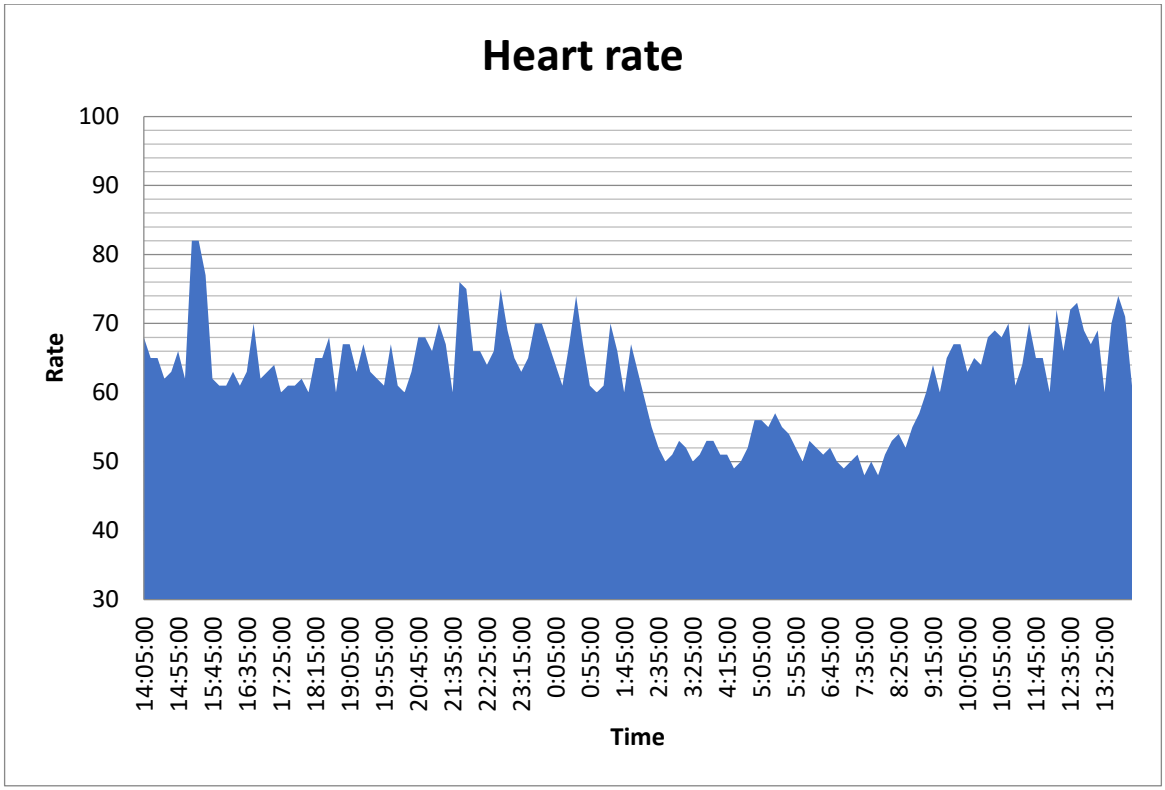


Рис. 2. Визуализация показателей пульса.

На графике можно наблюдать визуальное представление изменения пульса испытуемого, молодой девушки 23-х лет, в течение 24 часов. В период с 02:05 до 10:45 наблюдается снижение ЧСС, что аргументируется периодом сна. В течение часа после пробуждения значение пульса колебалось от до . Так же за время отслеживания, можно заметить, что пульс учащался несколько раз, это вызвано приемом кофе и никотина. Никакой физической активности за время сбора информации не было. Максимальное значение пульса было 82, минимальное 48. Однако анализируя полученные данные, можно заметить, что показатели пульса находятся в рамках возрастной нормы. Наличие вируса маловероятно или же болезнь протекает в легкой бессимптомной форме, не угрожающей общему процессу жизнедеятельности. Для более точного определения необходимо использовать устройства контроля показателей здоровья с более широким спектром функций, например с оксиметром.

Заключение

В данной статье были изучены различные методы сбора данных показателей здоровья на основе использования фитнес-браслета.

Дальнейшее развитие данной темы позволит создавать полноценные медицинские приложения, которые позволят увеличить продуктивность и уменьшить время обслуживания пациента. Представленные в статье методологии могут быть использованы для разработки медицинских приложений отслеживания жизненно важных показателей и прогнозирования возникновения болезней.

Список используемых источников

1. Гончарук С.В., Сечная А.Е. Современные технологии в спорте: фитнес-браслеты // Вестник научных конференций. – 2019. – № 12-2 (52). – С. 46-48.
2. Орлова, Е. Ю. Фитнес трекеры: понятие, функции, преимущества и недостатки // Евразийское научное объединение. — 2020. – № 6-6 (64) – С . 459-460.
3. Шарикова , М. И. Исследование методов построения алгоритмов для измерения пульса // novainfo.ru. – 2017. – №71.– с. 1-6.

УДК 004.725.5
ГРНТИ 49.37.29

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАФИКА СЕТИ СТАНДАРТА LORAWAN

А. Ю. Петрова, Е. А. Сафронова, Н. П. Слепцова, А. И. Парамонов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной статье приведен анализ архитектуры сети и технологии LoRaWaN. Авторами было рассмотрено использование LoRaWaN в задачах телеметрии и построена общая модель и предложена имитационная модель для анализа трафика и функционирования сети. На основе полученные данных были сделаны выводы о общем характере трафика сети стандарта LoRaWaN.

технология LoRaWaN, радиомодуль, прибор учета, трафик, телеметрия

Введение

В настоящее время набирает популярность технологии IoT (Internet of Things). Под определением Интернета вещей подразумеваются всевозможные устройства, обладающие способностью взаимодействия друг с другом по сети, для обмена информацией. Эти устройства могут применяться в таких сферах, как транспорт, коммунальные сети, телекоммуникации, медицина, безопасность и многие другие. Однако, использование концепции IoT в рамках существующих технологий, например, Wi-Fi, LTE не всегда осуществимо, поскольку прогнозируемое количество подключенных устройств и мест их размещения зачастую выходит за рамки возможностей этих технологий. Вендоры стремятся повысить производительность устройств и снизить их энергозатратность. В связи с такими потребностями и появилась технология LoRaWAN. В ряде случаев данная технология может оказаться эффективным средством реализации сетей Интернета вещей.

Технология LoraWan.

LoRaWAN – это один из типов энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия. Стандарт разработан и поддерживается Lora Альянсом, данный Альянс состоит из международных телекоммуникационных компаний и производителей [1].

Технологическая платформа LoRaWAN делится на два компонента:

LoRa: проприетарная технология с радио модуляцией LoRaWAN, использующая беспроводную связь для подключения между конечными устройствами и шлюзами.

LoRaWAN: протокол управления доступом, использующий для идентификации MAC адрес для передачи и управления сообщениями между сетевым Сервером LoRaWAN и конечным устройством.

В качестве демонстрации применения технологии LoRAWAN можно привести следующие примеры:

- получение показаний счетчиков коммунальных ресурсов;
- создание логистики складов, хранилищ, умные парковки, контроль транспорта на ограниченной территории;
- мониторинг состояния контейнеров и емкостей на производстве, анализ эксплуатации оборудования;
- управление городским освещением, отслеживание погоды.

Архитектура LoRaWAN

Сеть LoRaWAN представлена на 1 рисунке и состоит из следующих элементов и имеет топологию звезда: конечное устройство, шлюзы, сетевой сервер и сервер приложений [2].

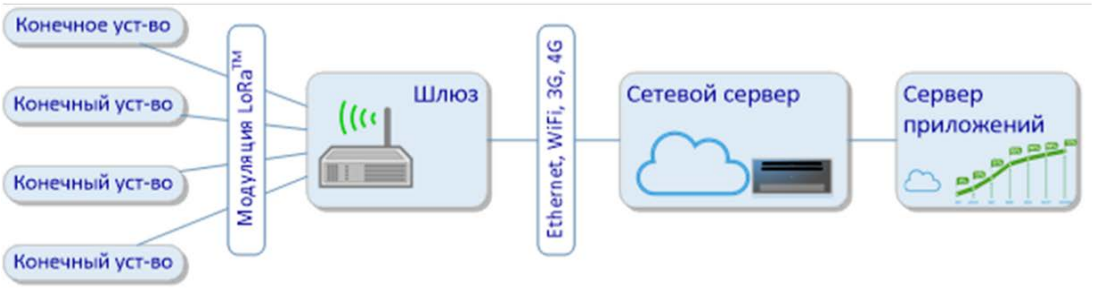


Рис.1. Архитектура сети стандарта LoRaWan.

Конечное устройство (устройство сбора и передачи данных – УСПД) - предназначено для осуществления управляющих или измерительных функций. УСПД бывает двух типов: 1) для подключения к приборам учёта через внешний интерфейс; 2) представляет собой прибор учёта с интегрированным в него радиомодулем.

Шлюз (базовая станция - БС) – устройство, принимающее данные от конечных устройств с помощью радиоканала и передающее их в сеть передачи данных. К одной базовой станции может быть подключено несколько тысяч устройств, однако одновременно передавать данные могут только 40 из них (на данным момент в России из-за ограничения ГКРЧ на частотный диапазон и особенностей технологии). БС не принимает участия в обработке пакетов, прозрачно пропуская через себя весь входящий трафик.

Сетевой сервер СС - предназначен для управления сетью: задания расписания, адаптации скорости, хранением и обработкой принимаемых данных. К СС происходит подключение всех УСПД и БС, сетевыми параметрами которых он впоследствии управляет. Данные передаются по сети и хранятся на СС в зашифрованном виде, откуда их может получить сервер приложений.

Сервер приложений СП - может удаленно контролировать работу конечных устройств и собирать необходимые данные с них.

Основные характеристики:

- Дальность действия (1-3 км покрытие от одной БС в городе, до 15 км – в сельской местности)
- Длительный срок службы батареи (>10 лет)
- Низкая стоимость
- Низкий тариф данных (300-5500 бит\сек)
- Двунаправленный
- Безопасный
- Масштабируемость
- Три класса конечных устройств
- Ширина канала 125 кГц, расстояние между центрами соседних каналов – 200 кГц

Использование в телеметрии

Технология LoRaWaN активно используется во многих сферах, например, для направления «Умный город», которое включает в себя разные услуги: IP-видеонаблюдение, IP- домофония, СКУД и телеметрия [3].

Телеметрия представляет из себя услугу автоматизированного сбора данных с приборов учета, установленных в домах пользователей, для накопления и дальнейшего анализа. Для обеспечения удаленного снятия показаний приборов учета и передачи полученных данных поставщику ресурсов, требуется построение системы удалённого сбора показаний. Для этого в дома устанавливаются считыватели по количеству квартир, базовая станция с антеннами на определенный радиус действия, в зависимости от плотности покрытия и рельефа местности [4].

Моделирование LoRaWaN и его характеристики.

Для анализа трафика и качества обслуживания построим модель сети опираясь на ряд допущений. Будем рассматривать два основных варианта функционирования сети: с коллизиями и с предотвращением коллизий. Оба эти варианта могут быть практически реализованы.

Для моделирования взаимодействия устройств со шлюзом воспользуемся системой имитационного моделирования AnyLogic[5]. Построенная модель канала передачи с коллизиями будет состоять из источников трафика, имитирующих приборы учета, шлюза и сервера получателя.

Параметры передаваемого трафика зависят от количества устройств учета в зоне обслуживания шлюза (от радиуса покрытия), от скорости передачи, от рельефа местности и других факторов .

В зависимости от условий распространения сигнала выбирается определенный набор параметров протокола передачи. За это отвечает ряд параметров, таких как SF (spreading factor) – коэффициент, к которому привязываются параметры передачи и приема. SF – это целое число, в стандарте он предусмотрен от 12 до 7. Чем выше SF, тем лучше помехозащищенность линии, но тем ниже скорость и тем больше времени в эфире занимает передача. Для примера, максимальная помехозащищенность достигается на SF=12. При этом время пакета в эфире составляет 2,466 сек, а скорость – 292 бит/сек. Однако, чем больше датчиков будут использовать

шлюз, тем больше времени в эфире они займут. Потому, при хороших радиоусловиях, SF будет меньше. Растет скорость — падает время передачи.[6]

На рисунке 2 представлена модель, состоящая из нескольких приборов учета, которые передают данные на шлюз, далее на устройство, обрабатывающее и анализирующее трафик, в итоге неповрежденные данные приходят к получателю.

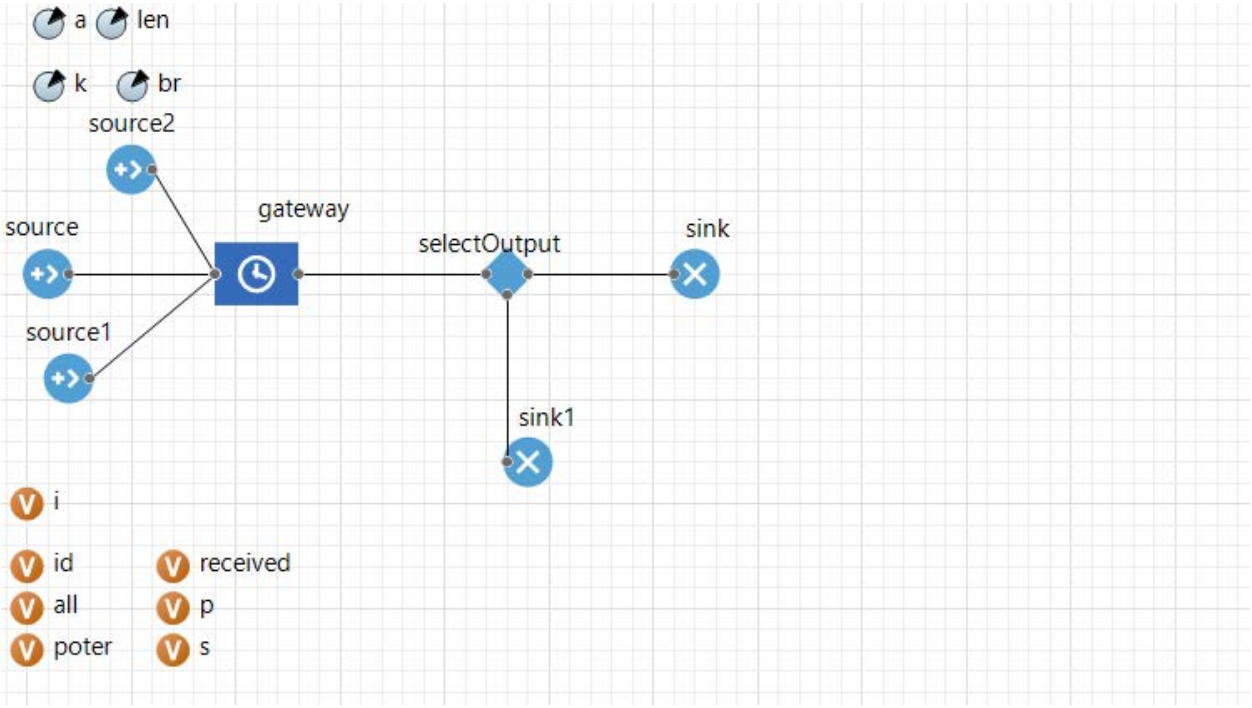


Рис.2. Имитационная модель канала передачи данных с коллизиями.

Модель позволяет проанализировать трафик, полученный с датчиков, определить вероятность появления коллизий, а также увидеть зависимость между интенсивностью нагрузки и вероятностью коллизий, чем больше будет приборов учета, тем больше будет вероятность появления коллизий. Данная модель также позволяет оптимизировать интенсивность обслуживаемого трафика по вероятности коллизий.

Вывод

По данным исследования можно сделать вывод о том, что технология LoRaWaN набирает популярность и активно развивается и внедряется во многие сферы. Анализ имитационной модели показал, что необходимо создавать определенные условия для получения данных с заданным качеством, с малой вероятность потерь. Технология уже применяется в разработках экосистемы «умный город», отслеживании активов, обслуживании систем HVAC и электронике, контроле окружающей среды, управлении подачей электроэнергии, прогнозной очистке помещений.

Список используемых источников

1. [1] Что такое LoRaWan?- [Электронный ресурс] https://habr.com/ru/company/nag/blog/371067/
2. [2] Paramonov, A. M2M Traffic Models And Flow Types In Case Of Mass Event Detection / A. Paramonov, A. Koucheryavy // Lecture Notes in Computer Science. — 2014. Т. 8638. — С. 294–300.
3. [3] Обзор технологии LoRa. [Электронный ресурс] - https://itechinfo.ru/node/46
4. [4] Scalability analysis of large-scale LoRaWAN networks in ns-3 Floris Van den Abeele, Jetmir Haxhibeqiri, Ingrid Moerman, Jeroen Hoebeke Ghent University – imec, IDLab, Department of Information Technology Technologiepark Zwijnaarde 15, B-9052 Ghent, Belgium JOURNAL OF LATEX CLASS FILES, VOL. 14, NO. 8, AUGUST 2015
5. [5] Махмуд Омар Абдулкарим Махмуд. Исследование и разработка моделей трафика и методов выбора структуры сетей интернета вещей: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.12.13 / Махмуд Омар Абдулкарим Махмуд;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»], 2019
6. [6] Cluttered Traffic Distribution in LoRa LPWAN Nur Aishah Bt. Zainal, Mohamed Hadi Habaebi, Israth Chowdhury, Md Rafiqul Islam Electrical and Computer Engineering Department, Kulliyyah of Engineering, International Islamic University Malaysia, Malaysia Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science Vol. 10, No. 1, April 2018, pp. 214~223

УДК 621.391
ГРНТИ 49.37.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ УЗЛОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ С ЯЧЕИСТОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

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

Проникновение информационных технологий в различные области деятельности привело к созданию беспроводных сенсорных сетей, которые являются составной частью ведомственных сетей или сетей связи общего пользования. Одним из новых типов беспроводных сетей является технология LPWAN. Для реализации ячеистой сети рассмотрим построение трёхмерной модели участка ячеистой сети.

Развитие технологии LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) предполагает переход от сетевой топологии «звезда» к топологии «mesh» (ячеистой сети). Такой переход подразумевает процедуру определения координат беспроводной ячеистой сети.

Самым распространённым методом решения задач определения узлов в сетях LPWAN является геометрическим. Местоположение узла определяется посредством поступающих из него сигналов на основе физических величин, зависящие от дислокации излучающей антенны. Вследствие получения данных определение местоположения находится при помощи геометрических построений. Для определения местоположения источника радиоизлучений дальномерный метод используется в подавляющем большинстве случаев в беспроводных сетях.

При использовании дальномерного метода в первую очередь используется расчет расстояния между излучающей и принимающей антеннами по данным показателя уровня принимаемого сигнала, **RSSI** (англ. received signal strength indicator).

Для рассматриваемых радиочастот длина волны составляет 0,34 м. Это означает, что дальность радиосигналов в заданном диапазоне распространяется в пределах прямой видимости, определяемого по формуле:

$$d_{LOS} = 3{,}57\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right),\ \text{км}, \qquad (1)$$

где d_{LOS} – расстояние прямой видимости, h_1, h_2– высота подвеса излучающей и принимающей антенн, м.

При использовании расчета расстояния между излучающей и принимающей антеннами по данным показателя уровня принимаемого сигнала **RSSI**, необходимо учесть, что распространение радиосигнала осуществляется в условиях городской планировки, где постройки чаще всего находятся близко по отношению друг к другу. На вход приемника кроме полезного сигнала, также поступает множество копий полезного сигнала: дифракции, рассеяния и отражения радиосигналов. Кроме того, что описанные выше копии полезного сигнала имеют разное запаздывание, объекты,

создающие их, могут перемещаться в пространстве, создавая доплеровский сдвиг в отраженные радиоволны. В таких условиях вычисление точной модели распространения сигналов невозможно. В данном случае необходимо применение обобщённой модели потерь на трассе [1]:

$$PL(d,f)=10\alpha\lg(d_{m,n})+\beta+10\gamma\lg(f)+N(0,\sigma),\ \text{дБ}, \quad (2)$$

откуда

$$\hat{d}_{m,n}=10^{\frac{PL(d_{m,n},f)-(\beta+10\gamma\lg(f)+N(0,\sigma))}{10\alpha}},\text{м} \quad (3)$$

где $d_{m,n}$– евклидово расстояние между излучающей и принимающей антеннами узлов m и n, м; $\hat{d}_{m,n}$– оценка евклидова расстояния $d_{m,n}$; f– частота несущего колебания, ГГц; α=2,12– коэффициент, связанный с увеличением потерь на трассе с расстоянием; β=29,2– коэффициент значения смещения потерь на трассе; γ=2,11– коэффициент увеличения потерь на трассе с частотой; $N(0,\sigma)$– случайная гауссова величина с нулевым средним и стандартным отклонением σ=5,16. Значения коэффициентов α, β, γ и стандартного отклонения σ приведены для городской зоны многоэтажной или малоэтажной застройки при условиях распространения радиоволн в зоне прямой видимости.

Беспроводные сети с ячеистой топологией, предполагают немалое количество сетевых узлов, которые будут располагаться близко относительно друг друга. Это позволит выделить участки с полносвязной топологией и может стать основой для воссоздания трехмерной модели всей сети.

Построение трехмерной модели участка ячеистой сети.

Пусть отдельный фрагмент беспроводной ячеистой сети, состоящий из N узлов с полносвязной топологией, рассматривается как некоторое множество $S:=\{s\}$, мощностью N: $|S|=N$. Узел данного фрагмента сети -s_n, где $n=1,2...N$ – порядковый номер узла. Расстояния между узлами данного участка-$\hat{d}_{mn}$, на основе которых может быть составлена матрица квадратов расстояний $\hat{\mathbf{D}}$. Матрица $\hat{\mathbf{D}}$ является симметрической и имеет размерность N.

Для восстановления трехмерной модели фрагмента сети S на основе матрицы квадратов расстояний $\hat{\mathbf{D}}$ применяется метод метрического многомерного шкалирования [3], предназначенного для уменьшения размерности набора признаков (в данном случае до 3-х).

Матрица $\hat{\mathbf{D}}$ может быть представлена через спектральное разложение:

$$\hat{\mathbf{D}}=\mathbf{U}\cdot\mathbf{\Lambda}_D\cdot\mathbf{U}^T=\hat{\mathbf{X}}\cdot\hat{\mathbf{X}}^T, \quad (4)$$

где $\mathbf{U}$– некоторая вещественная ортогональная матрица; $\mathbf{\Lambda}_D$– диагональная матрица собственных значений $\hat{\mathbf{D}}$, $\hat{\mathbf{X}}$ -координаты узлов.

Т.к. $\operatorname{tr}\hat{\mathbf{D}}=0$, то $\mathbf{\Lambda}_D$ будет содержать хотя бы один отрицательный элемент. Поскольку $\hat{\mathbf{X}}=\mathbf{U}\cdot\mathbf{\Lambda}_D^{1/2}$, отрицательные собственные значения дают комплексную матрицу $\dot{\mathbf{\Lambda}}_D^{1/2}$, следовательно, значения координат также не будут вещественными. Решение данной проблемы возможно за счёт двойного

центрирования матрицы $\hat{\mathbf{D}}$ путем попеременного центрирования матрицы по столбцам и по строкам:

$$\mathbf{J}\cdot\hat{\mathbf{D}}\cdot\mathbf{J}=\left(\mathbf{E}-\frac{1}{N}\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}\right)\cdot\hat{\mathbf{D}}\cdot\left(\mathbf{E}-\frac{1}{N}\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}\right)=\mathbf{Z}. \quad (5)$$

где $\mathbf{E}$– единичная матрица размерности N; $\mathbf{I}$=(1,1…1)– N-мерный вектор-строка.

Симметрическая матрица $\mathbf{Z}$ дважды центрированная, также является симметричной, её можно представить в виде спектрального разложения:

$$\mathbf{Z}=\mathbf{U}\cdot\mathbf{\Lambda}_Z\cdot\mathbf{U}^T, \quad (6)$$

где $\mathbf{\Lambda}_Z$– диагональная матрица собственных значений $\mathbf{Z}$,; $\mathbf{U}=\begin{pmatrix}\mathbf{u}_1 & \mathbf{u}_2 & \dots & \mathbf{u}_N\end{pmatrix}$ – $N\times N$- матрица собственных векторов-столбцов $\mathbf{u}_n$.

Выбор трёх максимальных собственных значений и соответствующих векторов-столбцов позволяет сформировать матрицу координат узлов в трехмерном пространстве.

$$\hat{\mathbf{X}}=\begin{pmatrix}\mathbf{u}_1 & \mathbf{u}_2 & \mathbf{u}_3\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}\sqrt{\lambda_1} & 0 & 0\\ 0 & \sqrt{\lambda_2} & 0\\ 0 & 0 & \sqrt{\lambda_3}\end{pmatrix}=\mathbf{U}_3\mathbf{\Lambda}_3^{1/2}, \quad (7)$$

Матрица эквивалентных скорректированных квадратов расстояний описывается выражением [3] [4]:

$$\hat{\mathbf{D}}_{2э}=\hat{\mathbf{D}}_2-\frac{k_a}{2}\left(\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}-\mathbf{E}\right). \quad (8)$$

Тогда двойное центрирование матрицы $\hat{\mathbf{D}}_{2э}$ принимает вид:

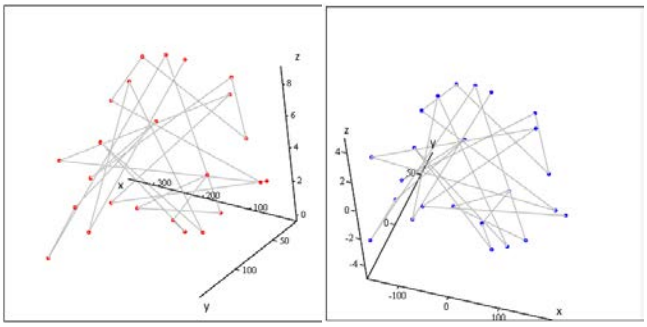
$$\mathbf{J}\cdot\hat{\mathbf{D}}_{2э}\cdot\mathbf{J}=\left(\mathbf{E}-\frac{1}{N}\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}\right)\cdot\left(\hat{\mathbf{D}}_2-\frac{k_a}{2}\left(\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}-\mathbf{E}\right)\right)\cdot\left(\mathbf{E}-\frac{1}{N}\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}\right)=\mathbf{Z}+\frac{k_a}{2}\left(\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}-\mathbf{E}\right). \quad (9)$$

Спектральное разложение матрицы (3) позволяет получить:

$$\mathbf{Z}_э=\mathbf{Z}+\frac{k_a}{2}\mathbf{J}=\mathbf{U}\cdot\left(\mathbf{\Lambda}_Z+\frac{k_a}{2}\mathbf{E}\right)\cdot\mathbf{U}^T-\frac{k_a}{2N}\mathbf{I}^T\cdot\mathbf{I}. \quad (10)$$

Пространственные преобразования

Построение трехмерной модели участка ячеистой сети дает значения координат каждого из узлов $s_n \in S$: $\begin{pmatrix}x_n^* & y_n^* & z_n^*\end{pmatrix}$с центром масс подсети в точке начала координат. На рисунке 1 представлены узлы фрагмента беспроводной ячеистой сети. Представление фрагмента сети в виде графа позволяет увидеть, что восстановленная по данным о расстояниях, полученных методом SDS-TWR, трехмерная модель фрагмента сети соответствует исходной, однако расположена в другой системе координат. Обозначим систему координат фрагмента беспроводной сети как СК1, а систему координат фрагмента сети, полученного в результате расчетов– СК2.



а) б)

Рисунок 1. Расположение в трехмерном пространстве узлов исходного а) и рассчитанного б) фрагментов беспроводной ячеистой сети

Таким образом, для нахождения координат узлов необходимо осуществить сдвиг и вращение вокруг некоторой оси узлов фрагмента сети, что может быть описано матрицей пространственных преобразований:

$$\mathbf{x}_n = \begin{pmatrix} x_n^* & y_n^* & z_n^* & h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_n & y_n & z_n & 1 \end{pmatrix} \cdot \mathbf{T}, \qquad (11)$$

где h–однородный координатный множитель; **T**– блочная матрица некоторого пространственного преобразования вида.

Матрица пространственных преобразований, описывающая сдвиг в трехмерном пространстве, имеет вид: $\mathbf{S} = \begin{pmatrix} \Delta x & \Delta y & \Delta z \end{pmatrix}$, где $\Delta x, \Delta y, \Delta z$– величины смещения вдоль координатных осей *ox*, *oy*, *oz*.

Матрица произвольного вращения может быть получена как результат некоммутативного произведения матриц поворота $\mathbf{R}_x$, $\mathbf{R}_y$, $\mathbf{R}_z$ вокруг главных осей на углы: α_x, α_y, α_z:

$$\mathbf{R}_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha_x) & \sin(\alpha_x) \\ 0 & -\sin(\alpha_x) & \cos(\alpha_x) \end{pmatrix}, \quad \mathbf{R}_y = \begin{pmatrix} \cos(\alpha_y) & 0 & \sin(\alpha_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\alpha_y) & 0 & \cos(\alpha_y) \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{R}_z = \begin{pmatrix} \cos(\alpha_z) & \sin(\alpha_z) & 0 \\ -\sin(\alpha_z) & \cos(\alpha_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \qquad (12)$$

Очевидно, что осуществление данных преобразований возможно в том случае, когда в сети имеются узлы с известными координатами. Для трехмерного пространства количество таких узлов должно быть $N_{ик} \geq 3$, 3 произвольно взятых узла не должны лежать на одной прямой. Тогда последовательность действий для нахождения узлов сети может быть описана как:

1. Ввести третью систему координат СК3;
2. Переместить систему координат СК1 таким образом, чтобы один из узлов с известными координатами $У_{ик1}$ оказался в точке начала координат СК3;
3. Выполнить требуемые повороты таким образом, чтобы второй узел с известными координатами $У_{ик2}$ оказался расположенным на одной из главных осей;

4. Переместить систему координат СК2 таким образом, чтобы узел, соответствующий узлу $У_{ик1}$ оказался в точке начала координат СК3;
5. Выполнить требуемые повороты таким образом, чтобы координаты узлов рассчитанного фрагмента сети, соответствующих узлам с известными координатами $У_{ик2}$, $У_{ик3}$, совпали с координатами $У_{ик2}$, $У_{ик3}$ в СК3;
6. Осуществить обратные преобразования, описанные в пп.1,2.

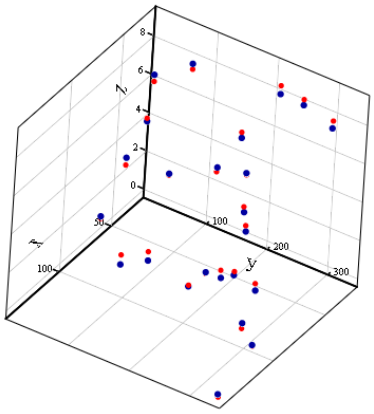


Рисунок 2. Расположение узлов фрагментов беспроводной ячеистой сети в пространстве: (красный– исходное местоположение, синий– рассчитанное местоположение)

Таким образом, на основе результатов вычислительного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Метод метрического многомерного шкалирования MDS позволяет с высокой степенью точности восстанавливать трехмерную модель беспроводной ячеистой сети.
2. Работоспособность метода MDS обеспечивается в случае построения матрицы различий между объектами (расстояния между узлами) методом симметричного двустороннего двунаправленного измерения расстояния SDS-TWR.
3. Для окончательного расчета координат узлов в пространстве в сети должно иметься не менее 3-х узлов с заранее известными координатами, расположенными не на одной прямой.

Список используемых источников

1. Ллойд Э., Ледерман У. Справочник по прикладной статистике. Т. Том 2. Москва: Финансы и статистика, 1990.

2. D.B, Rubin. Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. New York: J. Wiley & Sons, 1987.

3. D.B., Rubin. « Inference and Missing Data.» Biometrica 63 (1976): 581–592.

4. Johnston, H.C. «Cliques of a graph-variations on the Bron-Kerbosch algorithm.» International Journal of Computer and Information Sciences, № (1976): 209–238.

5. В., Паньшин И. «Новые подходы к проблеме оперативного обнаружения лесных и торфяных пожаров. Организация локального мониторинга экологической обстановки в регионах». Технологии гражданской безопасности, 2006: 84-89.

УДК 004.85
ГРНТИ 28.23.37

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ С МАШИННЫМ ОБУЧЕНИЕМ

М. В. Склярова, Р. В. Киричек
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Искусственный Интеллект является одной из самых обсуждаемых тем, которая интересна для всех областей. Развитие Искусственного Интеллекта происходит достаточно быстро и уже применяется в распознавании живых существ, вещей и языков, умеет играть и рассчитывать ходы. Машинное обучение является отраслью Искусственного Интеллекта, такое обучение основано на изучении огромного количества данных для будущего прогнозирования.

искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, нейронные сети.

В современном мире все динамичнее изучается искусственный интеллект, а сфера его применения расширяется. Поэтому и все чаще встает вопрос о его интеграции в человеческий социум. Разработчики стараются вводить искусственный интеллект в разные сферы жизни, начиная с логистики, заканчивая городским транспортом [1].

На данный момент для того, чтобы построить Искусственный Интеллект (ИИ) существует большое количество разнообразных подходов в использовании математических и статистических алгоритмов, например, логическая регрессия. Но с 2008 года появился альтернативный вариант – метод, опирающийся на обучение многослойных нейронных сетей.

Задумка создания сетей была вдохновлена природой, а именно экспериментом получить аналог человеческой нервной системы, способной обучаться на своих ошибках.

Такие нейронные сети являются основой для машинного обучения [2].

На рис. 1. представлены базовые определения искусственного интеллекта:

Искусственный Интеллект подразумевает имитацию действий человека компьютером. Задача состояла в том, чтобы компьютеры были способны решать вопросы, требующие интеллекта. Разработчики начинали с таких задач, как игра в шашки [3].

Рис. 1. Определения искусственного интеллекта

Под машинным обучением понимается разработка механизмов и выявление закономерностей, которые применяются для дальнейших прогнозов, для этого исследуются подготовленные статистические данные. Такой процесс нельзя сравнить с интеллектуальным анализом данных, поскольку данные специально отобраны и подготовлены [4].

И наконец, глубокое обучение – подмножество машинного обучения, способного имитировать работу мозга, относится к искусственным нейронным сетям. Учатся на неструктурированных данных без управления человеком[5]. Этот вариант задействует многослойные нейросети и миллионы примеров для ее тренировки.

Существует три парадигмы машинного обучения:

- обучение с учителем,
- обучение без учителя,
- обучение с подкреплением.

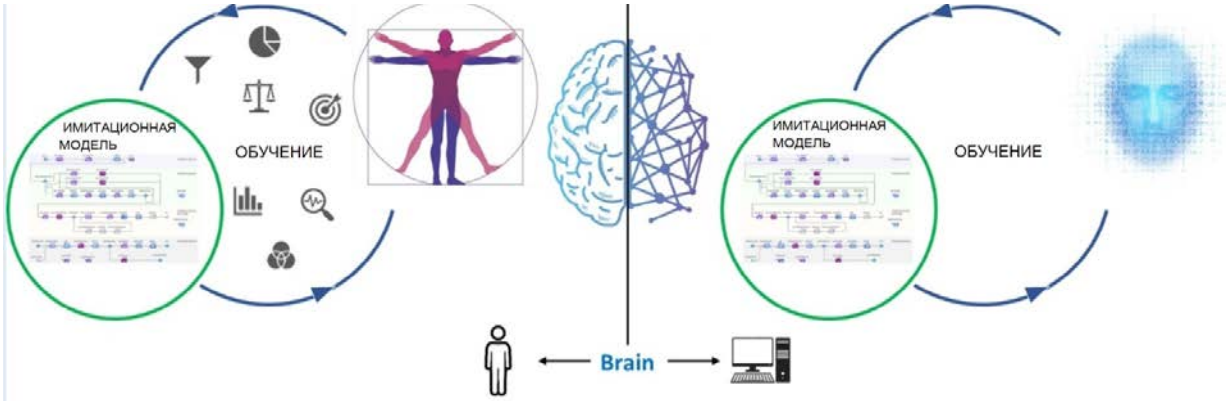
В представленной работе рассмотрим по подробнее процесс обучения с подкреплением. Целью машинного обучения является стратегия управления, алгоритм действия исходя из взаимодействий со средой, которая происходит следующим образом: наблюдение, совершение действия, получение обратной связи, получение награды.

Для практики системы необходима среда, где можно было бы приобретать навыки и умения, обучаясь на собственных ошибках. Под средой может подразумеваться, например, учебная дорога в реальной жизни, либо виртуальная среда. К сожалению, занятия в реальных средах могут быть рискованными и дорогими, в то время, как имитационные модели, представляющие виртуальную среду, отлично подходят для испытаний и тренировок. Модели дешевые, а также легко настраиваемые под разные проблемы, имеют возможность отражать широкий спектр возможных поведений системы, включая не встречавшиеся ранее ситуации, и взаимодействовать с агентами в ходе обучения.

В традиционной работе на имитационными моделями необходим человек, который создаст модель, проведет эксперименты и затем получит результаты, необходимые для принятия решений в моделируемой системе.

При машинном обучении обучающиеся агенты самостоятельно будут извлекать подходящие стратегии из виртуальной среды [6].

1.



2. Рис. 2. Работа машинного обучения с имитационным моделированием

Заключение

В данной статье были рассмотрены понятия Искусственного Интеллекта, Машинного Обучения и Глубокого Машинного Обучения. Так же было представлено, как ИИ и имитационное моделирование эффективно дополняют друг друга при обучении и тестировании алгоритмов ИИ, а также при работе с данными.

Список используемых источников

1. Колесникова Г. И. Искусственный интеллект: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] // Видеонаука. Философия, этика, религиоведени: электрон. научн. жур. – 2018. – С. 34–38. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-problemy-i-perspektivy/viewer (дата обращения 11.11.2020).

2. Гусев А. В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения [Электронный ресурс] // Врач и нтформационные технологии. Искусственный Интеллект в здравоохранении: электрон. научн. жур. – 2017. – № 3. – С. 92–101. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-neyronnyh-setey-i-glubokogo-mashinnogo-obucheniya-v-sozdanii-resheniy-dlya-zdravoohraneniya/viewer (дата обращения 12.11.2020).

3. Савинова М. В чем разница между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением? [Электронный ресурс] // Блог oracle. Искусственный Интеллект: электрон. научн. жур. – 2018. – URL: https://blogs.oracle.com/russia/ai-ml-dl-differ (дата обращения 14.11.2020).

4. Борщев А., Жеребцов. А., Махдави А. Имитационные модели как среда для обучения и тестирования искусственного интеллекта для бизнес-приложений [Электронный ресурс] // Anylogic. ИММОД: электрон. научн. жур. –2019. – С. 20–29. – URL: https://www.anylogic.ru/upload/iblock/d04/d04e706c561eb4ebd7c2810acab8eb7c.pdf (дата обращения 15.11.2020).

5. Киричек Р. В., Наумкин Д. А., Усс В. С. Анализ методлв глубокогообучения для задач Тактильного Интернета // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 4. С. 42-48.

6. Мухизи С., Шамшин Г. И.,Мутханна А. С., Киричек Р. В. Исследование и разработка имитационной модели функционирования фрагмента программно-конфигурируемой сети как системы массового обслуживания // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 4. С. 49-57.

УДК 004.725.5

ГРНТИ 43.33.29

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАФИКА СЕТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ

К. А. Тимец

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

В работе приводится анализ особенностей сети Интернета вещей высокой плотности, а также предложен подход к исследованию свойств трафика такой сети и разработана модель, позволяющая решить эту задачу. При моделировании трафика усчитываются влияния узлов сети друг на друга, что в сети высокой плотности приводит к значительному снижению отношения сигнал/шум, а также учитывается функционирование механизма проверки незанятости радиоканала. Подобный механизм используется в большинстве стандартов канального уровня, применяемых в сетях Интернета вещей. Модель позволяет учесть его влияние на свойства трафика. Полученные результаты могут быть использованы в задачах исследования и моделирования трафика сетей с беспроводным доступом в условиях высокой плотности устройств.

интернет вещей, модели трафика, узел, сигналы, помехи, вероятность, уровень мощности.

Ведущие аналитики, включая Gartner (2015) и McKinsey (Manyika et al., 2015) [https://news.myseldon.com/ru/news/index/213613787] - прогнозируют значительный рост числа подключенных к сетям связи устройств и расширение областей их применения, что создает новые возможности как для частных потребителей, так и для предприятий. По оценкам экспертов, количество подключенных устройств к 2020 году составит от 25 до 50 миллиардов (Lee & Lee, 2015 ; Weinberg, Milne, Andonova, & Hajjat, 2015) [https://iot.ru/aiv/v-2020-godu-chislo-iot-ustroystv-dostignet-50-milliardov] .

Использование Интернета вещей на благо компании предполагает пересмотр определенных идей, которые долгое время могли не подвергаться сомнению. Как отмечают Эрик Бриньолфссон и Эндрю Макаффи (2014) в своей книге «Второй век машин». [https://avidreaders.ru/book/vtoraya-era-mashin-rabota-progress-i.html] Радикальные инновации, такие как электричество и компьютеры, долгое время не приносили должных дивидендов. Людям потребовалось много лет, чтобы понять, как использовать новую технологию в своих интересах, и те, кто пришел к ней первыми, получили значительное конкурентное преимущество, в то время как конкуренция старалась имитировать их подход. Хотя мы не намерены преувеличивать значение Интернета вещей, проводя прямые сравнения с появлением электричества или распространением компьютеров, мы можем провести прямое сравнение относительно первоначальной путаницы и неспособности увидеть весь потенциал новой инновации. Исследователи и практики все еще находятся в

процессе осмысления IoT. Приверженность существующим нормам, производственно-сбытовым цепочкам и бизнес-моделям отбрасывает длинные тени, которые препятствуют надлежащему использованию продуктов, которые могут постоянно раскрывать, как, где и когда они используются. Осознание идеалистического представления об умном продукте - это как изучение мотивов и ожиданий, так и решение технических проблем.

Как было отмечено во введении, развитие IoT неизбежно ведет к существенному росту плотности сети, т.е. количеству устройств на единицу площади. Следствием этого является то, что зоны связи многих устройств накладываются друг на друга, следовательно, существенно возрастает загрузка канального ресурса. Как показано в [1], отношение сигнал/шум значительно зависит от интенсивности трафика, а мощность помехи в некоторой точке O может быть оценена как

$$p_{OI} = \begin{cases} \dfrac{d_0 \lambda^2}{8\pi} \ln \dfrac{r_{\max}}{r_m}, & \alpha = 2 \\ \dfrac{d_0 \lambda^2}{8\pi(\alpha - 2)} \left(r_m^{2-\alpha} - r_{\max}^{2-\alpha} \right), & \alpha > 2 \end{cases} \text{ (Вт)} \qquad (1)$$

Здесь r_m и r_{max} – радиусы области сигналов и помех; $k(r)$ – зависимость затухания сигнала от расстояния. Радиус r_{max} определяется фактическими размерами зоны приема сигналов от окружающих источников. Практически, это зона прямой видимости.

Как и в упомянутой работе, мы полагаем, что передача данных узлом сети возможна тогда, когда уровень помехи не превышает пороговой величины p_m. Таким образом, пока уровень помехи в точке передачи $p_{OI}>p_m$, передатчик хранит или накапливает данные, подлежащие передаче, и начинает их передачу только тогда, когда мощность помехи становится меньше пороговой величины (такой подход используется во многих стандартах беспроводной связи).

Если исходить из того, что исходный процесс, определяющий потребность передачи данных приводит к формированию простейшего потока, то описанное выше условие изменяет его вероятностные характеристики и результирующий поток передаваемых кадров может существенно отличаться от исходного.

Таким образом, задачей данного анализа является исследование вероятностных свойств трафика, производимого узлами сети интернета вещей высокой плотности с учетом влияния помех от соседних узлов сети.

При моделировании сделаем следующие допущения. Будем полагать, что узлы сети распределены по плоской поверхности равномерно и образуют пуассоновское поле. Среда распространения сигнала гомогенна, а антенные

устройства узлов всенаправленные. В качестве модели затухания применима модель, рекомендуемая в Р.1411-10 [2]

$$a(r) = 10\gamma \lg f + 10\alpha \lg r + \beta \text{ дБ} \quad (3)$$

где f – частота (ГГц), r - расстояние (м).

Согласно результатам, полученным в [1], в сети высокой плотности, уровень мощности сигнала помехи в точке приема имеет нормальное распределение $N(P_{OI}, \sigma_P)$ с плотностью вероятности

$$f(p, p_{OI}, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(p-p_{OI})^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

где P_{OI}, σ_P среднее значение и среднеквадратическое отклонение, соответственно.

На Рис. 1 приведена плотность вероятности (2) полученная в работе [1] по результатам имитационного моделирования.

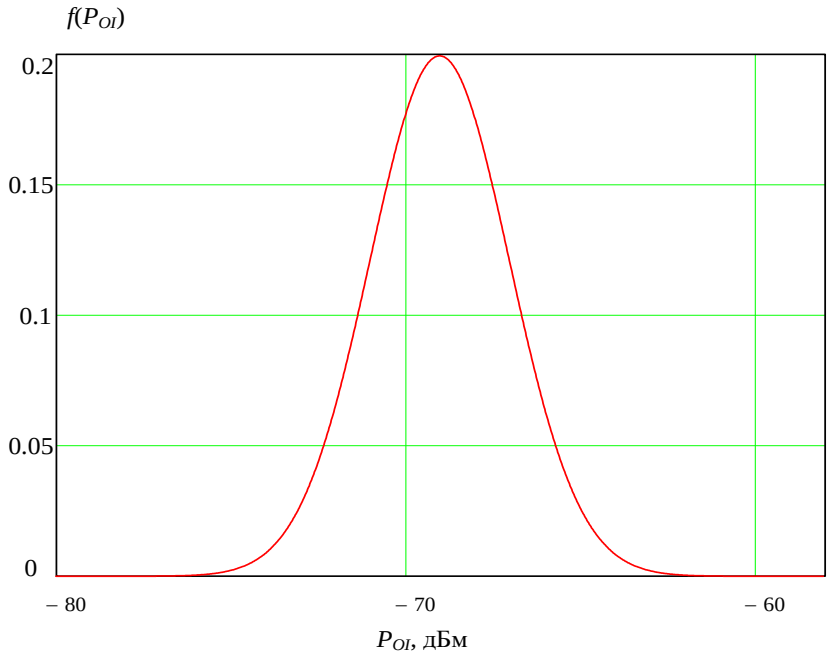


Рис. 1 – Плотность вероятности уровня мощности сигнала помехи

Тогда вероятность того, что P_{OI} не превышает величины p_m будет определяться через функцию распределения как

$$p(p_{OI} \le p_m) = F(p_m, p_{OI}, \sigma)$$

где $F(p_m, p_{OI}, \sigma)$ функция распределения нормального распределения.

Для исследования трафика используем модель, приведенную на Рис. 2.

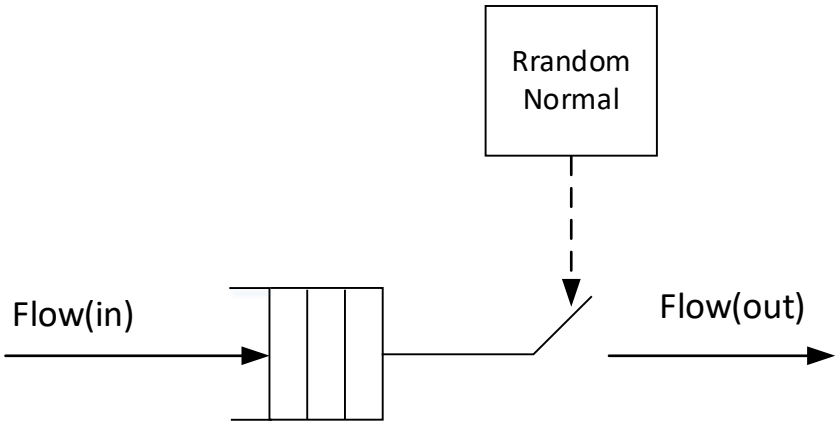


Рис. 2 – Модель трафика ИВ

Модель содержит буфер (очередь), на вход которого поступает исходный поток данных. Исходный поток – это поток производимый узлом связи в условиях полного отсутствия помех от соседних узлов сети. Воздействие помех имитирует случайный процесс (Random Normal) с распределением, соответствующим (1). Если значение помехи не превышает заданной величины p_m, то данные из головы очереди проходят на выход (Flow(out)), в противном случае, данные накапливаются в буфере.

Таким образом, под воздействия этого случайного процесса на выходе будет формироваться «модулированный» поток, свойства которого будут отличны от свойств входящего потока.

В качестве входящего потока могут быть рассмотрены различные основные типы потоков, формируемых автоматическими устройствами, например, простейший и регулярный потоки.

1. Свойства трафика в сети интернета вещей высокой плотности существенно зависят от уровня помех, производимый соседними узлами сети.
2. Для исследования свойств трафика предложена модель на основе управляемой очереди, где управление происходит под воздействием случайного процесса имитирующего помехи от соседних узлов.
3. Предложенная модель позволяет изучить свойства результирующего трафика и их зависимость от уровня мощности помех и его распределения.

Список используемых источников

1. Л. Ацори, А. Иера, Дж. Морабито Интернет вещей: обзор Компьютерные сети, 54 (15) (2010), стр. 2787 - 2805.

2. Д. Нилен, Й. Холмстрём Стратегия цифровых инноваций: основа для диагностики и улучшения цифровых продуктов и инноваций в сфере услуг. Business Horizons, 58 (1) (2015), стр. 57 - 67.

3. 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.

4. Recommendation ITU-R P.1411-10, Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz, Geneva, 2019.

5. Бузюков, Л.Б. Проблемы построения беспроводных сенсорных сетей / Л.Б. Бузюков, Д.В. Окунева, А.И. Парамонов // Труды учебных заведений связи. – 2017. – Т. 3, № 1. – С. 5-12.

Секция 2.3.
Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях

УДК 004.94:681.7.069.2
ГРНТИ 28.17.23

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

В. А. Березин, К. Н. Полянский, Б. К. Резников
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается моделирование волоконно-оптического передатчика информации. Описывается процесс моделирования и экспериментальные стенды для исследования. Приводятся результаты исследования для передатчиков с внешней и прямой типами модуляции.

моделирование, ВОЛС, передатчик, ЭВМ, модуляция

Компьютерное моделирование - область моделирования, реализуемая средствами электронной вычислительной техники.

Передатчик ВОЛС. Оптическим передатчиком называется устройство, которое преобразует входной электрический сигнал в оптический, передаваемый по оптической среде, которой, как правило, является оптическое волокно. Часто производят так называемые оптические модули (транспондеры), сочетающие возможности приемников и передатчиков и изготавливаемые в одном корпусе. [1]

Модуляция передатчиков ВОЛС. Модуляцией называется процесс преобразования сигналов в удобный для передачи вид. В нашем случае цифровой электрический сигнал преобразуется в сигнал оптического диапазона. Модуляций передатчиков возможно две: прямая (внутренняя) и внешняя. В первом случае опорная оптическая несущая модулируется электрическим током питания источника, во втором воздействие оказывается на световую волну. Наиболее распространение получили модуляторы на основе интерферометров Маха-Цендера. В таких интерферометрах используется вещество, помещаемое в одно из плеч интерферометра, на которое оказывается воздействие электрическим полем, вследствие чего оно изменяет свои оптические характеристики, изменяя тем самым результат интерференции. Такой способ модуляции оказывается более эффективным, чем использование прямой модуляции, вследствие инерционности источника оптического излучения. [2]

В данной работе рассматривается два типа передатчиков: с прямой модуляцией и с внешней модуляцией, используя интерферометр Маха-Цендера.

Моделирование производится с помощью программы OptiSystem канадской разработки.

Исследование передатчика с прямой модуляцией. В качестве исследуемого источника излучения используется светоизлучающий диод (LED), модулирование которого производится электрическим цифровым потоком с псевдослучайной последовательностью нулей и единиц. Стенд для исследования представлен на рис. 1.

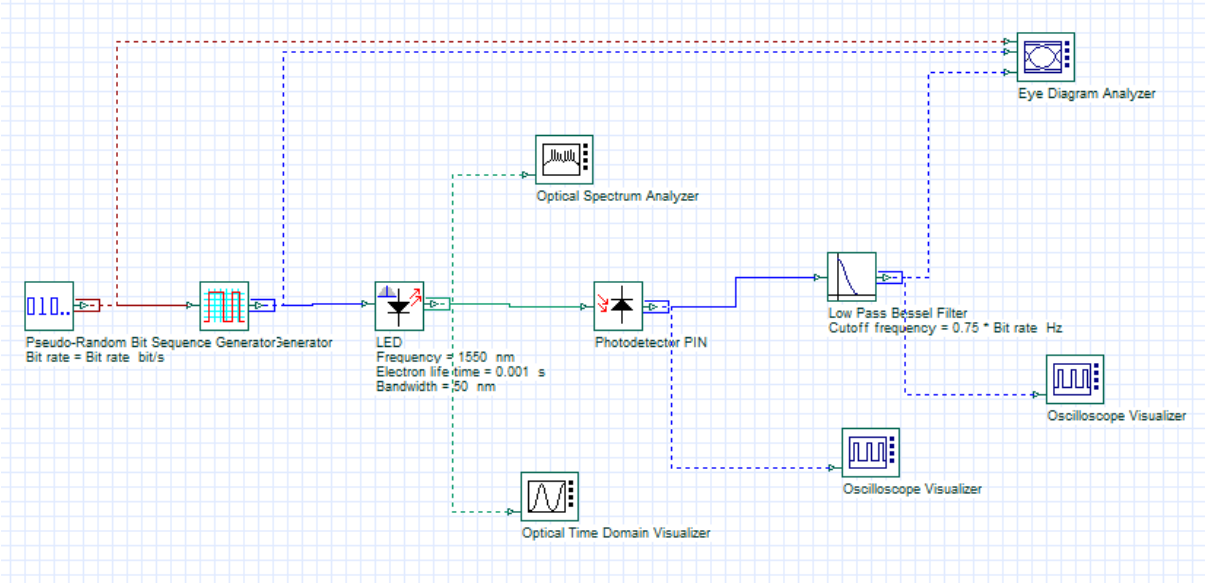


Рис. 1. Экспериментальный стенд для исследования передатчика с прямой модуляцией

В качестве параметров оценки был использован фотодетектор с подключенным к нему анализатором Eye-диаграммы. Было исследовано влияние времени жизни электрона на Q-фактор приемного фотодетектора. Q-фактор используется для оценки показателя качества оптического сигнала. Зависимость представлена на рис. 2. Видно, что с увеличением времени жизни электрона уменьшается Q-фактор. Максимальное значение Q-фактора, которое удалось достичь в результате эксперимента, равно 12.

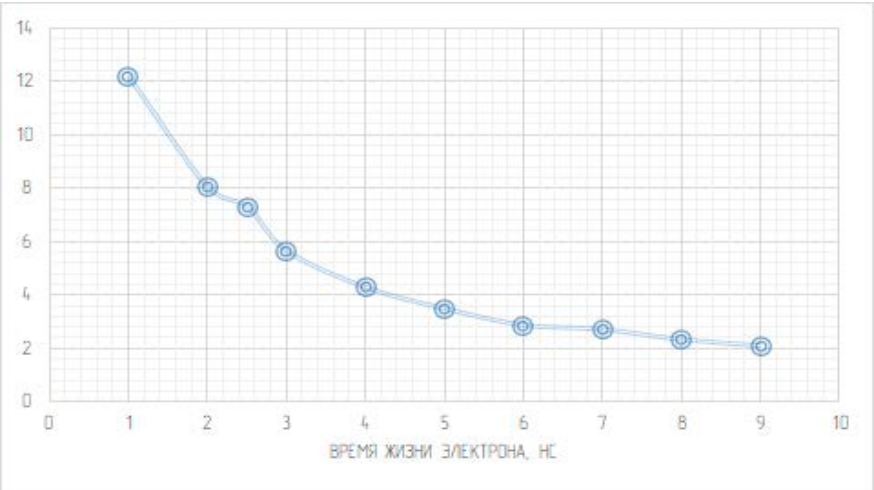


Рис. 2. Зависимость Q-фактора от времени жизни электрона LED

Исследование передатчика с внешней модуляцией. В качестве передатчика с внешней модуляцией был использован волоконный лазер постоянного свечения (CW Laser). Модуляция производится интерферометром Маха-Цендера. Экспериментальный стенд представлен на рис. 3.

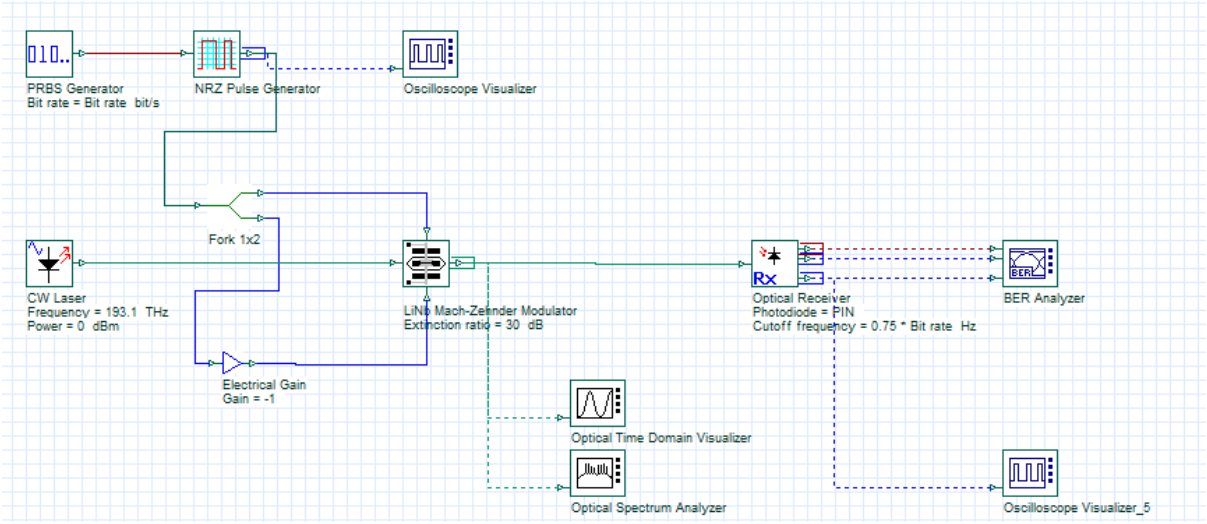


Рис. 3. Экспериментальный стенд для исследования передатчика с внешней модуляцией

В результате исследования была выявлена зависимость Q-фактора фотоприёмного устройства от коэффициента экстинкции (Extinction Ratio) модулятора, представленная на рис. 4. Коэффициент экстинкции - параметр вещества модулятора, которое находится в одном из плеч интерферометра, связанный с оптической плотностью вещества.

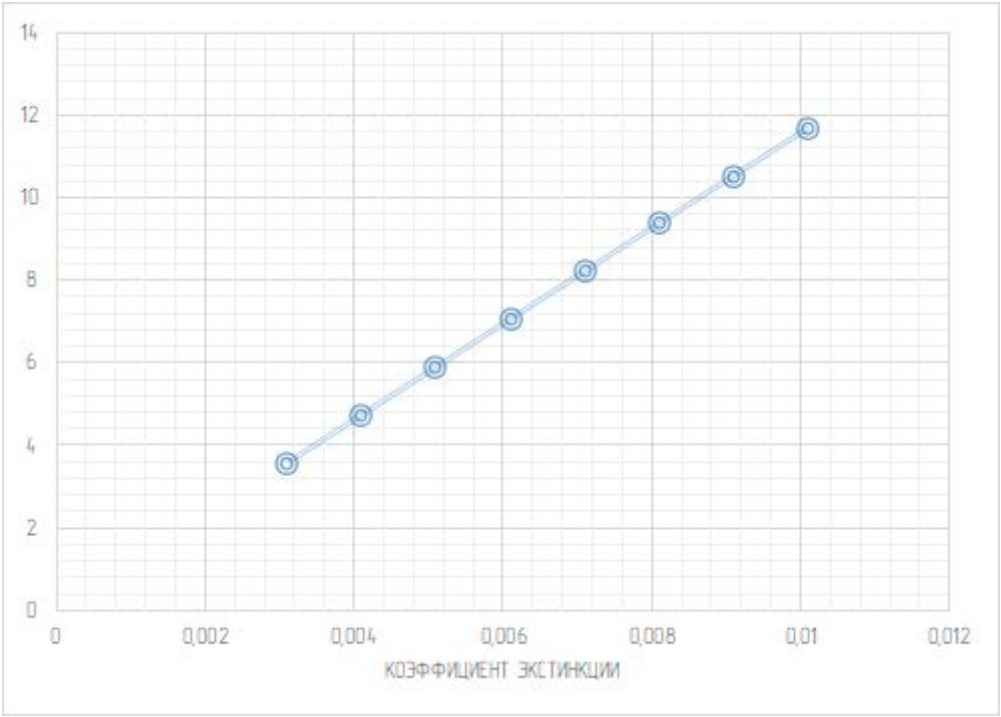


Рис. 2. Зависимость Q-фактора от коэффициента экстинкции модулятора

Видно, что зависимость получилась практически линейной.

Заключение. Среда моделирования OptiSystem представляет собой широкое поле для проведения экспериментам с компьютерными моделями оптических эффектов, явлений и устройств, включая и активное оборудование ВОСП, такое как оптические передатчики. В результате моделирования и исследования получено, что на Q-фактор сигнала влияют для передатчиков с прямой модуляцией время жизни электрона, а для передатчиков с внешней модуляцией - коэффициент экстинкции модулятора на основе интерферометра Маха-Ценнеда. Также в процессе моделирования и исследования было выявлено еще несколько зависимостей, представляющих интерес, однако их рассмотрение выходит за рамки данной статьи.

Список использованных источников

1. Наний О. Е.: Оптические передатчики // Lightwave Russian Edition — № 2, 2003 — С. 48-51.

2. Наний О. Е. Оптические передатчики с перестраиваемой длиной волны излучения для DWDM систем связи // Часть 1 Lightwave Russian Edition, 2006, № 1, с. 51-56; Часть 2 Lightwave Russian Edition — № 3, 2006. — С. 53-56.

УДК 621.39, 530.182
ГРНТИ 49.29.14

FEATURE OF OPTICAL SOLITON SEQUENCE PROPAGATION IN HIGH-SPEED FIBER-OPTICS TRANSMISSION SYSTEM

Bykov A.V., Potapov I.A., Shevchenko M.A., Andreeva E.I.
The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, St.Petersburg

Estimates of information capacity of the optical system as product of maximum data rate in single soliton channel and long span distance are considered. The linear (fiber group velocity dispersion and optical losses) and nonlinear (self-phase modulation and Raman self-frequency shift) effects, the signal/noise ratio of pulse source are included in pulse evolution description. It was shown, that maximum optical system capacity can be achieved with NZDS-fiber.

bit rate, nonlinear effects, soliton

One important parameter of the fiber optic data system is the information capacity defined as the product of the bit rate B by the transmission distance z (the length of the span). To increase the information capacity, the special types of optical fibers can be used, which have as low linear losses as low nonlinearity. However, in real fibers, an improvement in one characteristic tends to degrade other parameters. Therefore, it is necessary to consider the evolution of bit pulses taking into account as linear as non-linear parameters.

Information capacity of a data transmission system directly depends on symbol pulse width – T_o and their peak power P. Increase in speed of data transmission assumes reduction of duration of symbol pulse: the bit rate $B = (Q*T_o)^{-1}$, where Q – is on-off time ratio, that leads to broadening of a spectrum of symbol pulse that accelerates dispersive broadening of symbol pulse, on the one hand, and at the high power causes manifestation of nonlinear effects in the fiber light guide with another. Nonlinear effects of different nature have different effects on momentum evolution [1-13]. The self-phase modulation can be used to compensate for the dispersion expansion of the pulse in the region of abnormal dispersion. However, other nonlinear effects may have a negative effect on bit pulse dynamics. Thus, at the subpicosecond width of the symbol pulse, Raman self-scattering can have a significant influence on its evolution. The features of propagation of optical pulses of subpicosecond width in the fiber considering both linear (fiber dispersion and optical losses) and nonlinear (self-phase modulation, Raman self-frequency shift) effects, as well as influence of noise of the source of these pulses are considered. It is shown that it is possible to optimize the parameters of the fiber-optics communication system in order to increase its information capacity.

The solitons can be used as the symbol pulses in bit stream in order to overcome the dispersion limitation. The initial balance between the dispersion and nonlinearity represents the fundamental optical soliton when the initial power P_o of the solitons:

$P_o = |\beta_2|/(\gamma\tau_o^2)$,

where β_2 – is the fiber dispersion $d^2\beta/d\omega^2$, β – is the propagation constant, $\omega = 2\pi f$ is the frequency, γ – nonlinear Kerr coefficient, $\tau_o = T_o/1.763$.
The initial soliton energy

$E_o = 2P\tau_o$.

For SSMF β_2 = 18 ps^2/km, and β_2 = 2 ps^2/km for NZDS fiber can be used. In a real fiber there is some small loss. When fiber loss is included, the total energy $E(z)$ in a pulse decay with the distance along the fiber and is proportional to exp(-2αz), z – distance, α – fiber loss. If we assume a level loss in SSMF of 0.2 dB/km, α = 0.023 km^{-1}. If the loss length α^{-1} is long compared to the dispersion length L_D: $L_D = \tau^2/\beta_2$, the pulse width changes as $\tau(z) = \tau_o \exp(2\alpha z)$.

The self-frequency shift of a soliton is extremely sensitive to the pulse width [5 - 7]:

$$\Delta\omega_R(z) = \frac{8}{15}\frac{|\beta_2| g(\tau_o) T_R z}{\tau^4},$$

T_R – is the Raman parameter, typically T_R = 3 fs for the optical fiber [3], $g(\tau_o)$ – weak function of τ_o (typically $g(\tau_o) \approx 1$ for subpicosecond width symbol pulse).

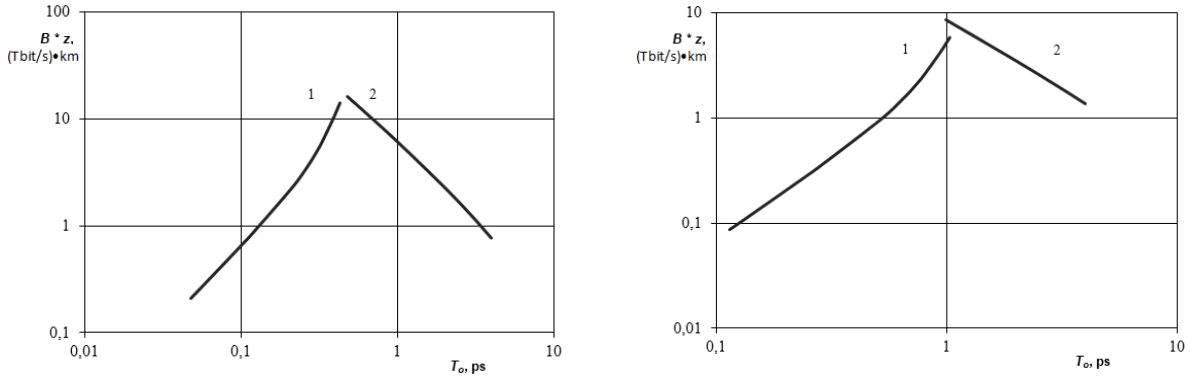
This frequency shift in center of each pulse in a bit stream would not cause problem to data carrying capacity. But if the initial pulse width fluctuates as result of laser noise an error can occur at the end of fiber-optics communication system. The self-frequency shift result to the change in position of the center t_R from its original value. In practical the fluctuations in the solitons pulse width ΔT can be induced by changes in the energy ΔE from the laser as well as noise in the input pulse: $\Delta E/E = \Delta T/T$.

The change in the output pulse position Δt_R is obtained:

$$\Delta t_R = \frac{4}{15}\frac{\beta_2^2 T_R}{\tau_o^4}\frac{\Delta\tau_o}{\tau_o}\frac{g(\tau_o)}{\alpha}\left(z - \frac{1-exp(-8\alpha z)}{8\alpha}\right). \quad (1)$$

Let us determine the admissible value of Δt_R less than half the clock interval: $\Delta t_R < 2/B$, where B is the bit rate. For soliton systems, Q = 10 is usually taken. Then the permissible range of information transfer z can be estimated from (1), for the case when the input fluctuations $\Delta T_o/T_o$ = 0.001(signal/noise ratio of the symbol pulses source 10^3). With an increase in the initial width T_o, the self-scattering effect weakens and the permissible range z increases. However, the length of the soliton propagation regime also depends on T_o.

The information capacity defined as the product of the bit rate B by the transmission distance z for soliton system is presented in Pic. 1. When using NZDS fibers with a symbol pulse width T_o nearly 1 ps, the maximum information capacity is achieved.



1. Pic. 1. The information capacity B*z in the fiber with biased dispersion with β_2 = 2 ps^2/km (a) and with biased dispersion with β_2 = 18 ps^2/km (b) as a function of initial pulse width T_o.
2.

It is shown that for fiber with predetermined parameters, it is possible to determine a range of initial symbol pulse durations T_o at which it is possible to realize a maximum range z at a high bit pulse rate B such that the time jitter cased source amplitude fluctuation will be small.

References

1. G. Agrawal, “Nonlinear fiber optics: its history and recent progress” Opt. Soc. Am. B J., vol. 28 (12), pp.1-10, 2011.

2. L. Mollenauer, J. Gordon, “Solitons in optical fibers” Academic Press, San Diego, USA, 2006.

3. G. Agrawal, “Nonlinear Fiber Optics”, 5th Academic Press, San Diego, USA, 2013.

4. A.S. Shcherbakov, E.I. Andreeva, “Performance data of lengthy-span soliton transmission system”, Optical Fiber Technology. vol..2, p.127-133.

5. Y. Kivshar, G. Agrawal, “Optical solitons. From Fibers to Photonic Crystals”, The Institute of Optics University of Rochester. New York, USA,(2003).

6. D. Wood, “Constraints on the Bit Rates in Direct Detection Optical Communication Systems Using Linear or Soliton Pulses”, J.of Lightwave Techn., vol..8, pp.1097-1106, 1990.

7. J. Gordon, “Theory of the soliton self-frequency shift”, Opt. Letters, vol. 11 (10), pp.662–664, 1986.

8. A. Hasegawa, “Massive WDM and TDM Soliton Transmission Systems” Academic Press, New York, USA, 2002.

9. M. Bohm, F. Mitschke, “Solitons in lossy fiber”, Physical review A vol. 76, pp. 063822, 2007.

10. E.I. Andreeva, M.S. Bylina, S.F. Glagolev, P.A. Chaimardanov, “Properties of Temporary Optical Solitons in Optical Fibers and the Possibility of their Use in Telecommunications. Part 1.”, Proceedings of Telecommunication Universities. vol. 4(1), pp.5–12, 2018.

11. E.I. Andreeva, M.S. Bylina, S.F. Glagolev, P.A. Chaimardanov, “Properties of Temporary Optical Solitons in Optical Fibers and the Possibility of their Use in Telecommunications. Part 2.”, Proceedings of Telecommunication Universities. vol. 4(2), pp.26–35, 2018.

12. E.I. Andreeva, M.S. Bylina, S.F. Glagolev, P.A. Chaimardanov, “Properties of Temporary Optical Solitons in Optical Fibers and the Possibility of their Use in Telecommunications. Part 3.”, Proceedings of Telecommunication Universities, vol. 4(3), pp.5–16, 2018.

УДК 004.312.24
ГРНТИ 50.09.41

МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ ROADM: ПРИМЕНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ

М. С. Былина, Л. А. Гультяева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В работе рассмотрены принципы построения перестраиваемых оптических мультиплексоров ввода/вывода ROADM, применяемых в современных оптических сетях с использованием технологии спектрального уплотнения. Рассмотрена конструкция как ROADM в целом, так и его основных компонентов. Показаны перспективы развития таких устройств.

оптический мультиплексор, ROADM, WDM, MEMS, оптическая сеть, оптический коммутатор

Перестраиваемые оптические мультиплексоры ввода/вывода (Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer, ROADM) используются в сетях со спектральным мультиплексированием (Wavelength Division Multiplexing, WDM) для удаленного управления каналами. В ROADM реализуется программно настраиваемый режим работы каждого спектрального канала: ввод/вывод (add/drop) или транзит (pass-through). Таким образом, ROADM позволяет без перерыва связи гибко изменять число вводимых и выводимых каналов.

Структурная схема ROADM представлена на рис. 1. Мощность входного группового сигнала разделяется разветвителем на два направления. Часть сигнала поступает на управляемый оптический коммутатор, часть – на мультиплексор, осуществляющий выделение спектральных каналов. Коммутатор состоит из двух неуправляемых мультиплексоров (Fixed Optical Multiplexer, FOM) и коммутационной матрицы. Первый мультиплексор осуществляет демультиплексирование группового сигнала на отдельные спектральные каналы, которые поступают на коммутационную матрицу.

Матрица состоит из отдельных коммутационных элементов, число которых равно числу спектральных каналов. Каждый элемент имеет два входа, на один из которых поступает излучение демультиплексированного спектрального канала, а на второй – локально добавляемый сигнал на той же длине волны. В зависимости от конфигурации коммутатора на выход коммутационного элемента попадет один из двух входящих сигналов. Таким образом, управляя матрицей, можно подавить часть транзитных каналов и ввести вместо них другие сигналы. Второй мультиплексор объединяет все сигналы с выходов коммутационных элементов в групповой сигнал и передает его дальше в линию.

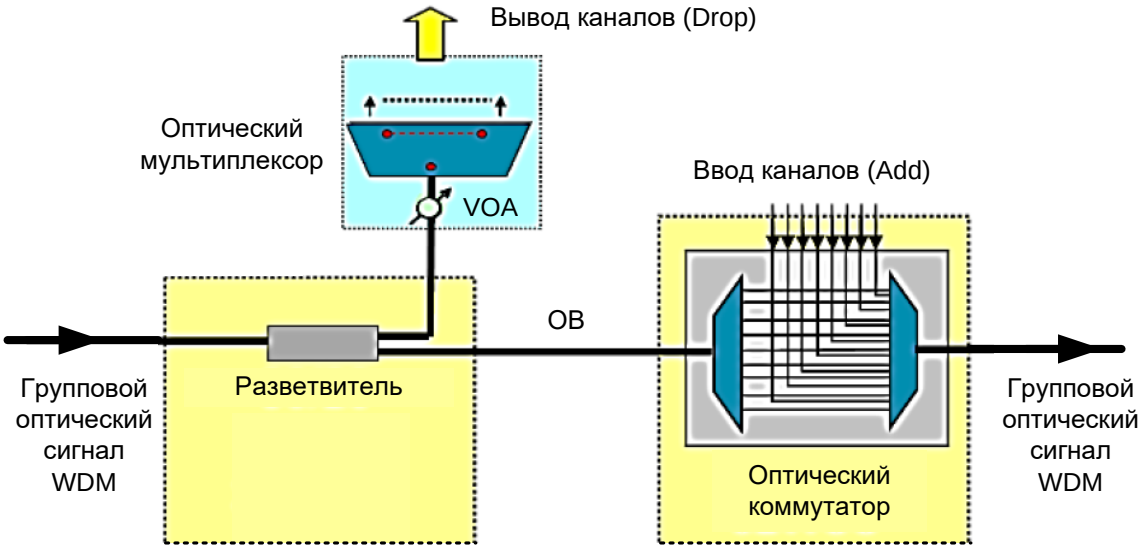


Рис. 1. Структурная схема ROADM

Для контроля мощности оптического излучения в отдельных спектральных каналах используются устройства мониторинга оптической мощности (Optical Power Monitoring, OPM), обычно представляющие собой сборку из направленного ответвителя с коэффициентом ответвления 1-10%, фотодиода, на который попадает ответвленное излучение, и усилителя фототока (УФТ). Сигнал с выхода УФТ используется в автоматизированной системе контроля мощности. Регулировка уровня мощности в спектральных каналах осуществляется управляемыми оптическими аттенюаторами (Variable Optical Attenuator, VOA).

Как видно из рис. 1, основными компонентами ROADM являются неуправляемые оптические мультиплексоры FOM, управляемые оптические аттенюаторы VOA и коммутационная матрица [1].

Наиболее распространенным типом FOM, применяемым в ROADM для сетей с плотным расположением спектральных каналов (Dense WDM, DWDM), является интегрально-оптический FOM на основе массива из m планарных волноводов, длины которых отличаются на фиксированную величину ΔL, образуя дифракционную решетку (Array Waveguide Grating, AWG) [2, 3]. AWG FOM (рис. 2) содержит также входные и выходные планарные волноводы и два планарных разветвителя: входной $n \times m$ и выходной $m \times n$. Излучение группового сигнала направляется входным разветвителем в структуру AWG. В AWG между сигналами разных каналов возникает фиксированный фазовый сдвиг, приводящий к тому, что в выходном разветвителе каждая длина волны фокусируется в свой выходной волновод.

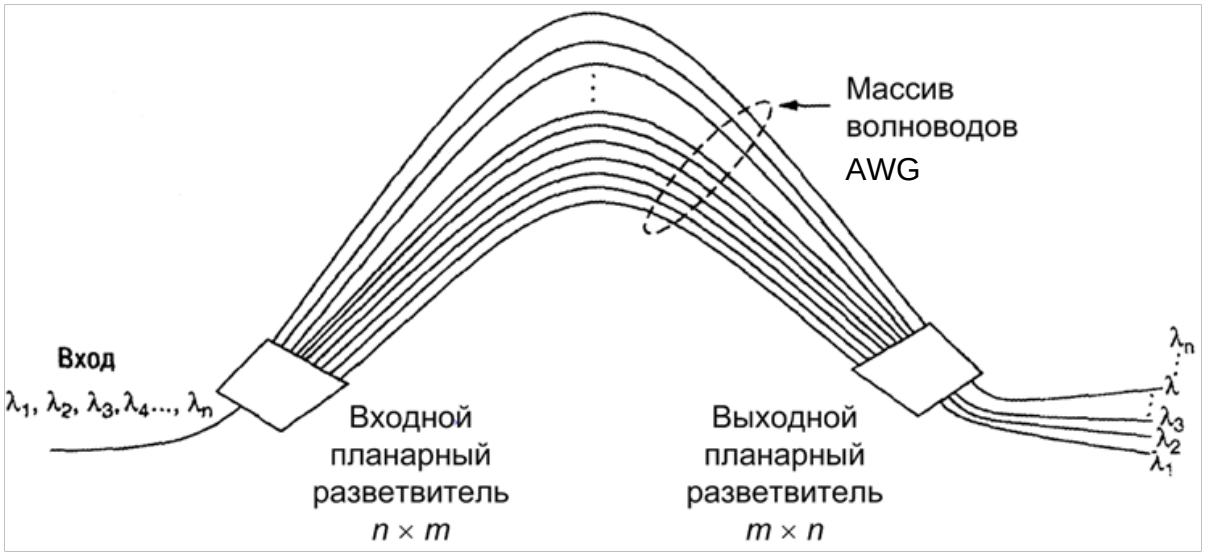


Рис. 2. Интегрально-оптический мультиплексор на основе AWG (режим демультиплексирования)

Вносимое AWG FOM затухание складывается из потерь при распространении излучения внутри самого интегрального устройства и потерь в соединениях между планарными волноводами и оптическими волокнами (ОВ). В устройстве AWG все спектральные каналы обрабатываются одновременно, поэтому вносимые потери относительно равномерны на всех длинах волн и не увеличиваются линейно с ростом числа каналов. Типичное вносимое затухание для 40-канального AWG FOM составляет 4-5 дБ.

VOA используются в ROADM для управления мощностью оптического излучения. В основе конструкции современного VOA лежит микроэлектромеханическая система (Micro Electro Mechanical System, MEMS). На рис. 2 представлен один из возможных вариантов построения VOA с системой из двух зеркал – фиксированного и подвижного [4]. Излучение из входного ОВ отражается от фиксированного зеркала, затем от подвижного и попадает в выходное ОВ. Изменяя положение подвижного зеркала можно смещать отраженный луч относительно оптической оси выходного ОВ, ухудшая условия ввода излучения и увеличивая потери.

Для построения ROADM могут использоваться различные технологии создания управляющих матриц. ROADM первого поколения (рис. 3) строились на основе блокираторов длин волн (Wavelength Blocker, WB). Модуль блокировки WB состоит из двух мультиплексоров и набора управляемых блокираторов, представляющих собой оптические ключи или перестраиваемые оптические аттенюаторы (Variable Optical Attenuator, VOA), которые удаляют из группового сигнала каналы, предназначенные для ввода/вывода. После этого в групповой сигнал добавляются вводимые каналы на заблокированных длинах волн. Ввод и вывод каналов осуществляется неуправляемыми мультиплексорами ввода/вывода (Fixed Optical Add-Drop Multiplexer, FOADM).

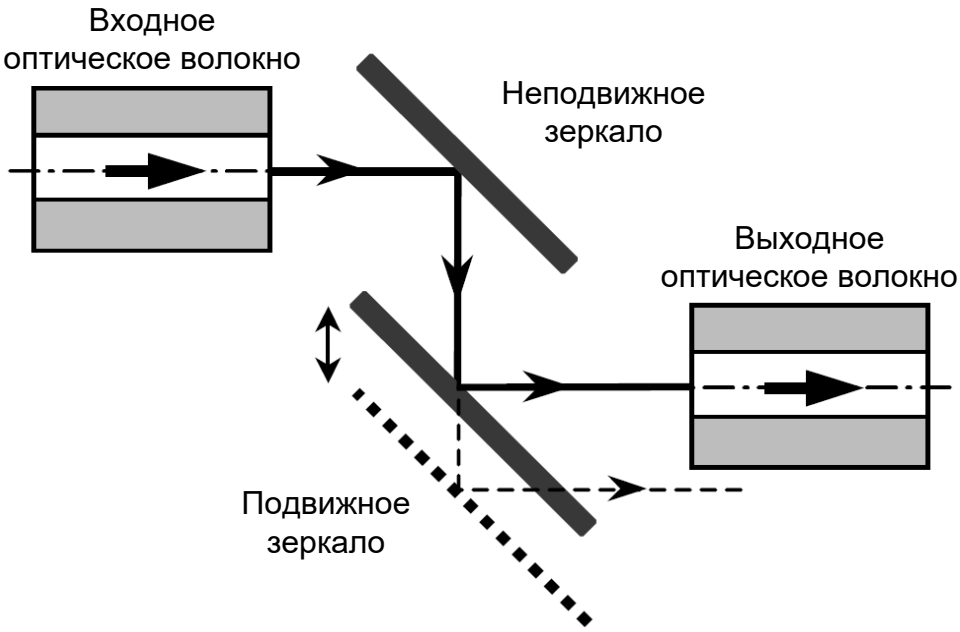


Рис. 3. VOA на основе технологии MEMS

Основным недостатком ROADM на основе WB является невозможность перенаправления оптического канала с одного порта на другой исключительно программным путем. Поэтому современные ROADM строятся с применением более совершенных оптических кросс-коммутаторов (Optical Cross-Connect, OXC).

На рис. 4 представлена конструкция аналогового 3D коммутатора [5]. Его коммутационная матрица состоит из массивов входных и выходных ОВ с коллиматорами и системы MEMS из двух матриц подвижных микрозеркал, число которых равно числу входных и выходных ОВ. Каждое микрозеркало размещено на подвесе, позволяющем наклонять его по двум осям.

Расходящееся излучение из входного ОВ преобразуется линзой-коллиматором в параллельный пучок и направляется на микрозеркало первой матрицы, связанное с этим ОВ. Управляя наклоном микрозеркала, отраженный пучок можно направить на то микрозеркало второй матрицы, которое связано с нужным выходным ОВ. Для вывода излучения в выходное ОВ угол наклона микрозеркала второй матрицы также регулируется. Фокусировка излучения на торец выходного ОВ осуществляется линзой-коллиматором.

Использование конструкции с двумя матрицами микрозеркал позволяет обеспечить высокую точность фокусировки, что существенно снижает вносимые устройством потери. Типичные потери серийно выпускаемых устройств не превышают 1.5 дБ.

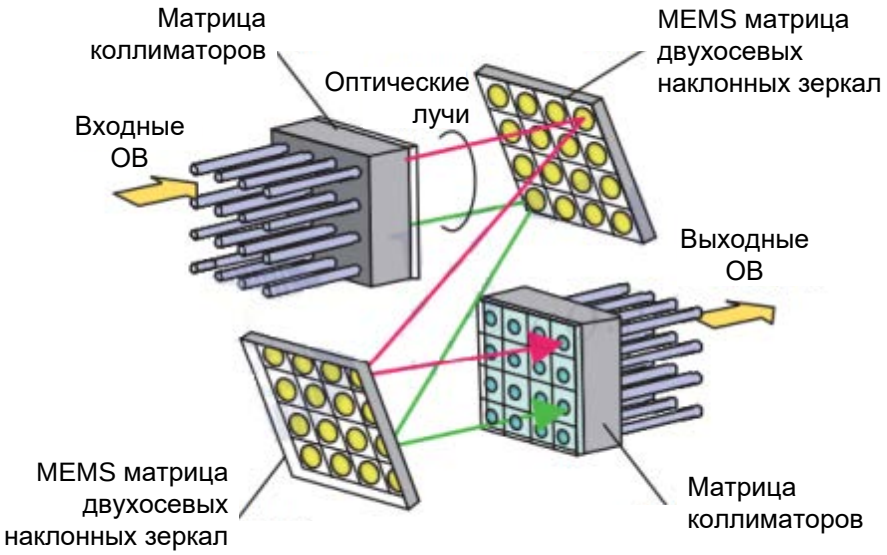


Рис. 4. Аналоговый оптический 3D-коммутатор

Недостатком рассмотренных ROADM является ограничение, связанное с необходимостью назначения каждому порту фиксированной длины волны. Это ограничение преодолевается заменой «цветных» оптических приемопередатчиков с фиксированной длиной волны на управляемые «бесцветные» приемопередатчики, способные поддерживать весь диапазон длин волн DWDM. Концепция «бесцветного» DWDM является ключевым элементом инновационных решений для полностью оптических управляемых сетей.

Список использованных источников

1. Фокин В.Г. Оптические мультиплексоры OADM/ROADM и коммутаторы PXC в мультисервисной транспортной сети: учебное пособие/ ГОУ ВПО «СибГУТИ». – Новосибирск, 2011 г. – 204 с.

2. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. – М.: EXFO, 2001. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько. – 264 с.

3. WDM Technologies Passive Optical Components / edited by Achyut K. Dutta, Niloy K. Dutta, Masahiko Fujiwara // Academic Press – 2003. Vol. 2. – 552 p.

4. Photonic MEMS Devices Design, Fabrication and Control / Ai-Qun Liu // CRC Press – 2009. – 504 p.

5. 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.

УДК 621.39
ГРНТИ 49.44

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ОПТИЧЕСКОГО АТТЕНЮАТОРА

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

Рассмотрены принципы действия, конструкции и параметры переменных оптических аттенюаторов. Проанализированы возможности изменения затухания путем внесения радиального смещения сердцевин соединяемых оптических волокон.

аттенюатор, переменный аттенюатор, Variable Optical Attenuator, VOA, оптическое волокно, MEMS, DWDM, волоконно-оптическая линия передачи

Переменные оптические аттенюаторы (Variable Optical Attenuator, VOA) применяются для управления мощностью излучения в волоконно-оптических линиях передачи (ВОЛП). Необходимость управления мощностью излучения возникает, например, для исключения перегрузки фотоприемных устройств или для выравнивания мощности в разных спектральных каналах в ВОЛП с применением технологии плотного спектрального мультиплексирования (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM).

На рис. 1 показаны типичные места установки переменных аттенюаторов в ВОЛП с DWDM [1]:

- Точка А1, выходы передатчиков – для выравнивания спектров сигналов (в точке 1 на выходе мультиплексора DWDM);
- Точка А2, входы приемников – для коррекции уровня мощности сигнала с целью исключения их возможной перегрузки;
- Точка А3, между секциями промежуточных усилителей – для коррекции неравномерности их усилительной характеристики.

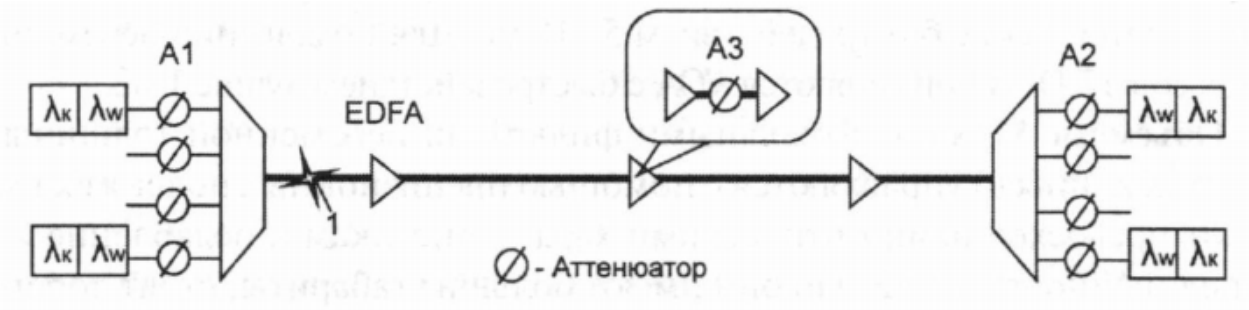


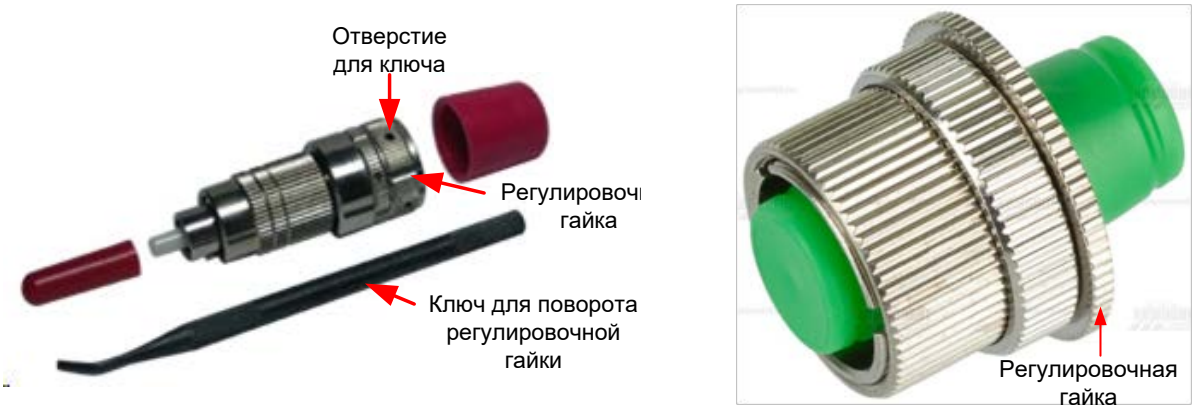
Рис. 1. Размещение переменных аттенюаторов в ВОЛП с DWDM

Основными параметрами VOA являются собственные вносимые потери, диапазон ослабления, рабочий диапазон длин волн, максимально допустимая входная оптическая мощность, время отклика.

В VOA для систем связи используются два основных метода ослабления сигнала:

1. механическое ограничение светового потока, передаваемого из одного ОВ в другое,
2. создание радиального смещения сердцевин при соединении двух оптических волокон (ОВ).

Оба метода позволяют создавать как пассивные, так и активные VOA. Пассивные конструкции обычно изготавливаются по технологии оптических разъемов. Изменение затухания осуществляется поворотом регулировочной гайки специальным ключом (рис. 1а) или рукой (рис. 1б). Установленная величина затухания должна контролироваться с помощью измерения мощности излучения.



а б

Рис. 1. Варианты конструкции пассивных VOA: а – VOA, перестраиваемый ключом, б – VOA, перестраиваемый без ключа

Активные конструкции обладают лучшими характеристиками и позволяют осуществлять удаленное управление величиной затухания. В активных VOA широко используются микроэлектромеханические системы (Micro Electro Mechanical Systems, MEMS).

На рис. 2 представлен вариант конструкции устройства с ограничителем светового потока, в качестве которого используется микрозеркало, закрепленное на подъемном механизме [2]. В неактивированном состоянии зеркало не пересекает путь излучению, распространяющемуся из входного ОВ в выходное. В активированном состоянии зеркало опускается и создает препятствие световому потоку.

На рис. 3 представлены два варианта построения устройств, в которых потери вносятся посредством радиального смещения сердцевин ОВ [2].

В простейшей конструкции, показанной на рис. 3а, с помощью исполнительного механизма деформируется одно из соединяемых ОВ, что приводит к возникновению радиального и углового смещения. Вносимыми потерями можно управлять, управляя величиной поперечного воздействия (силой F).

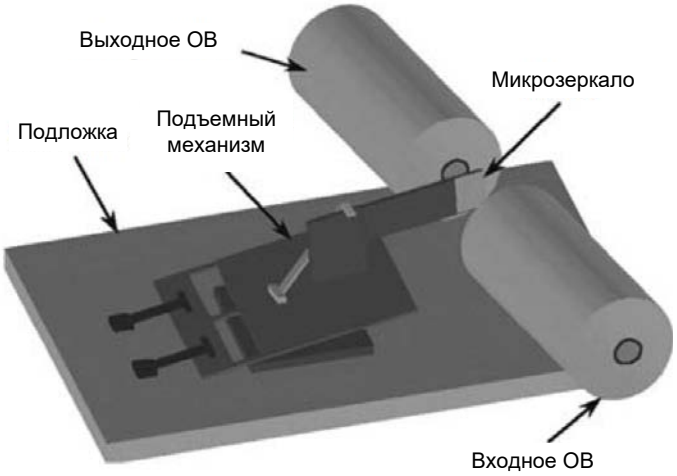
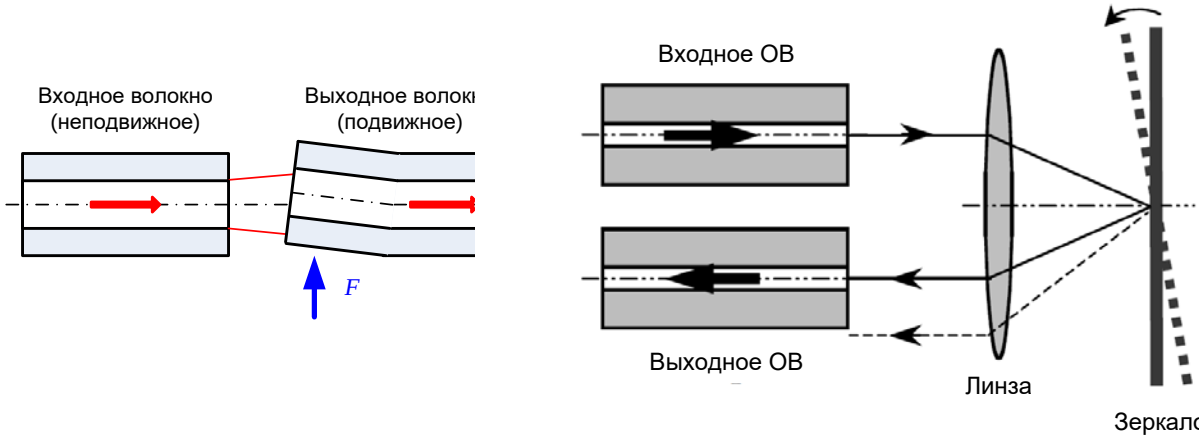


Рис. 2. VOA с ограничителем светового потока

В конструкции, показанной на рис. 3б, радиальное смещение сердцевин ОВ создается с помощью подвижного микрозеркала. Изменяя наклон зеркала можно управлять углом отражения излучения, вышедшего из входного ОВ, а значит положением точки фокусировки отраженного пучка на торце выходного ОВ.



а б

Рис. 3. VOA с использованием MEMS: а – с деформирующим исполнительным механизмом, б – с подвижным зеркалом

Рассмотрим подробнее VOA, использующие внесение радиального смещения сердцевин ОВ. На рис. 4 поясняется, как определяется величина радиального смещения *x*.

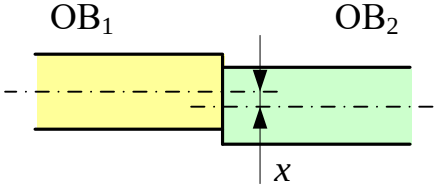


Рис. 4 Определение радиального смещения ОВ

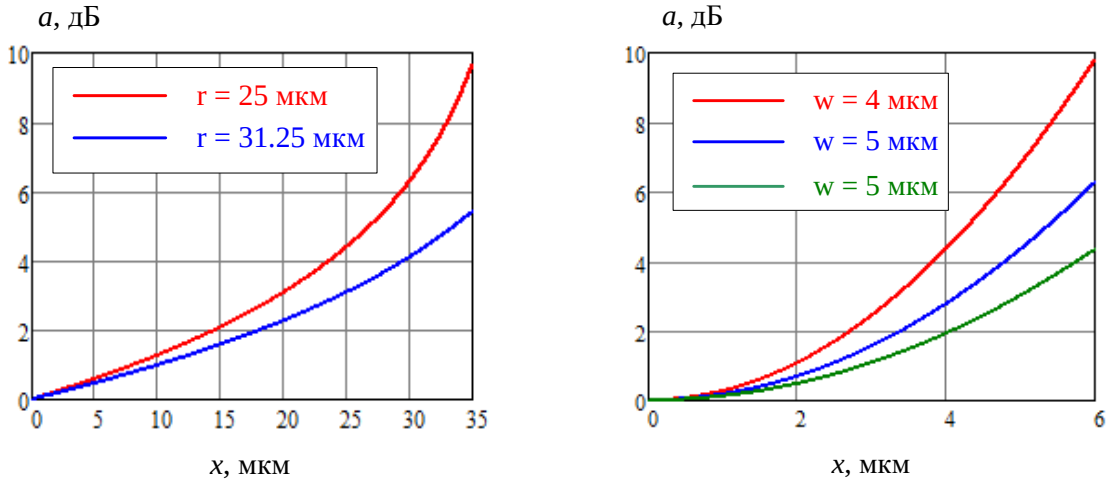
Величину потерь, обусловленную радиальным смещением, можно рассчитать по выражениям [3]:

Одномодовые ОВ: $a(x) = -10 \cdot \lg\left[\exp\left(-\frac{x^2}{w^2}\right)\right]$, (1)

Многомодовые ОВ: $a(x) = -10 \cdot \lg\left(1 - \frac{2x}{\pi \cdot r}\right)$ (2)

где w – радиус модового поля соединяемых одномодовых ОВ, r – радиус сердцевины соединяемых многомодовых ОВ.

На рис. 5 представлены результаты расчета зависимости вносимых потерь от величины радиального смещения сердцевин ОВ.



а б

Рис. 5. Зависимость вносимых потерь от величины радиального смещения: а – многомодовые ОВ, б – одномодовые ОВ

Из рис. 5 видно, что аттенюатор, основанный на радиальном смещении сердцевин ОВ, позволяет в широких пределах изменять затухание.

Список используемых источников

1. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM-системы. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Техносфера, 2017. 324 с.

2. Photonic MEMS Devices Design, Fabrication and Control by Ai-Qun Liu. CRC Press. 212 с.

3. Васильев А.Б., Воронин В.Г., Камынин В.А., Лукиных С.Н., Наний О.Е.. Механизмы потерь в одномодовых волоконно-оптических линиях связи. Учебное пособие. М.: МГУ, 2016., 43с.

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ХАОСА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Дудкин В.И., Морозов А.П.
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Привлекательность динамического хаоса с точки зрения его приложения к системам связи, прежде всего, определяется самими свойствами хаотических сигналов и систем. Возможность получения сложных колебаний со сплошным спектром; с помощью простых по структуре электронных устройств в одном источнике хаоса может быть реализовано большое количество различных хаотических мод; управление хаотическими режимами производится путем малых изменений параметров системы; возможность "вложения" большого количества информации в хаотический сигнал; увеличение скорости модуляции по отношению к традиционным методам модуляции.

динамический хаос, генератор

Спектральный диапазон, занимаемый сигналом генератора хаотического сигнала, определяется характеристикой нелинейного элемента. Нами была выбрана схема генератора Чуа, в котором роль нелинейного элемента исполняют два операционных усилителя с обратной связью по току рис.1.

Данная схема была исследована математически, смоделирована в программе Multisim и на основании результатов построен макет. Результаты в виде фазовых портретов и временных осциллограмм, характеризующие наиболее интересный режим хаоса, соответствующий аттрактору типа Double Scroll, приведенные на рис.2. Основным достоинством данной схемы является возможность получать хаотическую генерацию, ширина спектра, которой определяется лишь полосой пропускания операционного усилителя, в случае с AD844 это сотни МГц.

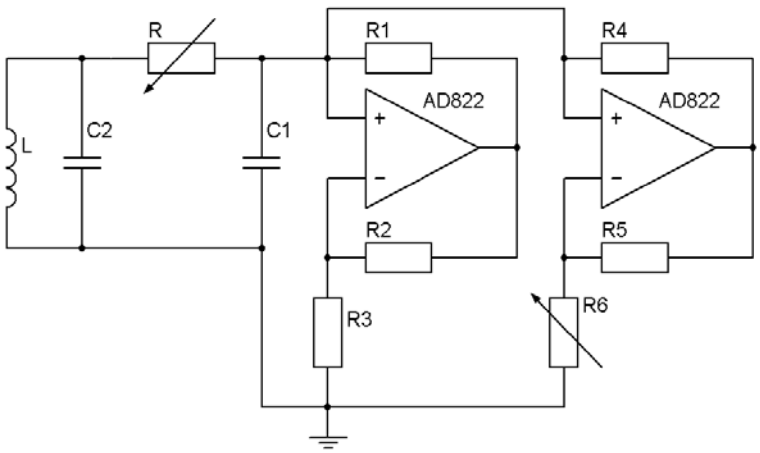


Рис.1. Схема Чуа с улучшенными характеристиками [1-4]

ТАБЛИЦА 1. Номиналы элементов экспериментальной схемы

L	C_1	C_2	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	$R_{6\ РОТ}$	$R_{\ РОТ}$
7 мГн	10 нФ	100 нФ	22КОм	22КОм	3.3Ком	220Ом	220Ом	5 КОм	2 КОм

В таблице 1 приведены значения элементов схемы. Нелинейный диод получен на основе операционных усилителей AD822AN. Для изменения режима генерации использовался потенциометр 2 кОм, также для возможности изменить характеристику нелинейного элемента использовался потенциометр 5 кОм.

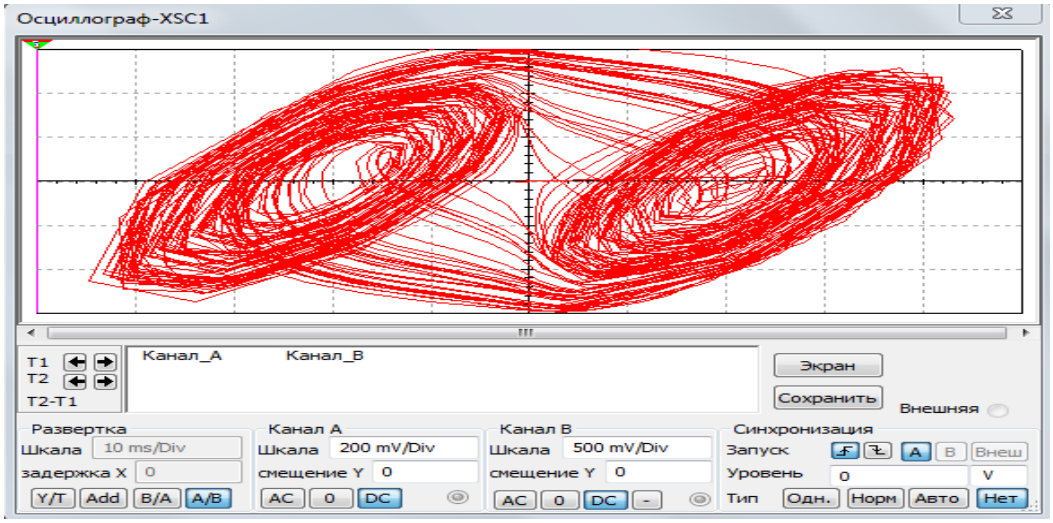


Рис.2. Окно встроенного осциллографа. Фазовый портрет. Напряжение на C1, C2 при R=1700 ом

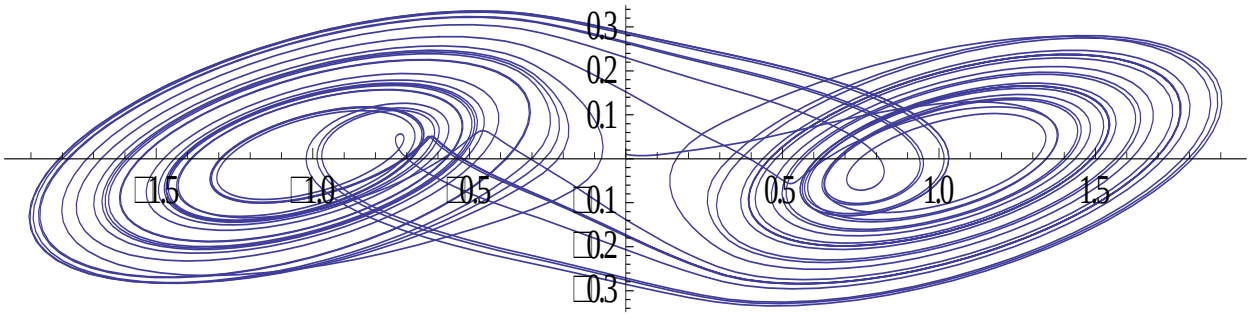


Рис.3.Фазовый портрет. Напряжение на C1, C2 при R=1700 Ом

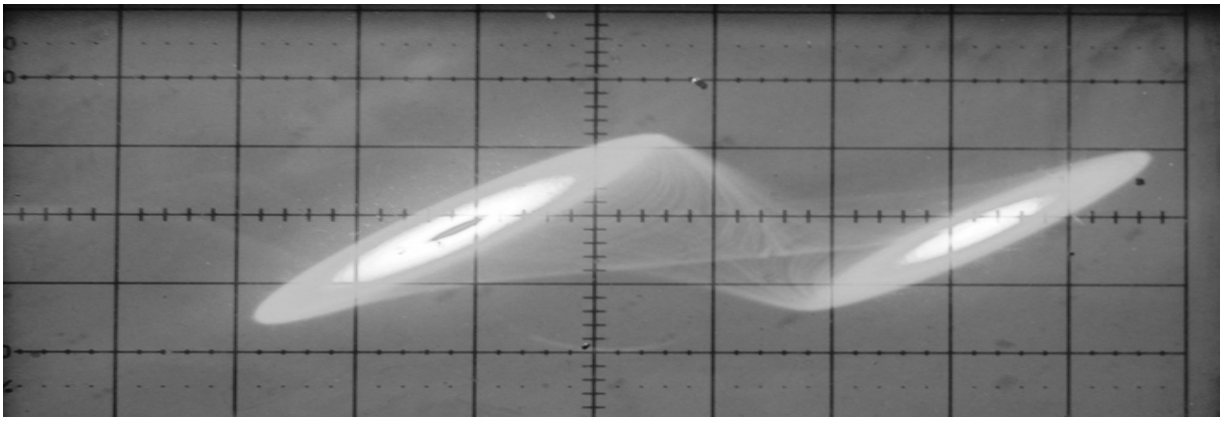


Рис.4. Осциллограмма напряжения на конденсаторах С1-С2 (по горизонтали 1 клетка 1 В, по вертикали 0.2 В, R=1700 Ом)

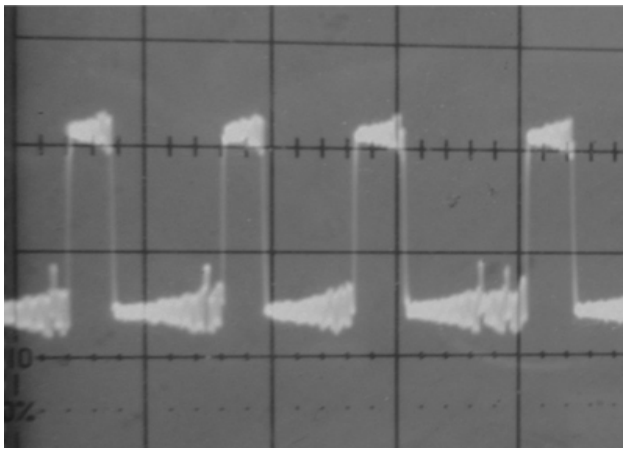


Рис.5. Осциллограмма напряжения на С1 (по горизонтали 1 клетка 2 мс, по вертикали 1 В, R=1700 Ом)

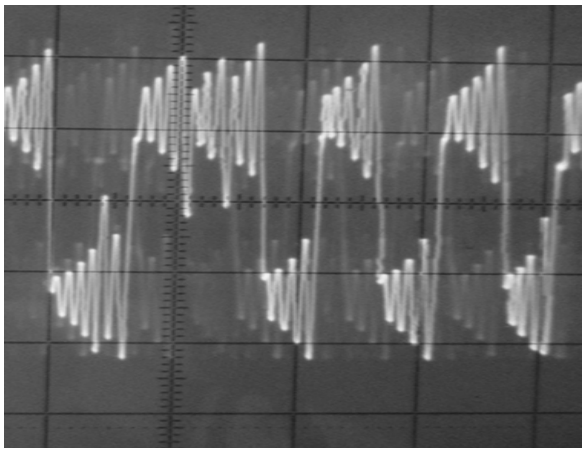


Рис.6. Осциллограмма напряжения на С1 (по горизонтали 1 клетка 2 мс, по вертикали 5 В, R=980 Ом)

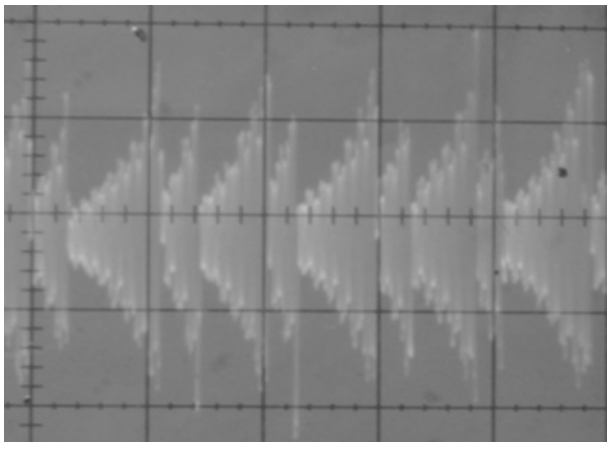


Рис.7. Осциллограмма напряжения на С2 (по горизонтали 1 клетка 2 мс, по вертикали 0.2 В, R=1700 Ом)

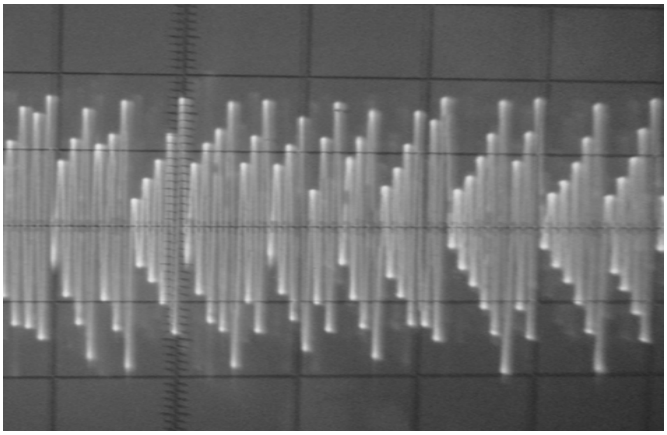


Рис.8. Осциллограмма напряжения на С2 (по горизонтали 1 клетка 2 мс, по вертикали 0.5 В, R=980 Ом)

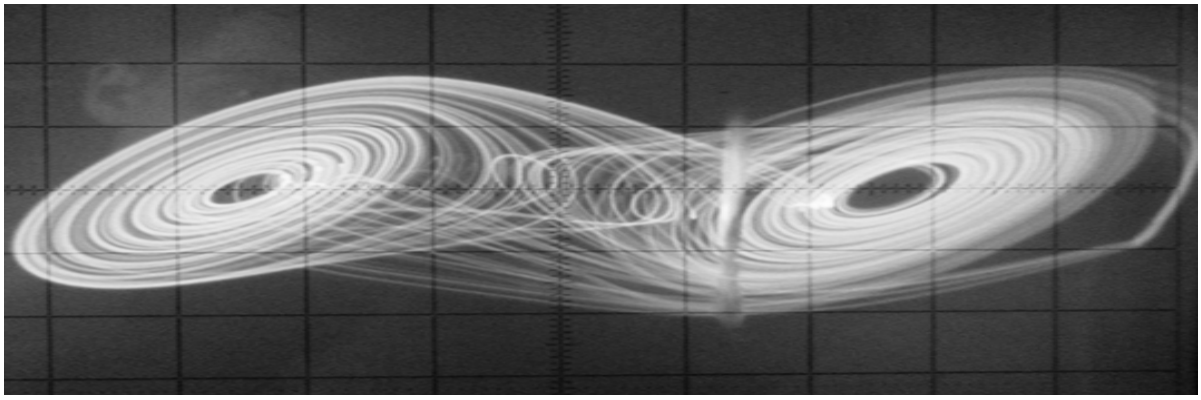


Рис.9. Осциллограмма напряжения на конденсаторах С1-С2 (по горизонтали 1 клетка 2 В, по вертикали 0.5 В, R=980 Ом)

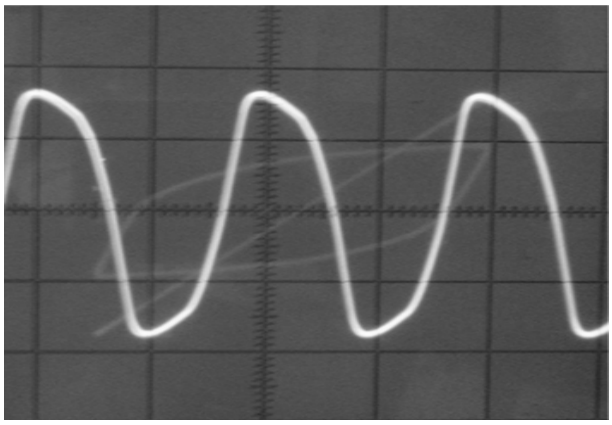


Рис.10. Осциллограмма напряжения на С1 (по горизонтали 1 клетка 1 мс, по вертикали 2 В, R=1250 Ом)

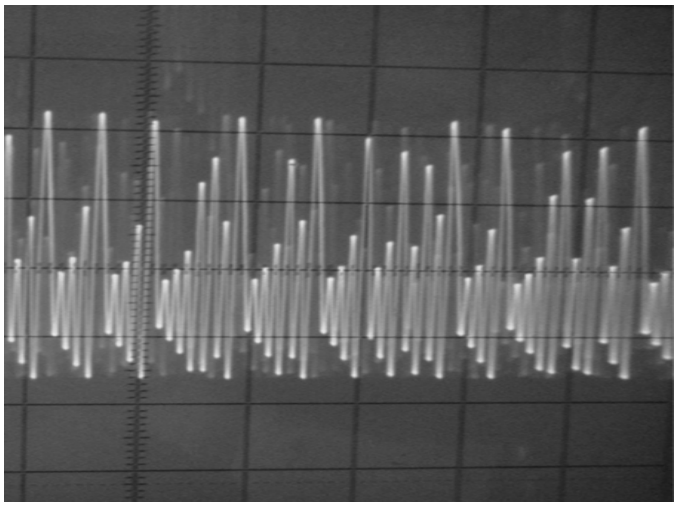


Рис.11. Осциллограмма напряжения на С1 (по горизонтали 1 клетка 5 мс, по вертикали 2 В, R=1050 Ом)

Данные разработки могут быть использованы в качестве лабораторного практикума, позволяющего производить исследования нового класса широкополосных систем передачи информации, с целью создания перспективных систем связи.

Список используемых источников

1. Abel A., Schwarz W. Chaos communication - principles, schemes, and system analysis // Proc. IEEE. 2002. 90. 5. P. 691-710

2. Baptista M.S., Macau E.E., Grebogi C. Conditions for efficient chaos-based communication 11 Chaos. 2003. 13 1. P. 145-150

3. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для, систем, связи. М,: Изд. Физ.-мат. лит. 2002, 252 с.

4. Анищенко В.С., Астахов В.В. Регулярные и хаотические автоколебания. -М.: Интеллект, 2009

УДК 681.7.01
ГРНТИ 49.46.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФЕКТОВ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН НА МАГИСТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

А. Г. Ларина
Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого

В современном мире широко используются оптические средства передачи данных с целью увеличения скорости и повышения надежности передаваемой информации. В частности, на магистральных линиях связи применяются волоконно-оптические кабели. Как и при работе с любой другой системой передачи данных необходимо учитывать возможные проблемы, возникающие как на этапе изготовления, так и на этапе эксплуатации этих систем. Чтобы обеспечить качественную и бесперебойную работу волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), необходимо знать особенности дефектов, которые могут быть.

С помощью эксплуатационно-технического обслуживания ВОЛС, в который входит измерения параметров оптического волокна (ОВ) с помощью рефлектометра, можно осуществлять контроль и своевременное обнаружение дефектов ОВ, которые могут привести к потерям на линиях связи. К таким дефектам относятся потери на вводе/выводе, потери на стыках строительных длин, внешние повреждения оптического кабеля и др.

В этой статье будут рассмотрены особенности основных дефектов оптических волокон, возникающих на магистральных линиях связи, а также способы измерения потерь на волоконно-оптической линии связи.

оптическое волокно, линия связи, оптический рефлектометр

В современном мире, с внедрением новых технологий, возникает необходимость в высокоскоростной передаче больших объемов информации [1-3]. В настоящее время единственным эффективным решением этой задачи являются волоконно-оптические линии связи и оптические методы обработки информации [4-5]. В последнее время в системах спутниковой связи и навигации оптический канал используется для решения различных задач [6-8]. В тех случаях, когда использование ВОЛС экономически не выгодно или невозможно, применяются другие системы связи [9].

Помимо преимуществ в скорости и объеме передачи информации ВОЛС имеют ряд преимуществ в сравнении с линиями на основе медного кабеля. Оптическое волокно невосприимчиво к электромагнитным полям, что устраняет типичные проблемы медных систем. Это позволяет использовать ВОЛС в сложной электромагнитной обстановке [10]. Оптические сети могут передавать сигналы на большие расстояния с меньшими потерями [1-5, 7, 10, 37-39]. Для эффективной передачи данных по таким сетям необходимо учитывать все возможные дефекты волоконных линий, которые могут возникнуть на пути передачи данных. Особенно для ВОЛС специального

назначения, которые закладываются в определенных местах, например, вблизи трубопроводов.

Основные дефекты в волокне делятся на две группы: оптические и механические. Оптические дефекты в волокнах – это дефекты, возникающие в процессе изготовления волокна или отражающей оболочки, при монтаже кабельной инфраструктуры и дальнейшей эксплуатации. К ним относятся внутренние дефекты в виде локальных рассеивающих центров, внутренних трещин, внутренних напряжений, неидеальность формы волокна и др.

Механические дефекты появляются в результате механических воздействий (различные изгибы, растяжения-сжатия, скручивание) и в результате воздействия внешних физических явлений: тепловое воздействие (растяжение- сжатие), радиация (разрушение оптического волокна) и т. д.

В магистральных линиях, которые рассматриваются в моей работе присутствуют в основном следующие дефекты:

- Повреждение кабеля, вызванное в процессе работы тяжелой техники на поверхности;
- Потери на сварных соединениях

Сварка ОМ волокон выполняется с помощью автоматизированных сварочных аппаратов, которые не только выполняют сварку волокон, но и оценивают величину потерь на стыке. Корректировка и оценка величины потерь на стыке волокон производится на основе смещения сердечников волокон, что позволяет создавать сварные соединения со средними потерями около 0,02 дБ.

Столь малые потери в сварных соединениях ОМ волокон достигаются при соблюдении нескольких технологических требований. Однако при работе в полевых условиях не всегда удается выполнить все эти технологические требования, что приводит к нарушениям качества сварного соединения различного рода. Типичные искажения сварных соединений примерно так, как они видны на экране сварочного аппарата, представлены на рис. 1.

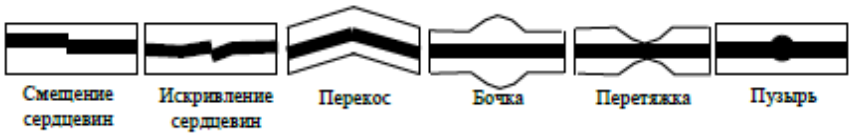


Рис. 1. Типичные искажения сварных соединений

При сварке с потерями более 0,02 дБ производится повторная сварка, так как необходимо обеспечить качественное волоконное соединение согласно техническим требованиям.

- Потери в соединениях волокон с различными диаметрами модовых пятен

Волокна с меньшим диаметром модального пятна рассеивают больше света обратно в рефлектометр. Благодаря этому при измерении в прямом направлении возникает "мнимое усиление" сигнала в точке соединения волокон. При обратном измерении наблюдается мнимое затухание сигнала

- Потери на разъемных соединениях

Две поверхности находятся в оптическом контакте, если расстояние между ними намного меньше длины волны света. В то же время, чем меньше расстояние между этими поверхностями, тем меньше будет количество отраженного от них света.

Все измерения этих линий связи проводились с использованием рефлектометра. Оптический рефлектометр работает по принципу радара – посылает короткий мощный импульс света на волокно и сразу же начинает измерять все отражения, возникающие при движении этого импульса вдоль волокна. Как только зондирующий световой импульс достигает какой-либо неоднородности в волокне (например, сварка, разъем или повреждение), сразу же часть света отражается от этого места и начинает двигаться вдоль волокна в противоположном направлении, к рефлектометру, где он регистрируется фотоприемником. Но сам зондирующий импульс, несколько ослабленный, продолжает свое движение вдоль волокна, последовательно отражаясь от всех встречающихся на его пути неоднородностей, пока не достигнет конца волокна или места, где он полностью обрывается.

Измерение всех отражений от одного импульса не позволит построить полноценную рефлектограмму. Мощность одного импульса очень мала, и при изменении его отражений регистрируется большое количество случайных шумов. Для того чтобы максимально снизить шум и получить правильную рефлектограмму, прибору необходимо выполнить измерение в течение 10-20 секунд, а затем выполнить усреднение, анализ и отображение результатов в виде графика рефлектограммы и таблицы событий, отражающей все данные обнаруженных событий.

Измерения проводились на магистральной линии протяженностью 40 км. Длина волны сигнала составляет 1550 нм. Полученная рефлектограмма в направлении A-B представлена на рис. 2.

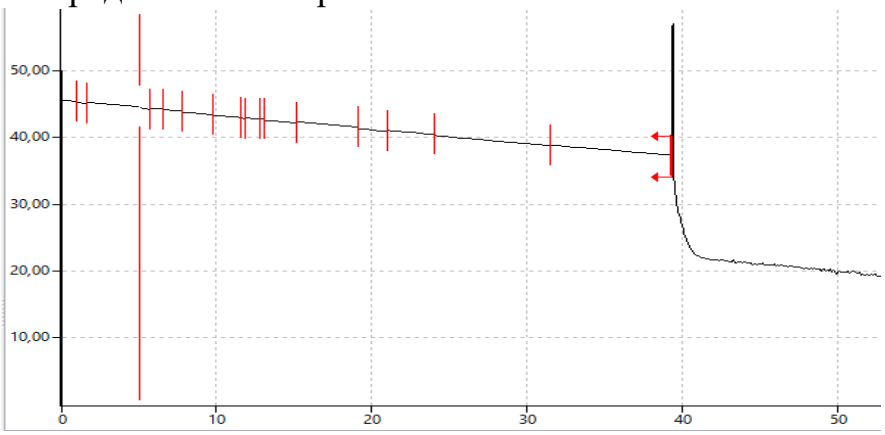


Рис. 2. Рефлектограмма линии связи.

На этой линии были обнаружены потери на следующих дефектах:

- Начало и конец линии

В этих областях наблюдается большой всплеск, который вызван отражением сигнала и его рассеянием за пределами линии. Величина пульсации в начале линии составляет 4,5 дБ, на выходе-19 дБ.

- Потери в изгибах

Для этого дефекта величина потерь зависит от радиуса кривизны.

Среднее значение потерь для этих дефектов составляет 0,068 дБ.

- Потери при сварке

На этом участке линии было обнаружено несколько сварных соединений, в том числе приводящих к мнимому усилению и ослаблению (рис. 3).

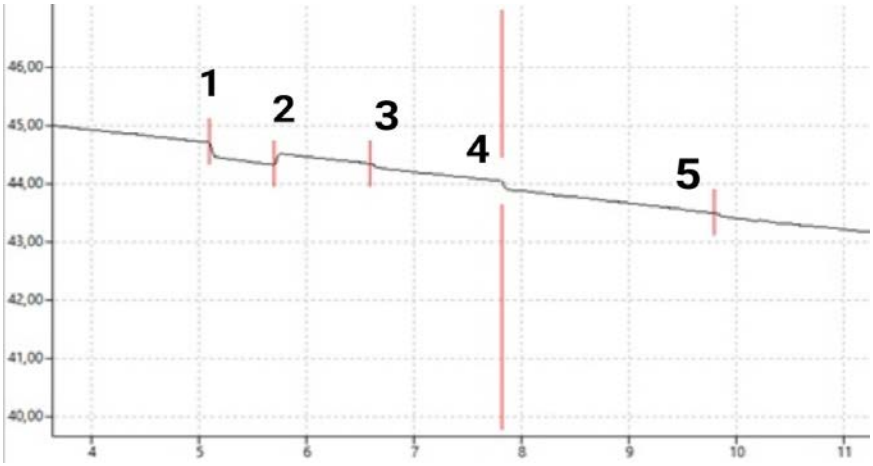


Рис. 3. Рефлектограмма линии связи с мнимым ослаблением (1-2), изгибом (3, 5), сварным соединением (4).

Значение затухания в точке 1 составляет 0,245 дБ, а усиления в точке 2 – 0,200 дБ, поэтому общие потери для этого отрезка составляют 0,045 дБ.

Среднее значение потерь на сварных соединениях составляет 0,06 дБ. Наибольшее значение потерь составляет 0,129 дБ.

В результате были проведены измерения на магистральной линии связи протяженностью 39,368 км. Суммарные потери составили 12,831 дБ, ослабление 0,326 дБ/км, было обнаружено 19 событий, в том числе сварка, изгибы волокон и потери на соединительных элементах. Используя техническое обслуживание и обслуживание ВОЛС, включающее измерение параметров оптического волокна с помощью рефлектометра, можно контролировать и своевременно выявлять дефекты в волокне, которые могут привести к потерям на линиях связи.

Список используемых источников

1. Koucheryavy, A., Vladyko, A., Kirichek, R.: State of the art and research challenges for public flying ubiquitous sensor network. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 9247, 299-308 (2015).

2. Liu, M., Xue, W., Jia, P., Makarov, S.B., Li, B.: Research on spectrum optimization technology for a wireless communication system. Symmetry 12(1), 34 (2020).

3. Qi, J., Makarov, S.B., Liu, M., Li, B., Xue, W. Research on an optimization method for a partially responsive continuous phase modulated (CPM) signal based on an optimal generic function. Symmetry 11(9), 1114 (2019).

4. Grebenikova, N.M., Moroz, A.V., Bylina, M.S., Kuzmin, M.S.: Remote control of the quality and safety of the production of liquid products with using fiber-optic communication lines of the Internet. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 497, 012109 (2019).

5. Davydov R., Antonov V., Moroz A.: Parameter Control System for a Nuclear Power Plant Based on Fiber-Optic Sensors and Communication Lines. In.: IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics (EExPolytech-2019) vol. 8906791. p. 295-297. Saint-Petersburg (2019).

6. Davydov, R.V., Mazing, M.S., Yushkova, V.V., Stirmanov, A.V., Rud, V.Yu.; A new method for monitoring the health condition based on nondestructive signals of laser radiation absorption and scattering. Journal of Physics: Conference Series 1410(1), 012067 (2019).

7. Myazin, N., Neronov, Y., Dudkin, V., Davydov, V., Petrov, A.: On the need for express control of the quality of consumer goods within the concept 'Internet of things'. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 497(1), 01211 (2019).

8. Myazin, N.S., Dudkin, V.I., Grebenikova, N.M., Davydov, V.V., Rud', V.Y., Podstrigaev, A.S.: Fiber – Optical System for Governance and Control of Work for Nuclear Power Stations of Low Power. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 11660 LNCS, 744-756 (2019).

9. Fadeenko, V, Fadeenko, I, Reznik, V, Kruglov, V, Moroz, A, Popovskiy, N, Dudkin, V, Nikolaev, D.: Remote environmental monitoring in the area of a nuclear power plant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 390(1), 012022 (2019Author, F.: Article title. Journal 2(5), 99–110 (2016).

10. Friman, R.K.: Fiber-optic communication systems. NJ. Wiley-Inter science, New York (2012).

УДК 621.39
ГРНТИ 49.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ EDFA

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

В докладе рассмотрены вопросы моделирования усилителя EDFA, рассмотрены физические принципы работы, варианты конструкции и зависимость от таких параметров, как уровень мощности накачки и уровня входного сигнала.Проведено моделирование с применением программы GainMaster, получены графики зависимостей коэффициента усиления от мощности сигнала накачки и уровня входного сигнала.Полученные результаты согласуются с теоретически ожидаемыми и могут быть использованы при разработке усилителей EDFA.

оптический усилитель, сигнал накачки, компьютерное моделирование, ASE, EDFA

EDFA (англ. Erbium Doped Fiber Amplifier) — волоконно-оптический усилитель на оптическом волокне, легированном ионами эрбия. Применяется в волоконно-оптических линиях передачи для восстановления уровня оптического сигнала.

Сочетание уникальных свойств, которым обладают усилители на волокне, легированном эрбием, обеспечили им быстрое внедрение в системы дальней связи. Из них стоит отметить следующие:

- возможность единовременного усиления сигналов с различными длинами волн;
- непосредственное усиление оптических сигналов, без их преобразования в электрические сигналы и обратно;
- практически точное соответствие рабочего диапазона эрбиевых усилителей области минимальных оптических потерь световодов на основе кварцевого стекла;
- низкий уровень шума и простота включения в волоконно-оптическую систему передачи.

Явление усиления света при вынужденном излучении лежит в основе принципа работы EDFA-усилителей. Схема энергетических уровней такого редкоземельного элемента, как эрбий, дает возможность усиления света в волокне, легированным этим элементом. В упрощенном виде схема представлена на рисунке 1.

Благодаря переходу между уровнями 2→1 ($^4I_{13/2}$ $^4I_{15/2}$) в эрбиевом усилителе происходит усиление. Каждый из этих уровней расщеплен на ряд подуровней из-за взаимодействия ионов эрбия с внутрикристаллическим полем кварцевого стекла (эффект Штарка). Под действием накачки за счет поглощения фотонов накачки ионы эрбия переходят из основного состояния (уровень 1) в верхнее возбужденное состояние (уровень 3), которое является

короткоживущим (время жизни τ_3=1 мкс), и за счет процессов релаксации переходят в долгоживущее состояние (на метастабильный уровень 2 энергии).

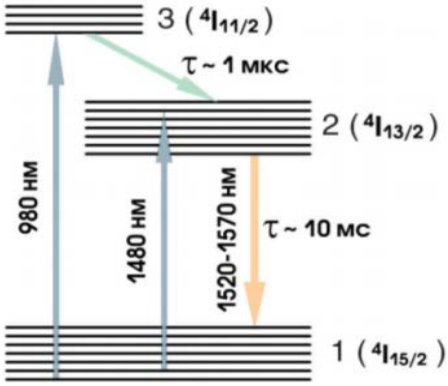


Рис. 1. Упрощенная схема уровней энергии ионов эрбия (Er^{3+}) в кварцевом стекле

Термин метастабильный означает, что время, которое пребывает ион эрбия на данном энергетическом уровне, (его также называют временем жизни) относительно велико (τ_2=10 мс, то есть $\tau_2=10^4\tau_3$). Поэтому число ионов, которые находятся на уровне 2, при соответствующей мощности накачки может быть выше числа ионов на уровне 1. Уровень 1 называется основным состоянием, поскольку при отсутствии накачки практически все ионы эрбия располагаются на этом энергетическом уровне. При отсутствии накачки доля частиц, которые находятся на остальных уровнях, крайне мала.

Населенностью уровня энергии называется число ионов на единицу объема, которые находятся на некотором энергетическом уровне. Приотсутствии накачки (в нормальных условиях) населенность первого энергетического уровня максимальна, а населенность всех остальных энергетических уровней быстро уменьшается с увеличением энергии уровня. Очень необычным состоянием среды является такое, при котором населенность некоторого нижележащего уровня меньше населенности некоторого вышележащего уровня энергии. Такое явление получило название состояния с инверсией населенностей уровней, или, более кратно, инверсией населенности.

Если в среду с инверсией населенности попадает излучение с энергией фотона, которое совпадает с энергией перехода из метастабильного состояния в основное, то с большой вероятностью происходит переход иона с метастабильного уровня 2 на основной уровень 1 с одновременным рождением еще одного фотона. Увеличение числа фотонов при их взаимодействии с ионами эрбия означает, что происходит усиление света, который распространяется в среде с инверсией населенностей уровней [1].

Рис. 2. Упрощенная схема эрбиевого волоконного усилителя

Упрощенная схема EDFA-усилителя изображена на рисунке 2.

Существуют следующие способы подключения источников накачки:

- попутный;
- встречный;
- двунаправленный;

Для того, чтобы перевести ионы эрбия в возбужденное состояние, осуществляется оптическая накачка на длинах волн, которые соответствуют одной из их полос поглощения.

Для практического использования в системах волоконно-оптической связи наибольшее значение имеют следующие параметры эрбиевых усилителей:

- коэффициент усиления;
- энергетическая эффективность;
- шум-фактор и мощность усиленного спонтанного излучения;
- спектральная ширина и равномерность полосы усиления.

Характеристики и работа усилителя EDFA зависит от нескольких параметров:

- длина волны накачки
- уровень мощности накачки
- способ включения накачки
- длину эрбиевого волокна

Чтобы анализировать работу усилителя и учесть все эти параметры, применяется компьютерное моделирование. Данная работа подразумевает моделирование в программной среде GainMaster [2] с использованием эрбиевого оптического волокна серии IsoGain I-4 [3].

Прежде всего необходимо определить способ подключения и количество источников накачки. Для этого были смоделированы схемы с (рис. 3) оптическим усилителем с попутным, встречным и двунаправленным подключениями.

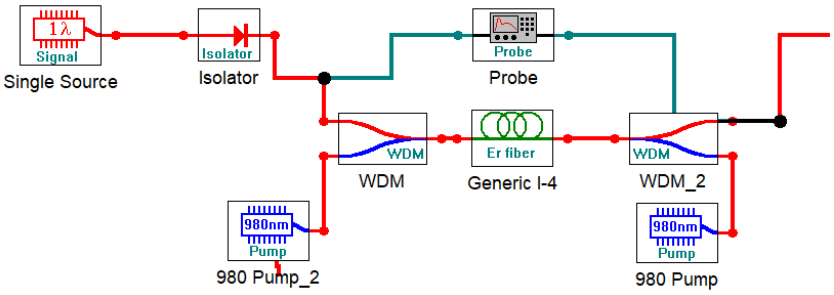


Рис. 3. Общая структурная схема

На общей структурной схеме обозначены:

- SignileSource– источник входного сигнала;
- Isolator –изолятор;
- 980 Pump – источники накачки;
- WDM – мультиплексоры;

- Erfiber – эрбиевое волокно.

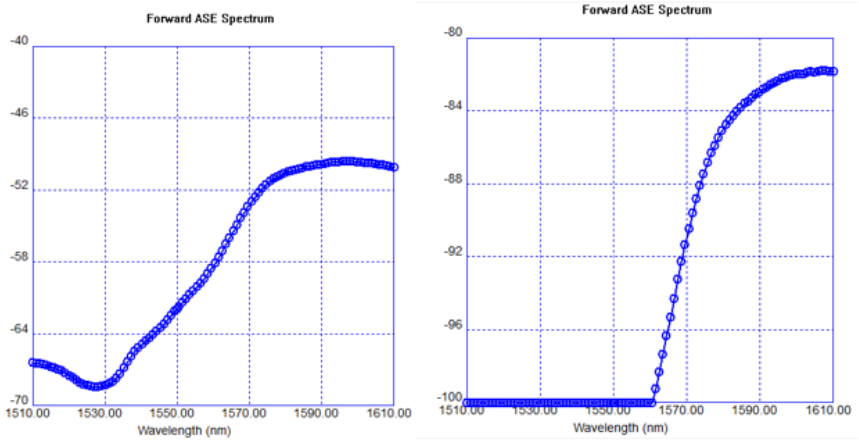
Исследование проводилось для различных конфигураций схемы с оптическим усилителем. Изменение уровня мощности сигнала накачки происходило от 0 до 150 мВт, длина волокна была постоянной и равной 15 метрам. Изменение уровня входного сигнала происходило от 0 до -60 дБм.

ТАБЛИЦА 1. Моделирование с ЭОВ с I-4 со встречным включением

$P_{ивхс}$, дБм	$P_{ин}$, мВт	λ_{max}, нм	p_{Σ},дБм	p_{1550}, дБм/нм
-60	0	1602	-97.26	$2.65*10^{-14}$
	30	1530	9.26	-10.12
	60	1530	12.54	-7.72
	90	1530	14.25	-6.5
	120	1530	15.4	-5.72
	150	1530	16.25	-5.14
-30	0	1602	-67.25	-105.9
	30	1530	8.81	-10.4
	60	1530	12.15	-7.98
	90	1530	13.92	-6.75
	120	1530	15.1	-5.89
	150	1530	15.98	-7.98
0	0	1602	-33.72	-7.99
	30	1531	-9.65	-26.4
	60	1531	-8.12	-24.66
	90	1531	-7.12	-23.63
	120	1531	-5.76	-22.27
	150	1531	-5.33	-21.9

Из таблицы 1 видно, что с увеличением уровня входного сигнала увеличивается суммарный выходной уровень мощности.

На рисунке 4 приведены примеры спектрограмм, полученные при встречном включении источника накачки с уровнямивходного сигнала 0 и -30 дБм. В этом случае стоит отметить, что при уровне мощности накачки равном 0 дБм, спектр эмиссии смещается в длинноволновую область.



а б

Рис. 4. Примеры спектрограмм ASE с ЭОВ I-4 со встречным включением накачки. Уровень входного сигнала 0 (а) и -30 (б) дБм

На рисунке 5 приведён пример спектрограммы, полученной при встречном включении накачки с уровнем мощности накачки 120мВт; уровень входного сигнала минус 30 дБм.

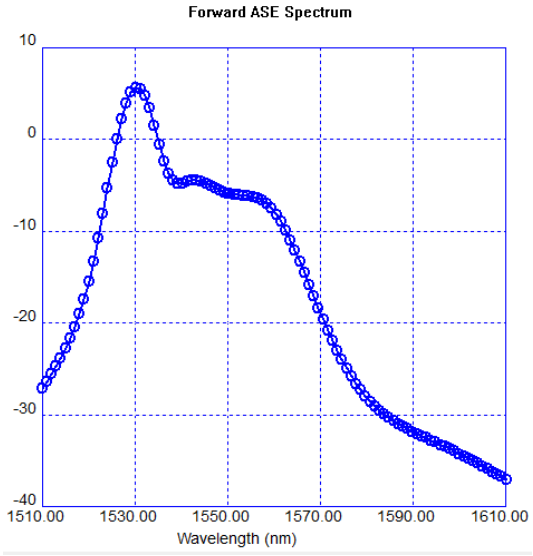


Рис. 5. Примеры спектрограмм ASE с ЭОВ I-4

Таким образом, было проведено моделирование схем с оптическим усилителем EDFA. Полученные графики совпадают с ожидаемыми теоретически и согласуются с теорией.

Список используемых источников

1. Курков А.С., НанийО.Е.. Эрбиевые волоконно-оптические усилители // Журнал «WDM и оптические сети связи» – Москва, 2003. – 8 с.

2. GAINMASTERTM Amplifier Designed Software Manual Revision 1. /«Fibercore Limited», 2016. – 16 с.

3. Newport 16/1 Doped Fiber DATASHEET Erbium Doped Fiber IsoGain™, 2013.

УДК 621.315.05
ГРНТИ 44.41.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ПИТАНИЯ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ

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

Power over Fiber – это развивающаяся технология передачи мощности для питания электронных устройств с использованием оптоволоконного кабеля. Применение этой технологии позволяет отказаться от металлических проводников и аккумуляторов в тех случаях, когда их использование сопряжено с серьезными трудностями. Однако системы дистанционного питания по оптическому волокну так же имеют ограничения. В данной статье будут рассмотренный некоторые проблемы подобных сетей.

Power over Fiber, мощность, оптическое волокно, затухание, потери, тепловой пробой, диаметр.

Power over Fiber – это развивающаяся технология передачи мощности для питания электронных устройств с использованием оптоволоконного кабеля. Применение этой технологии позволяет отказаться от металлических проводников и аккумуляторов в тех случаях, когда их использование сопряжено с серьезными трудностями с точки зрения технической реализации, может повлиять на работоспособность оборудования или же представляет угрозу для обслуживающего персонала.

Технология Power over Fiber подразумевает, что мощность, необходимая для питания удаленного устройства, передается по оптоволокну в виде оптического излучения, генерируемого лазерным источником. На стороне питаемого устройства находится полупроводниковый фотоприемник особой конструкции, называемый фотовольтаическим преобразователем. Он преобразует мощность оптического излучения, распространяющегося по оптоволокну, в электрическую мощность. Работа системы PoF отображена на рисунке 1. Величина электрической мощности и напряжения на выходе преобразователя зависит от характеристик выбранного преобразователя, а также от величины оптической мощности на его входе.

В общем случае система PoF состоит из трех основных элементов, каждый из которых оказывает влияние на работоспособность системы в целом:

1. Источник лазерного излучения;
2. Оптоволоконный кабель;
3. Фотовольтаический преобразователь [1].

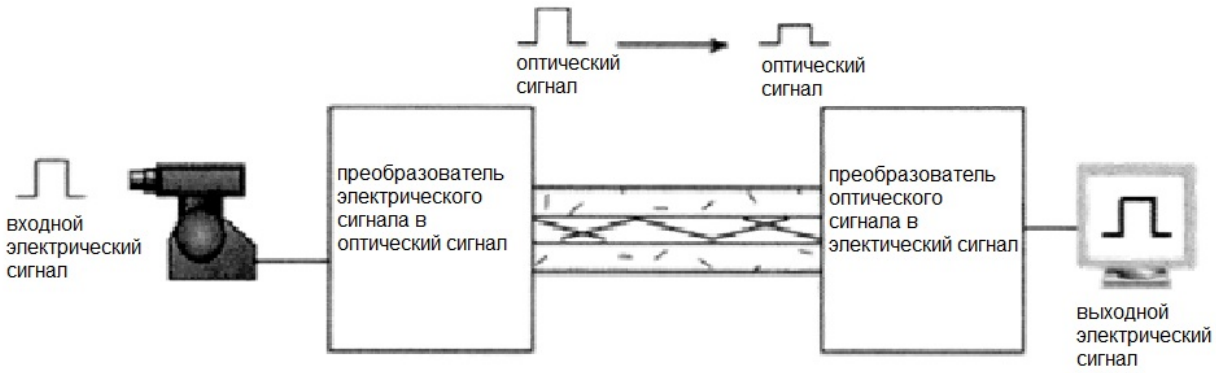


Рис. 1. Структурная схема системы PoF.

Коммерчески доступные системы Power over Fiber характеризуются значениями электрической мощности на выходе конвертера порядка сотен мВт – единиц Вт при напряжении в единицы-десятки В. Этого достаточно для питания широкого круга маломощных устройств, применяемых в различных областях промышленности. Большую мощность можно получить, если использовать несколько преобразователей, соединенных последовательно или параллельно (при этом используются несколько лазеров или один лазер и оптический делитель 1xN).

В современном оптическом волокне затухание в основном вызвано внутренними потерями из-за рэлеевского рассеяния. Оптоволокно состоит из стекла с микроскопическими неоднородностями и определенным рефракционным индексом. Этот эффект приводит к потере энергии из-за рассеяния света.

Потери при использовании оптического волокна не является большой проблемой для основных областей применения PoF, где длина волокна превышает десятки метров. Но она может стать проблемой на расстоянии более 1 км. Главная сложность заключается в максимальной передаваемой мощности. Кроме того, существуют физические ограничения мощности оптического волокна. А также разрушение сердечника и покрытия оптоволокна.

Коэффициент затухания в оптоволокне обуславливается потерями на изгибах. Он может быть значительным, когда изгиб достигает критического значения. Затухание оптического сигнала на участке изгиба оптоволокна связано с попаданием сигнала в область оболочки вместо сердечника. Материал внешнего слоя покрытия поглощает сигнал. Из-за этого в зоне изгиба, повышается температура покрытия.

Перегрев покрытия приводит к разрушению, что сокращает срок службы оптоволокна.

Также может возникнуть эффект «плавкого предохранителя». Это явление впервые наблюдалось в 1987 году в одномодовом оптоволокне со ступенчатым профилем преломления (SMF) с плотностью потока энергии более 5 МВт/см2 при 1064 нм. Эффекта «плавкого предохранителя» начался в точке волокна с высоким значением температуры, затем распространился к источнику

оптического излучения со скоростью около 1 м/с и испускал оптический сигнал в видимом участке спектра. Распространение зоны высокой температуры похоже на горение фитиля, отсюда возникло название эффекта. Из-за эффекта «плавкого предохранителя» сердечник представляет собой периодическую структуру, изображенную на рисунке 2, похожую на цепочку полостей и разрушается без возможности направлять оптический сигнал.

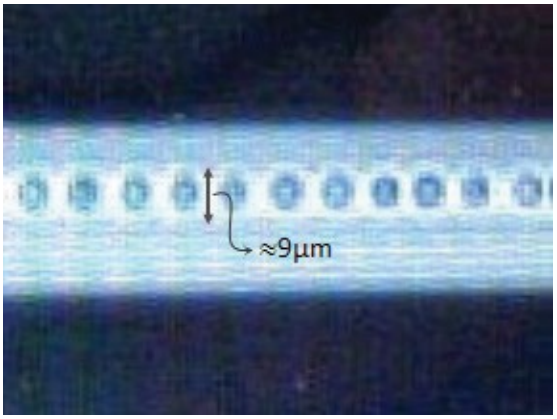


Рис. 2. Фотография оптоволоконного сердечника с периодической структурой.

В настоящее время общепринятое объяснение эффекта «плавкого предохранителя» связано с поглощением и воспламенением волокна в точке с высоким значением температуры. В свою очередь, из-за увеличения поглощения оптического сигнала температура в сердечнике достигает значений выше температуры испарения кремния. Из-за термодиффузии соседние области нагреваются, и процесс развивается в направлении оптического источника.

Следует отметить, что воспламенение и распространение эффекта «плавкого предохранителя» происходит только в том случае, если мощность оптического сигнала в волокне выше порогового значения. Этот порог пропорционален диаметру модового пятна и длине волны оптического сигнала. У волокна SMF (диаметр модового пятна = 7,8 мкм) пороговое значение равно 1,5 Вт при 1467 нм. В другом исследовании было отмечено, что у волокна SMF типа 28F (диаметр модового пятна = 7,8 мкм) пороговое значение равно 1,0 Вт, а у многомодового волокна с сердечником 62,5 мкм (диаметр модового пятна = 12,0 мкм) пороговое значение равно 4,0 Вт при 1060 нм.

Технология PoF обычно используется в опасных условиях, где требуются прочные оптические кабели. Желательно, чтобы кабели с волокном диаметра 100–1000 мкм были доступны на рынке, поскольку для систем PoF требуется волокно с увеличенным сердечником.

Основными параметрами оптоволокна, необходимыми для системы PoF, являются максимальная передаваемая оптическая мощность без повреждений, затухание волокна в дБ/км на длину волны, диаметр сердечника волокна и числовая апертура волокна [2].

Чаще всего в системах передачи больших мощностей используются волокна типа OM1 стандарта 62,5/125 мкм можно передавать поток мощностью

до 4 Вт. Также иногда используются стандартные одномодовые волокна SMF 9/125 мкм для передачи мощностей до 1 Вт.

Стоит подробней рассмотреть процесс разрушения оптического волокна из-за эффекта теплового пробоя.

Тепловой пробой — явление разрушения волоконных световодов под действием оптического излучения интенсивностью> 1 МВт см2 (при условии дополнительного инициирования процесса). В зарубежной литературе оно обозначается как *catastrophic damage* или *fuse-effect*. Можно перевести и как «катастрофическое разрушение» и «эффект плавления» соответственно. Разрушение световода под действием непрерывного лазерного излучения напоминает горение огнепроводного шнура. Внешне явление выглядит следующим образом: если в одномодовый световод вводится лазерное излучение мощностью порядка 1 Вт, то при определенных условиях в области сердцевины возникает область яркого белого или голубоватого свечения, которая движется навстречу лазерному излучению по световоду со скоростью примерно 1 м/с. Температура в данной области оценивалась по спектру ее свечения и оказалась порядка 5400 К. В сердцевине световода после продвижения области в большинстве случаев образуются полости размерами несколько микрометров. Полости иногда могут формировать периодическую структуру вдоль сердцевины световода или сливаться в один длинный капилляр. Так могут разрушаться участки волоконных световодов большой длины. После инициирования, если не принимать никаких мер, будет разрушен весь участок световода от точки инициирования до лазера. Процесс может быть запущен разными способами: загрязнением торца световода, контактом торца световода с металлической поверхностью, нагреванием участка световода в электрической дуге. Общее – требуется нагрев участка световода до температуры около 1000 К.

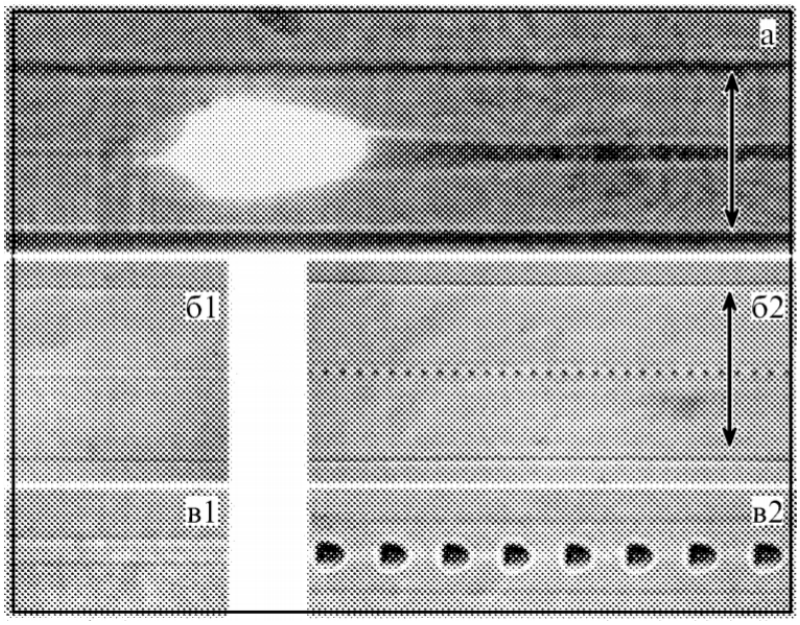


Рис. 3. Процесс разрушения оптического световода под воздействием мощного оптического сигнала.

На рисунке 3 изображены: фотография распространения оптического разряда по волоконному световоду (а), фотографии того же световода с более высоким пространственным разрешением(б), полученные перед (б1) и после (б2) процесса распространения оптического разряда, увеличенное изображение центральной части того же световода(в) до (в1, видна сердцевина световода) и после (в2, совершенно изменившаяся структура) процесса. Полная ширина кадра в1 соответствует 40 мкм, в2 - 90 мкм. Стрелки на рис. а и б обозначают диаметр световодов, равный 125 мкм. [3].

В данной работе были исследованы не все проблемы технологии PoF. В дальнейшем планируется продолжать изучение данной темы и рассмотреть пути решения возникающих задач. По ходу проекта будут опубликованы новые материалы.

Список используемых источников

1. InFiber URL: infiber.ru (дата обращения: 15.03.2020).
2. J. B. Rosolem Power-Over-Fiber Applications for Telecommunications and for Electric Utilities // R. Róka, Optical Fiber and Wireless Communications. - Research and Development Center in Telecommunications, Campinas, SP, Brazil: InTech, 2017. - p. 255-278.
3. И. А. Буфетов, Е. М. Дианов Оптический разряд в волоконных световодах // Объединенная научная сессия Отделения физических наук Российской академии наук и Объединенного физического общества Российской Федерации, том 175, №1. 2005. - С. 100-103.

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО РАЗВЕТВИТЕЛЯ 4x4 СПЛАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ

В. О. Пак, А. С. Фролова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В волоконно-оптических сетях связи возникают задачи разделения и объединения потоков оптического излучения, которые решаются с помощью оптических разветвителей. Существуют интегрально-оптические и волоконно-оптические разветвители. В данной работе рассмотрены волоконно-оптические разветвители сплавной конструкции и проведено моделирование разветвителя на 4 направления с равномерным делением мощности.

волоконно-оптическая система передачи, оптический разветвитель, биконический разветвитель, разветвитель сплавной конструкции, Fused Biconical Taper Splitter, FBT разветвитель

Оптические разветвители используются в волоконно-оптических сетях связи. Они выполняют задачу разделения или объединения потоков оптического излучения [1]. Разветвитель, имеющий m входов ($i = 1..m$) и n выходов ($j = 1..n$), можно характеризовать вносимыми потерями, которые определяются для каждой пары вход/выход:

$$a_{ij} = 10 \cdot \lg\left(P_i / P_j\right), \quad (1)$$

где P_i – мощность излучения на входе i, P_j – мощность излучения на выходе j. Для разветвителя с равномерным делением мощности между всеми выходами минимальное значение вносимых потерь (потери разветвления) можно определить по выражению:

$$a_{\min} = 10 \cdot \lg\left(n\right). \quad (2)$$

Работа оптического разветвителя может быть основана на различных физических принципах. Одна из возможных конструкций представляет собой двойной биконический переход (ДБП), формируемый сплавлением двух одномодовых волокон с одновременной растяжкой зоны соединения для создания оптической связи между волокнами (рис. 1) [2-4].

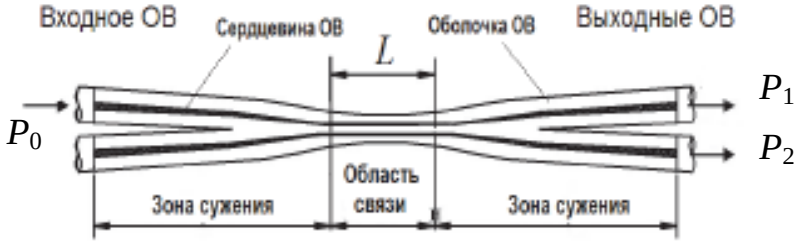


Рис. 1 Конструкция оптического разветвителя на основе биконического перехода

Для такого разветвителя в литературе используется обозначение FBT (Fused Biconical Taper – сплавной биконический переход).

Мощности оптического излучения P_1 и P_2 в выходных каналах такого разветвителя можно рассчитать по выражению [2, 4]:

$$\begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = P_0 \cdot \begin{pmatrix} \cos^2[C \cdot L] \\ \sin^2[C \cdot L] \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где P_0 – мощность на входе разветвителя, C – коэффициент связи, L – длина области связи. Коэффициент связи C зависит от длины области связи L и длины волны излучения λ [2, 4]:

$$C(\lambda, L) = \frac{3\pi\lambda}{32 n_{cl} d^2} \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{V(\lambda)}\right)^{-2} + \left(1 + \frac{n_{air}^2}{n_{cl}^2} \cdot \frac{1}{V(\lambda)}\right)^{-2} \right], \quad (4)$$

где n_{cl} и n_{air} – показатели преломления оболочки оптического волокна и среды, окружающей область связи, соответственно, d – диаметр области связи, $V(\lambda)$ – нормированная частота области связи:

$$V(\lambda) = 2\pi d \cdot \sqrt{n_{cl}^2 - n_{air}^2} \,/\, \lambda, \quad (5)$$

Выражения (3)–(5) представляют собой математическую модель сплавного разветвителя.

В работе проведен расчет сплавного разветвителя на 4 направления, содержащего три ДБП. Конструкция моделируемого устройства представлена на рис. 2. Числами на рисунке обозначены номера портов разветвителя.

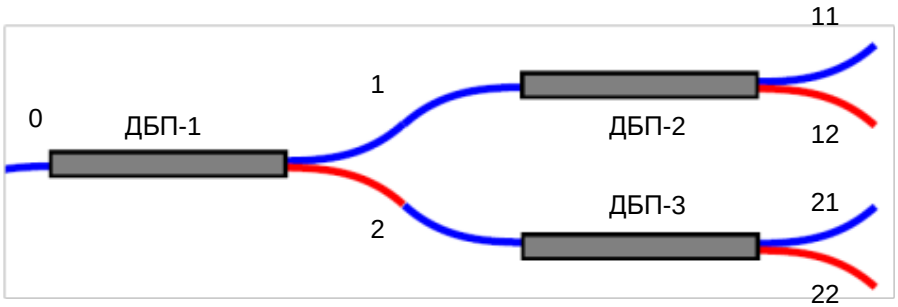


Рис. 2. Конструкция моделируемого разветвителя

Предполагалось, что разветвитель изготовлен из одномодовых стандартных кварцевых волокон диаметром 125 мкм и разделяет входную мощность оптического излучения поровну между всеми выходными портами. Расчеты проводились при следующих исходных данных: $n_{cl} = 1.5$, $n_{air} = 1$, длина нагревателя 1.05 мм, длина волны 1550 нм.

Поскольку моделируемый разветвитель должен обеспечить равномерное деление входной мощности, все три ДБП, входящих в его конструкцию, должны иметь одинаковые параметры. На рис. 3 представлены зависимости коэффициентов деления ДБП $k_1 = P_1 / P_0$ и $k_2 = P_2 / P_0$ от длины области связи, рассчитанные по выражениям (3)-(5). Равномерному делению мощности соответствует уровень $k_1 = k_2 = 0.5$. Из рисунка видно, что такое деление можно получить при различных длинах области связи: 3.265 мм, 5.660 мм, 7.31 мм и т.д. Однако, как показано в [2], рабочий диапазон длин волн сплавных

устройств уменьшается с увеличением длины области связи, поэтому выберем минимальную номинальную длину области связи L_0 = 3.265 мм.

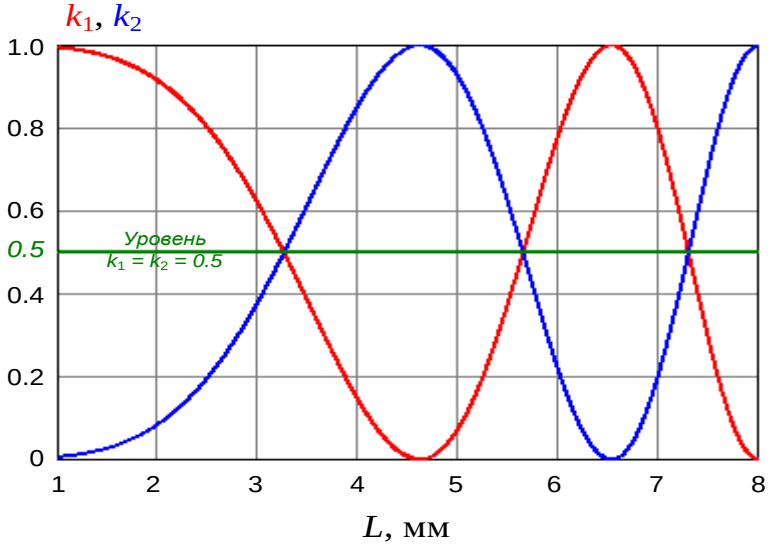


Рис. 3. Зависимости коэффициентов деления разветвителя от длины области связи. Определение номинальной длины области связи

Для определения рабочего диапазона длин волн рассчитаем зависимости коэффициентов деления от длины волны (рис. 4а) для разветвителя с длиной области связи L_0. Полагая, что допустимое отличие коэффициентов деления от номинального значения 0.5 составляет 10%, по рис. 4 определим диапазон рабочих длин волн 1.45–1.65 мкм.

На рис. 4б показаны зависимости максимальных потерь разветвления моделируемого устройства от длины волны.

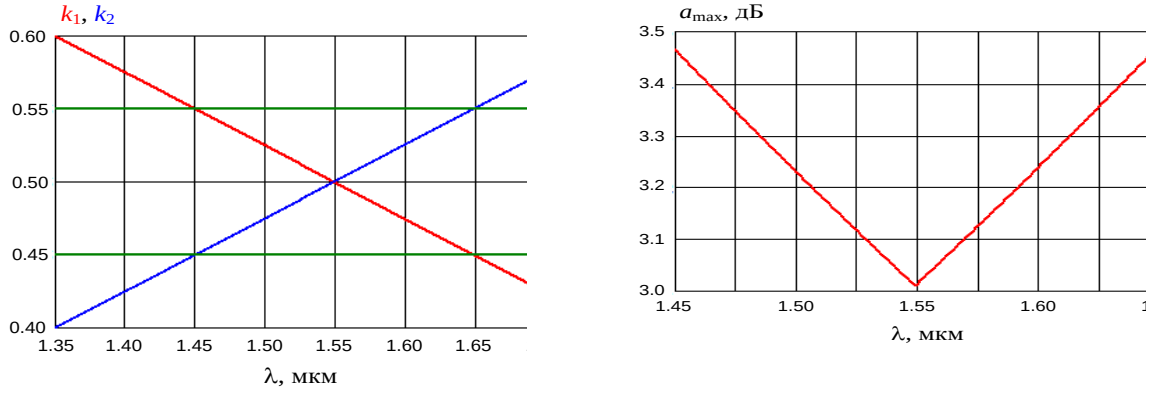
Будем считать, что разветвитель (рис. 2) содержит три ДБП. Определим вносимые потери разветвителя для каждого из 4-х выходов:

$$a_{11} = 10 \cdot \log(P_0/P_{11}) = 10 \cdot \log(P_0/P_1) + 10 \cdot \log(P_1/P_{11}), \quad (5)$$

$$a_{12} = 10 \cdot \log(P_0/P_{12}) = 10 \cdot \log(P_0/P_1) + 10 \cdot \log(P_1/P_{12}), \quad (6)$$

$$a_{21} = 10 \cdot \log(P_0/P_{21}) = 10 \cdot \log(P_0/P_2) + 10 \cdot \log(P_2/P_{21}), \quad (7)$$

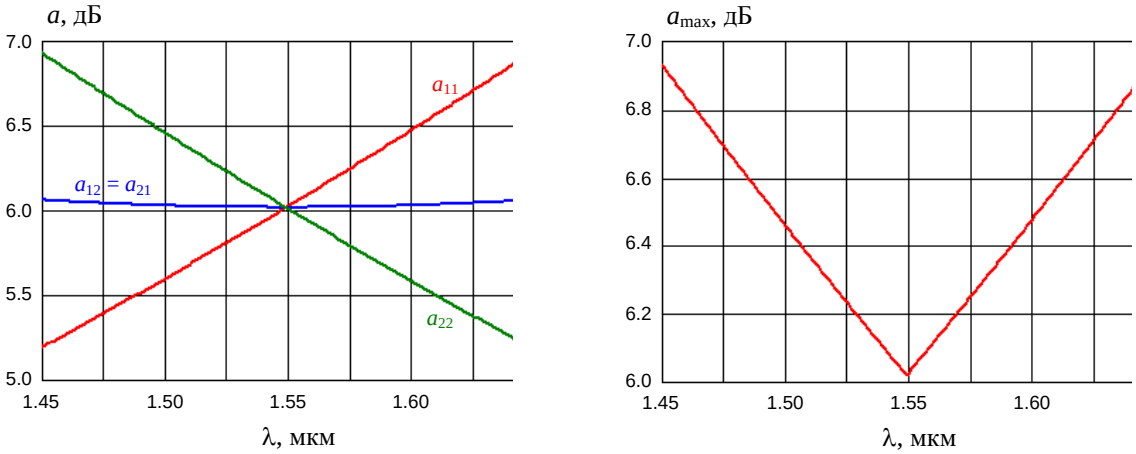
$$a_{22} = 10 \cdot \log(P_0/P_{22}) = 10 \cdot \log(P_0/P_2) + 10 \cdot \log(P_2/P_{22}), \quad (8)$$



а б

Рис. 4. Зависимости коэффициентов деления (а) и потерь разветвления (б) разветвителя от длины волны. Определение рабочего диапазона длин волн

На рис. 5 представлены зависимости вносимых и максимальных потерь от длины волны, рассчитанные по (5)-(8) для случая, когда все три ДБП одинаковы и имеют длину области связи L_0. Из рис. 5 видно, что максимальные вносимые потери не превышают 6.9 дБ.



а б

Рис. 5. Зависимость вносимых потерь разветвителя от длины волны (все биконические переходы одинаковы)

Определим, как ухудшатся параметры соединителя, если длины связи биконических переходов будут отличаться от номинальных. На рис. 6 представлены результаты расчетов максимальных потерь при длинах области связи у ДБП-0 $L = L_0$, у ДБП-1 $L = 0.95L_0$, у ДБП-2 $L = 1.05L_0$.

Из рис. 6 видно, что максимальные вносимые потери составили 7.85 дБ. Учитывая, что у идеального разветвителя на 4 направления согласно (2) потери составляют 6 дБ, получаем, что избыточные потери из-за несовершенства конструкции составят 1.85 дБ.

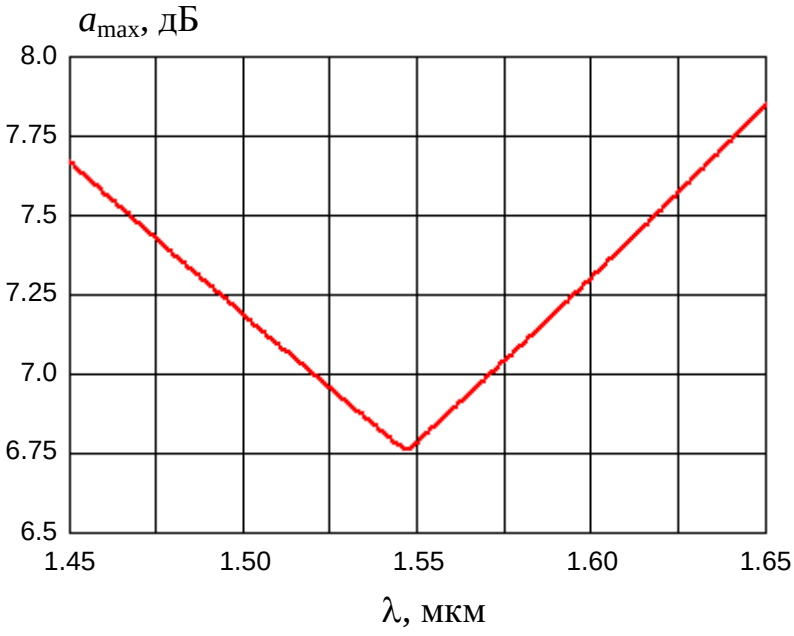


Рис. 6. Зависимость вносимых потерь разветвителя от длины волны (параметры биконических переходов отличаются)

Таким образом, можно заключить, что каскадное соединение ДБП позволяет получить разветвитель на любое четное число направлений. При формировании ДБП необходимо с высокой точностью выдерживать длину области связи, так как даже небольшие отклонения от номинального значения могут приводить к существенному возрастанию вносимых потерь.

Список используемых источников

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. Фролова А.С. Методика расчета и исследование сплавных неселективных и селективных разветвителей // Студенческая весна : материалы 74-й регион. науч.-техн. конф., спец. вып. Санкт-Петербург, 26–27 мая 2020 г. СПб. : СПбГУТ, 2020. С. 39–44.

3. Сахаров В.К., Прокофьева Л.П., Щербаков В.В. Мультиплексор/ демультиплексор для техники спектрального уплотнения CWDM // Письма в ЖТФ. 2004. Т. 30. Вып. 1. С. 65–71.

4. 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.

УДК 621.37
ГРНТИ 47.35.41

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

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

Обоснована необходимость исследования волоконно-оптических линий связи с кодовым разделением каналов. Приведены структурные схемы передатчиков и приемников сигналов волоконно-оптических линий связи с кодовым разделением каналов. Установлены особенности их конструкций.

волоконно-оптическая линия связи, лазерное излучение, кодовое разделение каналов, узкополосный и импульсный шум.

В последние годы начали получать распространение оптические сети множественного доступа с кодовым разделением каналов (OCDMA), которое позволяет иметь большое число абонентов и обеспечивает высокую помехоустойчивость к узкополосным и импульсным помехам и малый уровень интерференционных помех [1]. В таких сетях производится пакетная передача речи, данных и видеоизображений. Принцип кодового разделения остается таким же, как в радиоканале, однако, имеется ряд отличий: во-первых, используется волоконно-оптический тракт для передачи сигналов, во-вторых, применяются другие методы модуляции, например спектрально-фазовый, в третьих, в дополнение к известным кодовым последовательностями используются последовательности, специфичные для оптического канала, такие как коды Голда и последовательности Лежандра с манчестерским кодированием.

На рис. 1 представлена схема OCDMA сети, включающая источник данных, оптические передатчик, оптический кодер CDMA, коррелятор, усилитель, фотодетектор и ФНЧ.

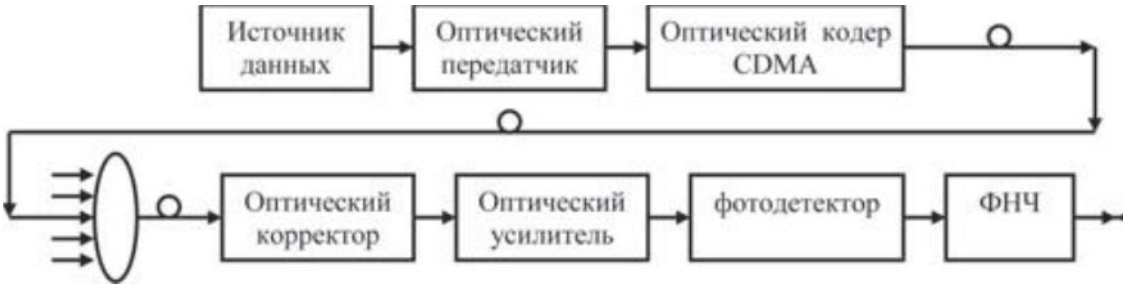


Рис. 1. Схема OCDMA сети

Для разделения абонентов и передачи сообщений используются квази-ортогональные оптические последовательности сверхкоротких импульсов с хорошими авто и взаимно корреляционными, то есть иметь малый уровень боковых пиков, которые определяют шумы неортогональности и

соответственно уровень интерференционных помех, которые наряду с шумом являются основной помехой при приеме [1]. Наиболее подходят последовательности Голда, последовательности Лежандра в комбинации с манчестерским кодированием, последовательности Уолша (используются при синхронном приеме), позиционные коды. Уровень боковых пиков ВКФ определяет интерференционную помеху от соседнего пользователя. На рис. 2 показаны АКФ и ВКФ кодов.

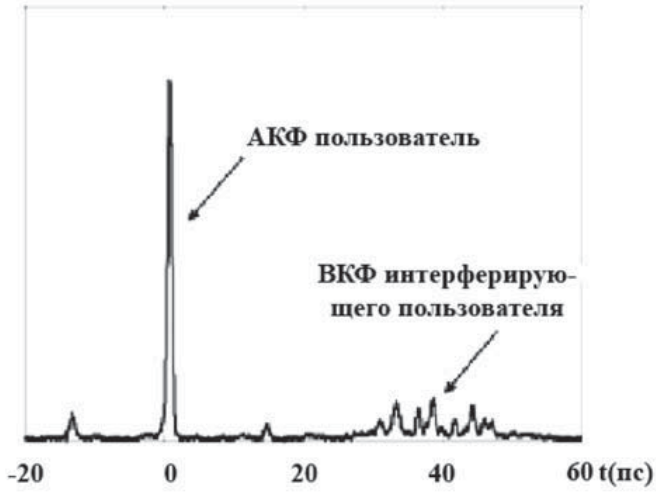


Рис. 2. АКФ пользователя и ВКФ интерферирующего пользователя

Статистическое распределение пропускной способности сети: любой конкретный приемник OCDMA воспринимает сигналы других пользователей в виде шума. Это означает, что можно продолжать добавлять каналы до тех пор, пока отношение сигнал-шум (SNR) остается достаточно низким и количество битовых ошибок остается на постоянном уровне [3]. На одно подключение может быть выделено столько активных соединений, чтобы общий трафик данных оставался ниже пропускной способности канала. Например, если передается несколько сотен голосовых каналов с помощью OCDMA, а средняя мощность – это предел канала, а затем еще много голосовых соединений может управляться, чем с помощью методов TDMA или WDMA.

В OCDMA существует еще одна особенность, связанная с высокой частотой оптической несущей [3]. По этой причине при высокой скорости передачи данных, например, в несколько Гбит/с на одного пользователя, может быть достигнут предел электронной обработки информации.

Кодеры и декодеры последовательностей реализуются на решетках Брега или голографическим методом. Модулятор света может быть как прямым, так и внешним. При внешней модуляции сигнал несущей с лазера подается на модулятор Маха-Цандера, куда подаются данные. Поскольку при высокоскоростной передаче используются большие полосы частот сигнала, то целесообразно использовать внешний модулятор. Обработка сигналов может быть когерентной на корреляторах или некогерентной на согласованных фильтрах. Синхронизация в приемнике производится после демодуляции. Декодирование кодов проводится также оптическими устройствами [1].

На рис. 3 изображен формирователь сигнала OCDMA, содержащий источник сверхкоротких импульсов, оптический модулятор и спектрально-фазовые кодер.

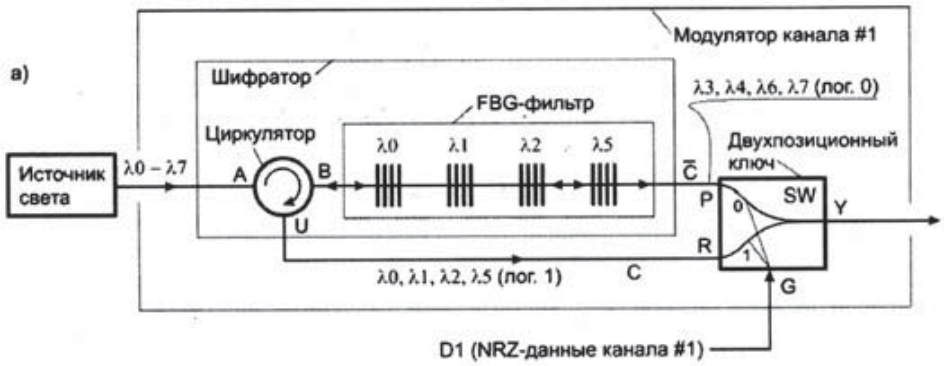


Рис. 3. Формирователь OCDMA

В рассматриваемых оптических сетях существенны интерференции. Наличие интерференции существенно увеличивает вероятность ошибки и снижает скорость передачи данных [2]. Следует отметить, что в отличие от радиоканала с аддитивным белым шумом в системах OCDMA уровень шумовой помехи мал, в ошибки зависят от общей мощности сигнала. Для ослабления влияния интерференций в тракт приемника включают амплитудный ограничитель интенсивности входных сигналов, а также используют нелинейный прием.

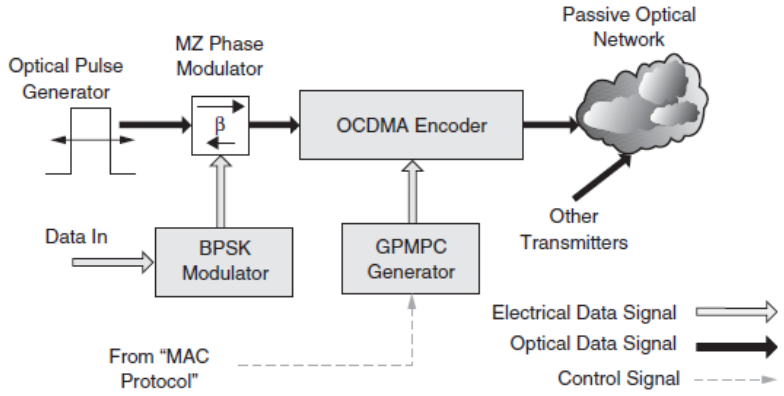


Рис.4. Структура передающего модуля для волоконно-оптической линии связи

Структура когерентного гомодинного передающего модуля с внешним оптическим модулятором Маха–Цендера представлена на рис. 4. Входные данные сначала кодируются BPSK-модулятором для генерации синфазной и квадратичной фазы, а после сформированный электрический сигнал подается на привод оптического модулятора [3]. Наконец, несколько световых потоков стандарта CDMA, закодированных с помощью группы кодовых последовательностей и мультиплексированных через ответвители, передаются в оптическую сеть.

На оптическом приемном модуле установлен гетеродин (Рис.5), который модулируется с помощью предварительно зарезервированной кодовой последовательностью. В итоге образованный сигнал является смешанным и

коррелированным с полученным OCDMA-сигналом [3]. Когерентно смешанные оптические сигналы попадают на двух балансированный детектор, электрический выход которого сохраняет информация о фазе. Генерируемый биполярный электрический сигнал интегрируется через битовый интервал и результат сравнивается с эталоном, чтобы сформировать окончательную оценку бита.

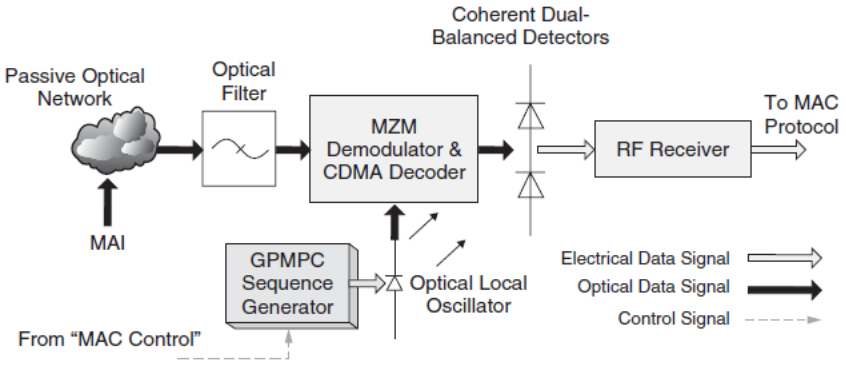


Рис.5. Структура оптического приемного модуля для волоконно-оптической линии связи

Для оптических сетей CDMA перспективно сочетание кодирования и частотного разделения каналов (WDM) [2]. Сочетание OCDMA и WDM позволяет увеличить число кодовых последовательностей и, соответственно, число абонентов, а также скорость передачи сообщений. Основными характеристиками сетей OCDMA являются вероятность ошибки на бит с учетом интерференций, скорость передачи сообщений, число активных абонентов и структура сети. Сети OCDMA как правило имеют топологию "точка-точка" или "звезда", где каждый узел имеет свой код. Скорость передачи уменьшается достаточно медленно с ростом числа пользователей [3].

На рис. 6. даны графики битовой ошибки приема от мощности принимаемого сигнала в дБВт. Кривая 1 соответствует двум одновременно работающим абонентам, а кривая 2 восьми абонентом из 32. Увеличение числа активных абонентов приводит к увеличению битовой ошибки.

Вероятность битовой ошибки записывается как

$$P_{\text{ош}} = \frac{1}{2}\text{erf}\left(\sqrt{\frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{ш}}}}\right)$$

где

$$\text{erf}(x) = \frac{1}{2}\int_{x}^{\infty} \exp(-t^2)dt$$

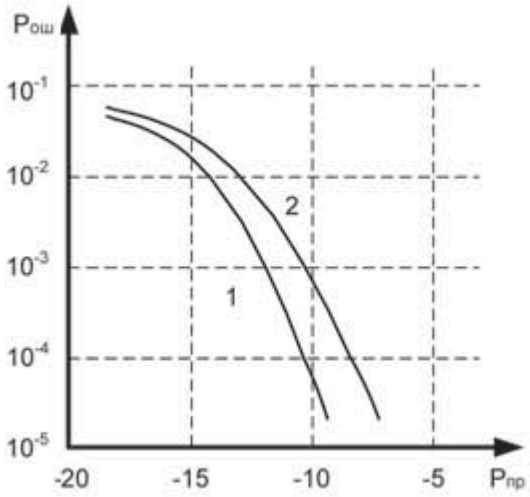


Рис. 6. Зависимость битовой ошибки от оптической мощности принимаемого сигнала

Заключение

Оптические системы OCDMA обеспечивают высокие скорости передачи сообщений — при многоканальной передаче до сотен Гбит/с. Недостаток сетей OCDMA заключается в наличии интерференции кодов абонентов. Для ослабления влияния интерференции необходимы ортогональные кодовые последовательности и специальные меры обработки при приеме. Элементная база систем включает лазерные генераторы, модуляторы Маха-Цандера, решетки Брегга, оптические линии задержки, мультиплексоры, голографические формирователи кодов и др. Полученные экспериментальные результаты показали, что наиболее целесообразным направлением исследований для решения данной задачи является разработка новых ортогональных оптических кодовых последовательностей. Их использование позволит уменьшить влияния интерференционных помех, возникающих при передаче сигналов в момент их разделения между различными пользователями.

Список используемых источников

1. Сперанский В.С., Клинцов О.И. Оптические сети с кодовым разделением абонентов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. №10. С. 138 – 140.

2. Сперанский В.С., Абрамов С.В., Клинцов О.И. Сочетание кодового разделения абонентов и OFDM при передаче данных по волокну // T-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.

УДК 621.391.6
ГРНТИ 49.44.31

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПТИЧЕСКИХ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ

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

Рассмотрены методы компенсации хроматической дисперсии, проведено моделирование волоконно-оптических систем связи с применением двух способов компенсации хроматической дисперсии – с помощью специального оптического волокна DCF и волоконной брэгговской решетки с переменным периодом, на основе анализа результатов моделирования сформулированы рекомендации по применению оптических способов компенсации хроматической дисперсии.

волоконно-оптическая система связи, оптическое волокно, хроматическая дисперсия, Компенсация хроматической дисперсии, Standard Fiber, SF, Dispersion Compensation Fiber, DCF, волоконная брэгговская решетка с переменным периодом

Важным этапом проектирования волоконно-оптической системы связи (ВОСС) является расчет длины регенерационного участка [1, 2]. С увеличением скорости передачи данных возрастает вероятность ограничения длины регенерационного участка дисперсионными искажениями в оптическом волокне (ОВ). Для одномодового ОВ основным видом дисперсии является хроматическая (ХД), обусловленная зависимостью эффективного показателя преломления (ПП) ОВ от длины волны.

Искажения сигналов из-за ХД могут быть частично скомпенсированы. Существуют оптические и электронные способы компенсации ХД [1]. В данной работе рассматриваются оптические способы компенсации, основанные на чередовании отрезков телекоммуникационного ОВ и пассивных оптических компенсаторов, обладающих ХД противоположного знака.

Задача компенсации ХД наиболее актуальна для ВОСС с применением технологии плотного спектрального мультиплексирования (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM), построенных на основе стандартного одномодового ОВ (Standard Fiber, SF), которое в диапазоне работы DWDM имеет относительно большую положительную ХД.

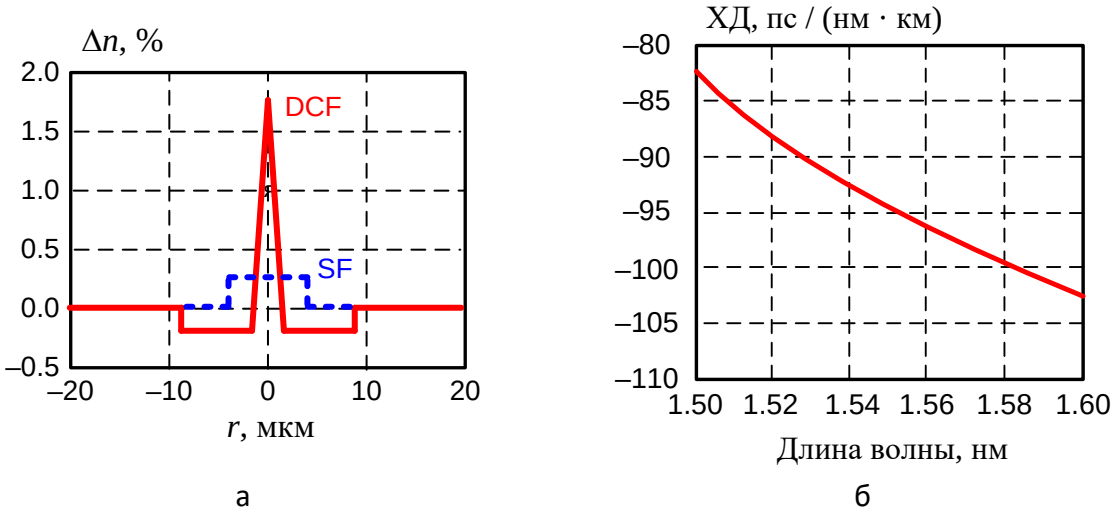
Наиболее часто для компенсации ХД стандартного ОВ применяют специальное ОВ для компенсации ХД (Dispersion Compensation Fiber, DCF) [1, 2]. Характеристики DCF представлены на рис. 1. Условие компенсации ХД D_{SF} в SF длиной L_{SF} на некоторой длине волны имеет вид:

$$D_{SF} \cdot L_{SF} = -D_{DCF} \cdot L_{DCF}, \qquad (1)$$

где L_{DCF} и D_{DCF} – длина и ХД ОВ DCF. Для ВОСС с DWDM условие (1) должно выполняться для всех спектральных каналов, то есть в широкой полосе длин волн. Для этого дисперсионные характеристики SF и DCF должны быть

согласованы – иметь не только разные знаки ХД, но и одинаковый относительный наклон ХД *RDS* (Relative Dispersion Slope):

$$RDS_{SF} = (\mathrm{d}D_{SF}/\mathrm{d}\lambda)/D_{SF} = (\mathrm{d}D_{DCF}/\mathrm{d}\lambda)/D_{DCF} = RDS_{DCF}, \qquad (2)$$



а б

Рис. 1. Характеристики DCF: а – профиль ПП, б – дисперсионная характеристика

DCF выпускается в виде модулей для компенсации ХД (Dispersion Compensating Module, DCM), которые можно устанавливать между протяженными участками SF.

Недостатком компенсации ХД с помощью DCF является увеличение затухания линейного тракта (ЛТ) на величину, вносимую DCF, которое имеет повышенный по сравнению с SF коэффициент затухания (у современных DCF он составляет около 0.3 дБ/км). Увеличение затухания в некоторых случаях может привести к ограничению дальности связи и необходимости компенсировать затухание установкой оптических усилителей.

Для компенсации ХД SF можно использовать пассивный компенсатор на основе волоконной брэгговской решетки (ВБР) с переменным периодом [3]. Такая ВБР представляет собой участок ОВ, в сердцевине которого наведена периодическая структура ПП, период которой Λ линейно изменяется с расстоянием. Схема включения компенсатора на основе ВБР в ВОЛС представлена на рис. 2.

ВБР с переменным периодом обладает отрицательной ХД, так как сигналы с разными длинами волн отражаются от разных ее участков. Поэтому для компенсации ХД D_{SF} в SF длиной L_{SF} необходима ВБР длиной:

$$L_g = c \cdot \Delta t/(2n_{eff}), \qquad (3)$$

где c – скорость света в вакууме, Δt – уширение импульса в SF, обусловленное ХД, n_{eff} – эффективный ПП ВБР.

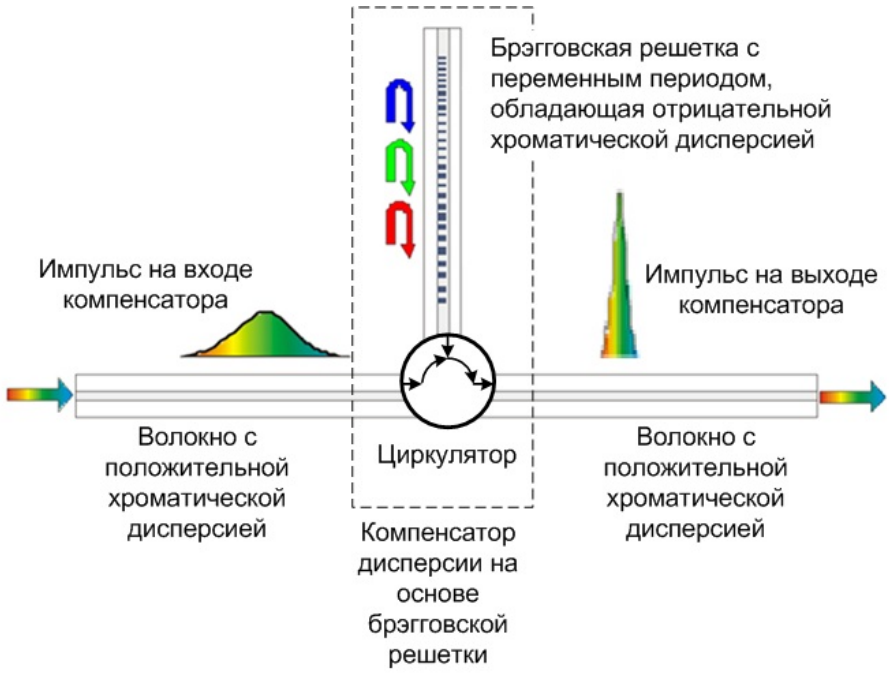


Рис. 2. Схема включения компенсатора на основе ВБР

Диапазон $\Delta\lambda_g$, в котором работает ВБР, можно определить следующим образом:

$$\Delta\lambda_g = 2n_{eff}(\Lambda_{\max} - \Lambda_{\min}) = 2n_{eff}\Delta\Lambda_g, \quad (4)$$

где $\Lambda_{\max}$ и $\Lambda_{\min}$ – максимальный и минимальный периоды в структуре ВБР.

Для эффективной компенсации $\Delta\lambda_g$ должен быть не меньше ширины спектра оптического сигнала $\Delta\lambda$. Зависимость периода ВБР от расстояния z описывается выражением (Δ – параметр линейного изменения периода):

$$\Lambda(z) = \Lambda_0 - \left(z - 0.5L_g\right)\Delta/L_g. \quad (5)$$

ХД ВБР D_g можно рассчитать по выражению:

$$D_g = 2n_{eff}/\left(c \cdot \Delta\lambda_g\right). \quad (5)$$

Из (5) видно, что чем шире спектральный диапазон ВБР, тем меньше у нее величина ХД.

Недостатком компенсаторов ВБР является необходимость в большинстве случаев стабилизировать температуру решетки, что увеличивает общую стоимость компенсатора.

Для сравнения двух рассмотренных способов компенсации ХД было проведено моделирование четырехканальной ВОСС с DWDM. Схема ВОСС (рис. 3) содержит 4 передатчика и приемника канальных сигналов с амплитудной манипуляцией (Amplitude Shift Keying, ASK), оптические мультиплексор и демультиплексор, ЛТ, состоящий из SF длиной 100 км и компенсатора ХД (DCF или ВБР), и измерительные приборы.

Частоты канальных сигналов были приняты равными 193.1, 193.2, 193.3 и 193.4 ТГц. Скорость передачи в ВОСС составляла 10 Гбит/с. Параметры компенсаторов DCF и ВБР приведены в табл. 1. Они были выбраны таким образом, чтобы обеспечить наилучшее возможное качество передачи (наибольшее значение Q-фактора). Поскольку ХД ВБР уменьшается с

расширением спектрального диапазона, компенсатор ВБР состоял из четырех решеток для каждого из спектральных каналов.

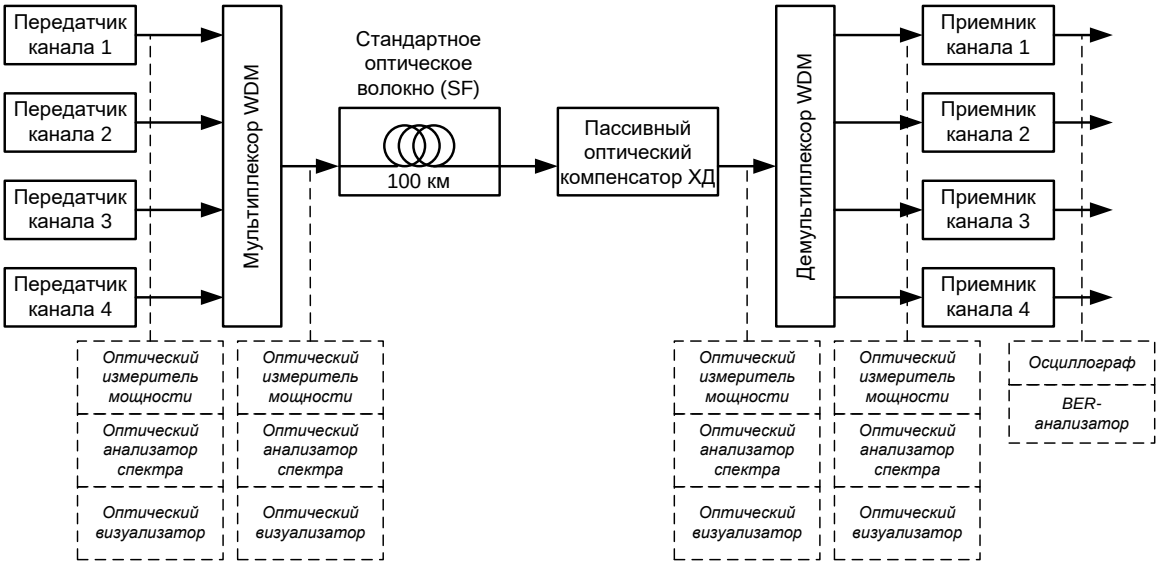


Рис. 3. Исследуемая четырехканальная ВОСС

ТАБЛИЦА 1. Параметры компенсаторов дисперсии

Компенсатор DCF		Компенсатор ВБР	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
ХД, пс/(нм·км)	–160	Эффективный ПП	1.45
Наклон ХД, пс/(нм^2·км)	0.08	Длина, мм	20
Коэффициент затухания, дБ/км	0.3	Параметр Δ, мкм	$8\cdot10^{-5}$
Длина DCF, км	10.5	Число сегментов	201

В табл. 2 представлены результаты моделирования. На рис. 4 показан сигнал первого спектрального канала на выходе передатчика и на выходе ЛТ без компенсации ХД и с компенсаторами DCF и ВБР.

ТАБЛИЦА 2. Результаты моделирования

Частота спектрального канала, ТГц	Q-фактор		
	Без компенсатора	С компенсатором DCF	С компенсатором ВБР
193.1	2.98	27.76	7.33
193.2	2.76	28.41	7.02
193.3	2.93	27.69	7.93
193.4	2.85	28.63	7.91

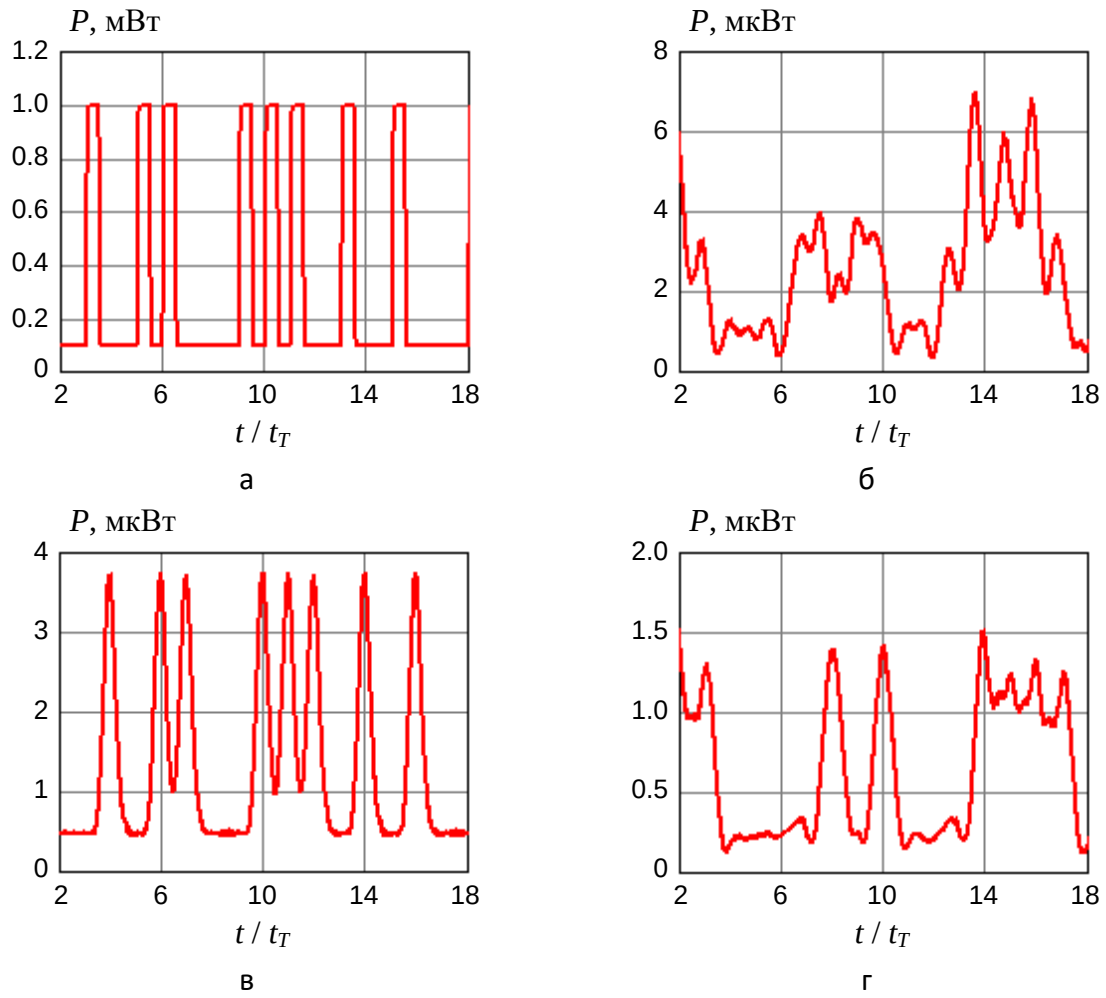


Рис. 4. Временные диаграммы сигнала первого спектрального канала:
а – на выходе передатчика, б – на выходе ЛТ без компенсации ХД,
в – на выходе ЛТ с компенсатором DCF, г – на выходе ЛТ с компенсатором ВБР

Из табл. 2 и рис. 4 видно, что для компенсации большой величины ХД (1700 пс/нм), накопленной на протяженном участке SF, наиболее эффективен компенсатор DCF. Он позволяет получить более высокое значение Q-фактора (меньшую вероятность битовых ошибок) и практически восстановить форму сигнала. При использовании компенсатора ВБР значение Q-фактора остается в норме, но существенно ниже, чем при использовании DCF. Таким образом, для компенсации ХД на протяженных ВОСС рекомендуется использовать компенсаторы DCF.

Список используемых источников

1. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM-системы. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Техносфера, 2017. 324 с.

2. Былина М.С., Глаголев С.Ф., Кузнецова Н.С., Рык О.Н. Компенсация дисперсии в оптических линейных трактах с использованием DWDM // Фотон-Экспресс. 2009. № 7 (79). С. 32-35.

3. Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: Специальные оптические волокна. Учебное пособие. СПб: ИТМО, 2009. 130 с.

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРОВ СПЕКТРАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ

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

Рассмотрены классификация, принципы работы, конструкции и параметры оптических мультиплексоров спектрального уплотнения. Проведен сравнительный анализ мультиплексоров различной конструкции для систем спектрального уплотнения с различным пространственным расположением спектральных каналов.

волоконно-оптическая система связи, оптическое волокно, технология спектрального уплотнения, Wavelength Division Multiplexing, WDM, Dense WDM, DWDM, Coarse WDM, CWDM

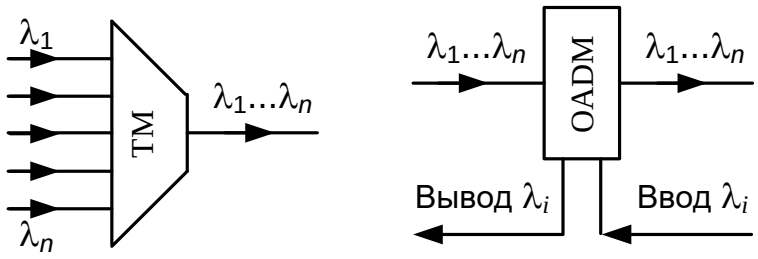
Волоконно-оптические системы связи (ВОСС), использующие технологию спектрального уплотнения (Wavelength Division Multiplexing, WDM), позволяют вводить в оптическое волокно (ОВ) на передающей стороне и выводить из него на приемной стороне высокоскоростные сигналы одновременно на n оптических несущих с длинами волн λ_i (i = 0, 1, … n–1), что позволяет в n раз повысить пропускную способность одного ОВ [1].

Важнейшим параметром систем WDM является расстояние между соседними спектральными каналами $\Delta\Lambda$ (разнос длин волн). По этому параметру различают системы разнесенного ($\Delta\Lambda > 20$ нм) WDM (Wide WDM, WWDM), грубого ($\Delta\Lambda = 20$ нм) WDM (Coarse WDM, CWDM) и плотного ($\Delta\Lambda < 3$ нм) WDM (Dense WDM, DWDM). Характеристики перечисленных систем представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики систем спектрального уплотнения

Вид WDM	WWDM	CWDM	DWDM				
Разнос длин волн каналов, нм	> 20	20	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1
Разнос частот каналов, ГГц			200	100	50	25	12.5
Окна прозрачности	O, S	O, E, S, C, L	S,C, L	S,C, L	S,C, L	C, L	C, L
Типичное число каналов	2	2-16	40	80	160	> 300	> 300

Объединение n сигналов на передающей стороне ВОСС в один групповой сигнал и последующее разделение группового сигнала на n сигналов отдельных каналов осуществляется пассивными оптическими устройствами – мультиплексорами (MUX) WDM. MUX WDM делятся на терминальные и мультиплексоры ввода/вывода (OADM – Optical Add/Drop Mulriplexer) (рис. 1).



а б

Рис. 1. Оптические мультиплексоры: а – терминальный, б – ввода/вывода

По конструкции различают MUX WDM на основе объемных микрооптических устройств и в интегрально-оптическом исполнении [2].

Одним из наиболее распространенных компонентов микрооптического MUX является интерференционный или тонкопленочный фильтр (Thin Film Filter, TFF). Его конструкция представлена на рис. 2. Фильтр состоит из нескольких слоев прозрачных диэлектрических материалов с различными показателями преломления, нанесенных последовательно друг за другом на оптическую подложку. Отраженные и прошедшие через многослойную структуру волны интерферируют. При этом они могут усиливать или подавлять друг друга в зависимости от длины волны [1-3].

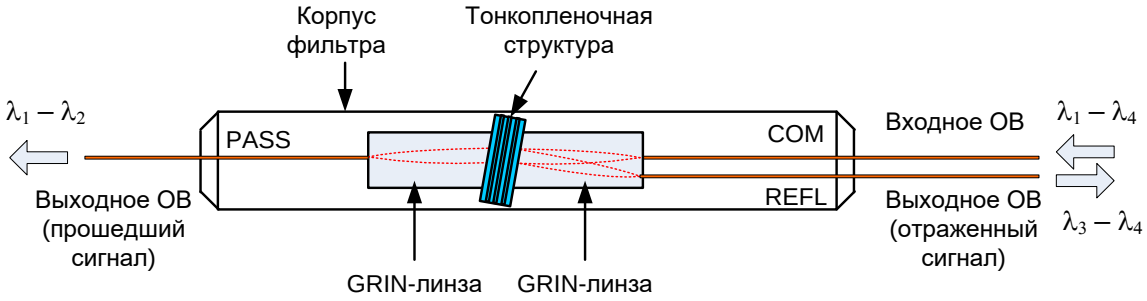


Рис. 2. Конструкция интерференционного фильтра

В MUX на основе TFF каждый фильтр выделяет из составного сигнала (или добавляет в него) один канал. Для обработки многоволновых сигналов используют многоступенчатые системы фильтров (рис. 3) [3].

Известны также микрооптические MUX на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР). ВБР представляет собой участок ОВ, показатель преломления сердцевины которого изменяется вдоль оптической оси с периодом Λ. Такая решетка отражает в обратном направлении излучение с центральной длиной волны λ_b

$$\lambda_b = 2n_{eff}\Lambda,$$

где n_{eff} – эффективный показатель преломления сердцевины ОВ в области записанной решетки. На основе ВБР может быть построении как терминальный MUX, так и OADM (рис. 4) [3].

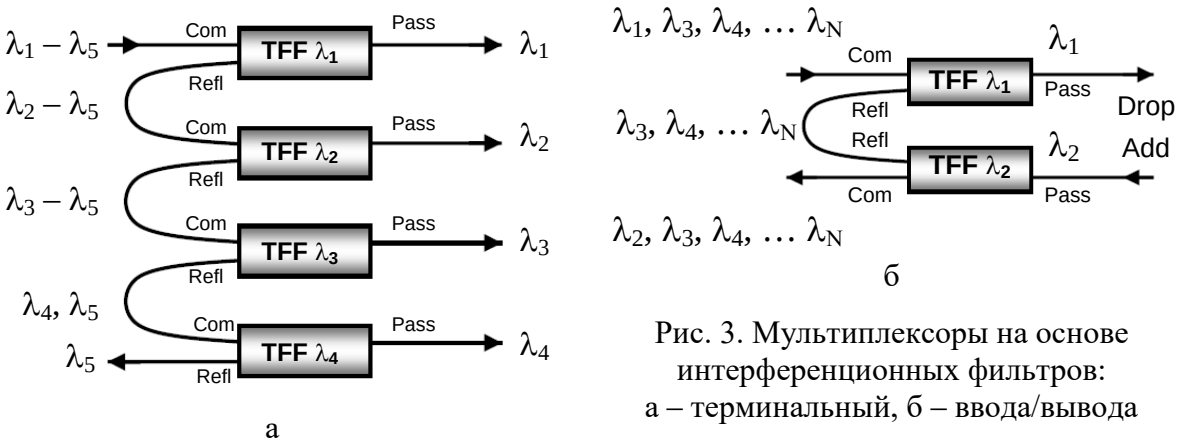


Рис. 3. Мультиплексоры на основе интерференционных фильтров:
а – терминальный, б – ввода/вывода

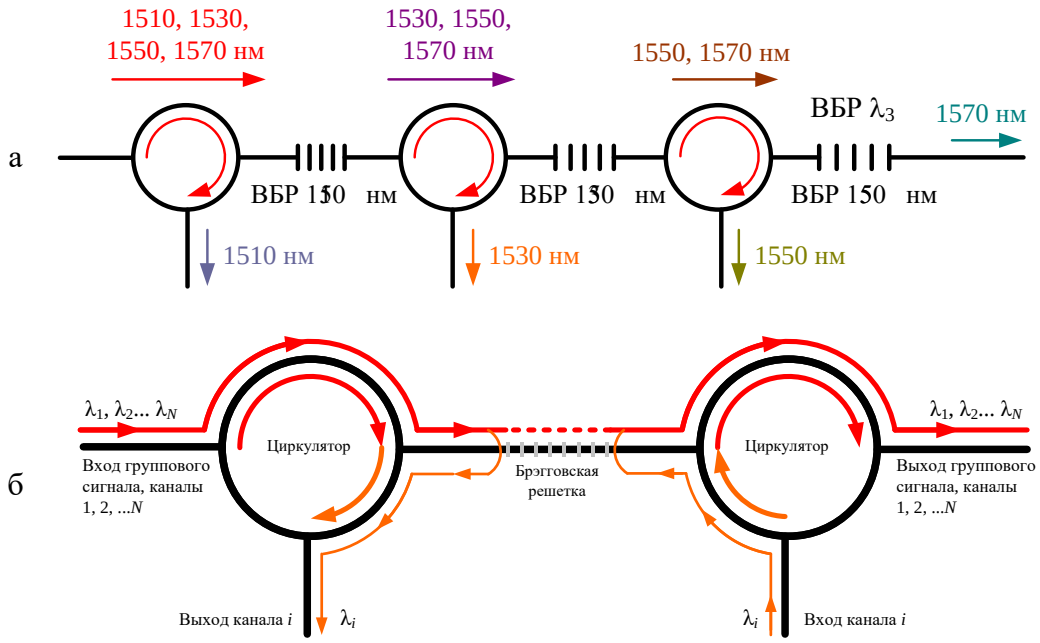


Рис. 4. Использование ВБР:
а – в терминальном мультиплексоре, б – в мультиплексоре OADM

Общим недостатком MUX на основе TFF и ВБР является возрастание затухания пропорционально числу обрабатываемых спектральных каналов, так как каналы обрабатываются последовательно. Этот недостаток преодолевается в MUX с параллельной обработкой каналов. Параллельная обработка реализуется в микрооптических MUX, работа которых основана на явлении угловой дисперсии.

Ключевым элементом MUX в этом случае является диспергирующий элемент – призма или дифракционная решетка, осуществляющий пространственное разделение спектральных каналов. На рис. 5 представлена конструкция MUX на основе призмы [2].

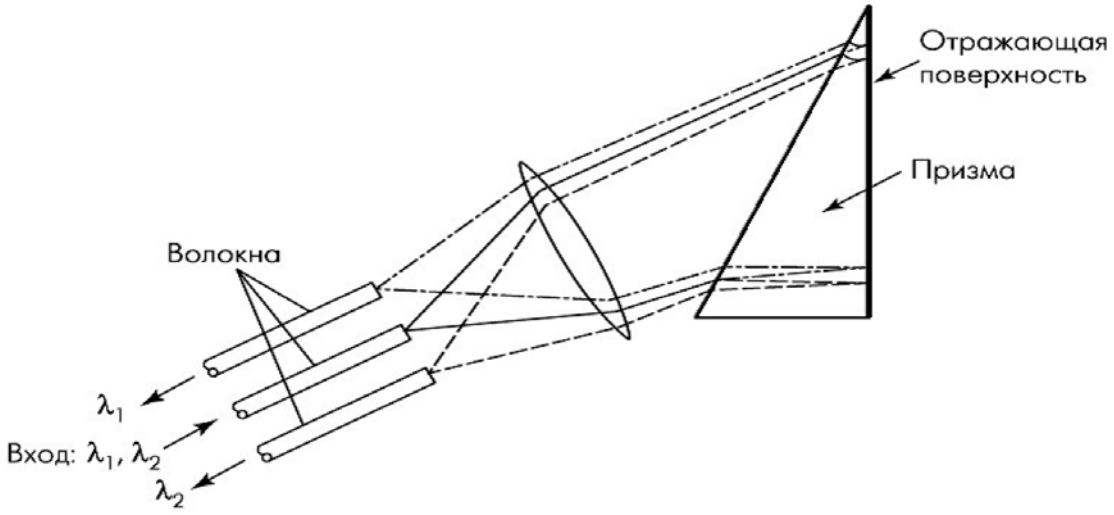


Рис. 5. Мультиплексор на отражательной призме.

Использование технологий интегральной оптики позволяет создавать миниатюрные устройства, объединяющие функциональные элементы оптических схем. Для WDM систем с большим числом каналов наиболее перспективным интегрально-оптическим MUX является устройство на основе массива волноводных решеток (Arrayed Waveguide Grating, AWG).

MUX AWG представляет собой два планарных оптических разветвителя: входной $n \times m$ и выходной $m \times n$. Разветвители соединяются массивом из m волноводов, длины которых отличаются на фиксированную величину ΔL, то есть $L_{i+1} = L_i + \Delta L$. Это отличие создает фиксированный фазовый сдвиг между сигналами разных каналов, приводящий к тому, что каждая длина волны света попадает в свой волновод, то есть каждому каналу будет соответствовать своя длина волны [1, 2].

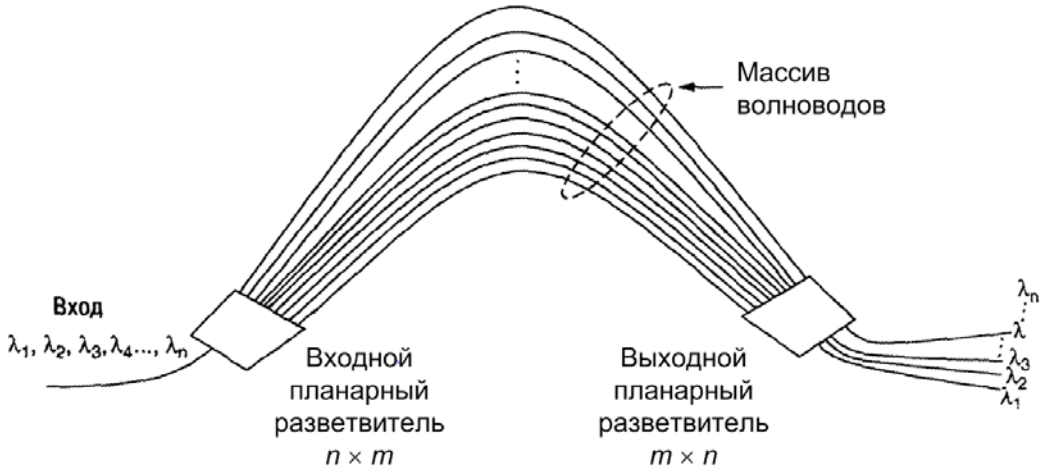


Рис. 6. Интегрально-оптический мультиплексор AWG

MUX AWG применяется для систем DWDM, так как позволяет объединить или разделить сразу большое число каналов. Существенным недостатком такой конструкции является заметная температурная зависимость рабочих длин волн. Поэтому MUX AWG выпускаются либо с электронной схемой

термостабилизации (Thermal AWG), либо с применением специальных способов пассивной компенсации температурной зависимости (Athermal AWG) [4].

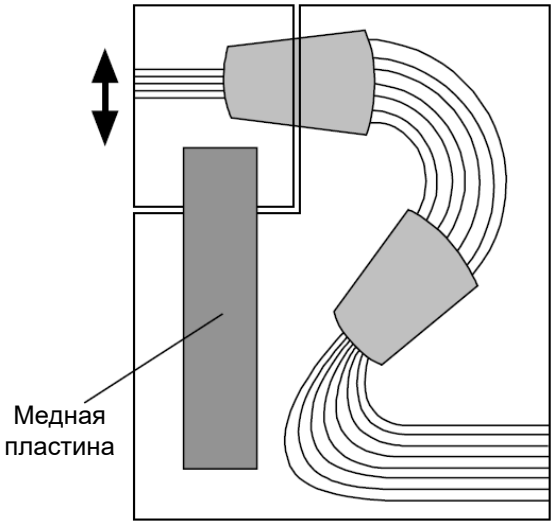


Рис. 7. MUX AWG с пассивной компенсацией температурной зависимости

Одно из возможных решений представлено на рис. 7. Подложка, на которой расположен MUX, разрезается так, что один из планарных разветвителей оказывается разделенным на 2 части – подвижную и неподвижную. Эти части вновь соединяются медной пластиной, которая и выполняет роль компенсатора. При изменении температуры она расширяется или сжимается, смещая подвижную часть разветвителя с группой волноводов [4].

Основными параметрами MUX WDM являются вносимые потери, которые определяются для каждого спектрального канала в отдельности, изоляция (минимальное затухание переходной помехи на дальний конец) и направленность каналов (минимальное затухание переходной помехи на ближний конец). MUX, работающий в режиме мультиплексирования, должен иметь достаточно большую (не менее 25 дБ) направленность каналов, а MUX, работающий в режиме демультиплексирования, – достаточно большую (не менее 25 дБ) изоляцию [3].

Для систем CWDM с небольшим числом каналов рекомендуется использовать MUX на основе TFF и ВБР. Для систем DWDM с большим числом каналов рекомендуется использовать MUX AWG.

Список используемых источников

1 Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM-системы. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Техносфера, 2017. 324 с.

2 Слепов Н.Н. Оптические мультиплексоры и демультиплексоры для систем WDM // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2004. № 8. С. 42-47.

3 Былина М.С., Иванов В.С., Семенов А.Б., Сергеев А.Н. Сети стационарного широкополосного доступа. Часть 1. Принципы, технологии, компоненты. СПб: СПбГУТ, 2020. 90 с.

4 Saito T., Nara K., Tanaka K., Nekado Y., Hasegawa J., Kashihara K. Temperature-Insensitive (Athermal) AWG Modules // Furukawa Review. 2003. No. 24. C. 29-33.

УДК 621.372.8
ГРНТИ 49.44

АНАЛИЗ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПОТЕРЬ В ИЗОГНУТЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

А.В. Фраз, А.О. Николаенко
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье представлены результаты теоретического и экспериментального исследования зависимости коэффициента затухания изогнутого оптического волокна от радиуса изгиба и длины волны. Теоретическое исследование показало, что коэффициент затухания растет с уменьшением радиуса изгиба и увеличением длины волны. Экспериментальное исследование проводилось в лаборатории Фотоники и оптоинформатики СПбГУТ. В ходе исследования были выявлены недостатки лабораторной установки и сформулированы предложения по их устранению.

оптическое волокно, изгиб, коэффициент затухания, механическое напряжение, одномодовое оптическое волокно, многомодовое оптическое волокно, лабораторная установка

В процессе строительства и эксплуатации линий связи оптические волокна (ОВ) подвергаются изгибам, которые могут носить как систематический, так и случайный характер. Систематические изгибы возникают, например, при скрутке модулей с ОВ в оптическом кабеле. Случайные изгибы возникают при прокладке и монтаже оптического кабеля. Изгибы ОВ приводят к увеличению затухания, которое резко возрастает с уменьшением радиуса изгиба [1]. В данной статье представлены результаты расчетов и экспериментального исследования зависимостей коэффициентов затухания изогнутых участков различных оптических волокон от радиуса изгиба и длины волны.

Для расчета коэффициента затухания изогнутого участка одномодового ОВ применялась методика, основанная на расчете распределения напряженности электрического поля основной моды.

Согласно [2] поле основной моды одномодового ОВ можно характеризовать двумя скалярными параметрами U и W, являющимися решениями скалярного волнового уравнения:

$$U \cdot \frac{J_1(U)}{J_0(U)} = W \cdot \frac{K_1(W)}{K_0(W)}, \qquad (1)$$

где $J_0(x)$ и $J_1(x)$ – функции Бесселя первого рода нулевого и первого порядка соответственно, $K_0(x)$ и $K_1(x)$ – модифицированные функции Бесселя второго рода нулевого и первого порядка соответственно. Параметры U и W связаны соотношением:

$$U^2 + W^2 = V^2, \qquad V = 2\pi r_c NA/\lambda, \qquad (2)$$

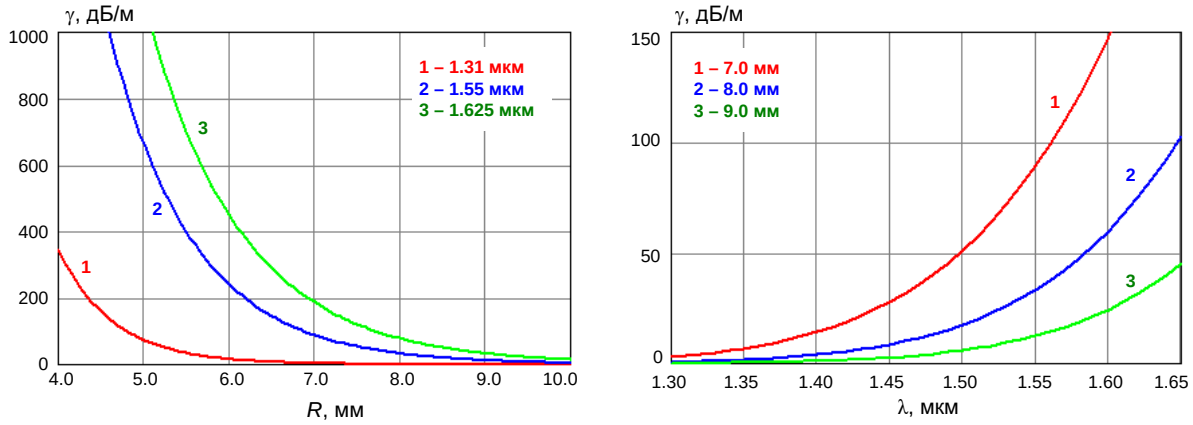
где V – нормированная частота ОВ, r_c и NA – радиус сердцевины и числовая апертура ОВ, λ – длина волны излучения.

Для коэффициента затухания участка ОВ, изогнутого с радиусом R, справедливо соотношение [2]:

$$\gamma = \frac{\sqrt{\pi}}{2r_c} \cdot \sqrt{\frac{r_c}{R}} \cdot \frac{V^2\sqrt{W}}{U^2} \cdot \exp\left(-\frac{4}{3} \cdot \frac{R}{r_c} \cdot \frac{W^3 \cdot \Delta}{V^2}\right), \quad (3)$$

где $\Delta = (n_1^2 - n_2^2)/(2n_1^2)$ – высота профиля показателя преломления ОВ, n_1 и n_2 – показатели преломления сердцевины и оболочки ОВ.

На рис. 1 представлены результаты расчета зависимостей коэффициента затухания от радиуса изгиба и длины волны для одномодового ОВ с оболочкой из чистого кварцевого стекла, полученные при следующих параметрах: r_c = 4.5 мкм, NA = 0.128. Эти характеристики соответствуют стандартному волокну марки SMF-28 [3].



а б

Рис. 1. Зависимости коэффициентов затухания изогнутых участков от радиуса изгиба (а) и длины волны (б)

Из рис. 1 видно, что коэффициент затухания изогнутого участка быстро растет с уменьшением радиуса изгиба и увеличением длины волны.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке, схема которой представлена на рис. 2.

Для создания изгиба в установке используются неподвижные и подвижные стойки круглого сечения, имеющие диаметр D = 5 мм. Установка укомплектована одним источником излучения с длиной волны λ = 1.3 мкм и измерителем оптической мощности. Таким образом, данная установка позволяет определить коэффициент затухания изогнутого участка с радиусом изгиба D на длине волны λ по результатам измерения мощностей излучения P_0 на выходе неизогнутого ОВ и P_l на выходе изогнутого ОВ:

$$\gamma = (10/l) \cdot a = (10/l) \cdot lg(P_0/P_l), \quad (4)$$

где a – затухание изогнутого участка ОВ, l – его длина, которую определяли по выражению:

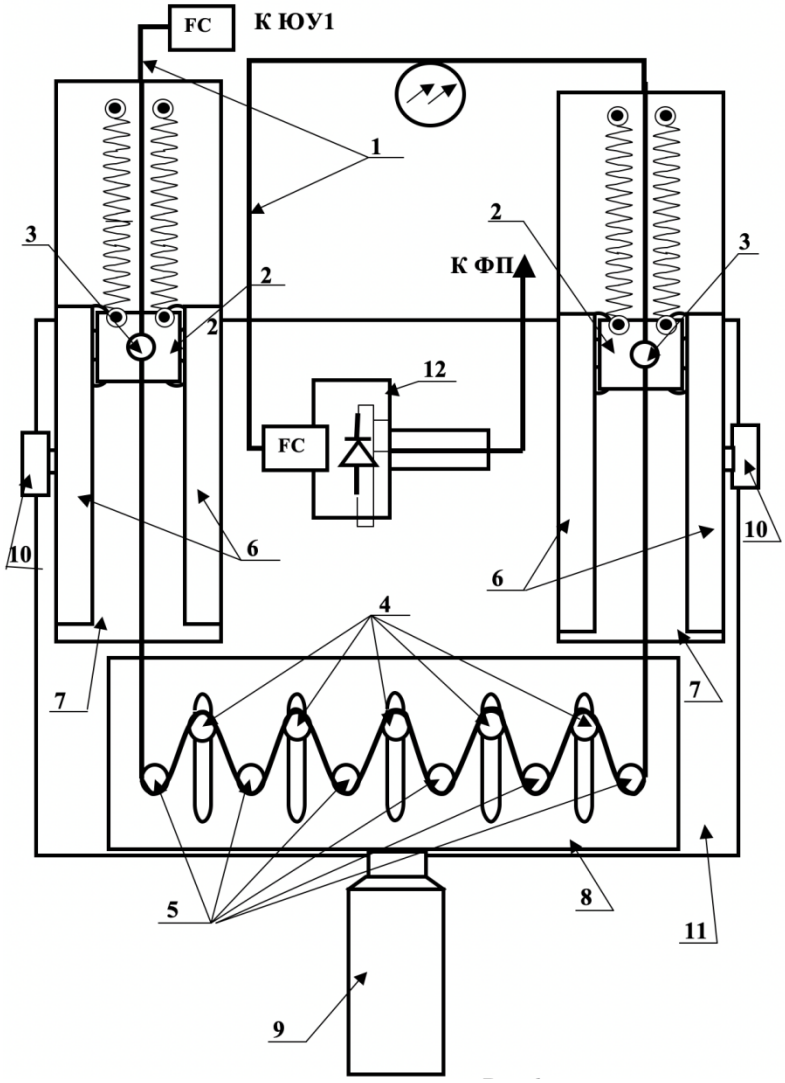


Рис. 2. Схема лабораторной установки для исследования потерь,
вносимых изогнутыми участками ОВ:
1 – исследуемое ОВ, 2 – фиксаторы, 3 – винты, 4 – подвижные стойки,
5 – неподвижные стойки, 6 – направляющие, 7 – подвижное основание,
8 – неподвижное основание, 9 – микрометрический винт

$$l = 4D \cdot \left(\arcsin\left(\frac{D}{\sqrt{L^2+d^2}}\right) + \operatorname{arctg}\left(\frac{L}{d}\right)\right). \qquad (5)$$

В (5) L – расстояние между центрами соседних подвижной и неподвижной стоек (рис. 3), d – расстояние между соседними стойками (d = 20 мм).

Измерения предлагается проводить несколько раз при различных положениях подвижных стоек (рис. 3) и усреднять полученные значения коэффициента затухания.

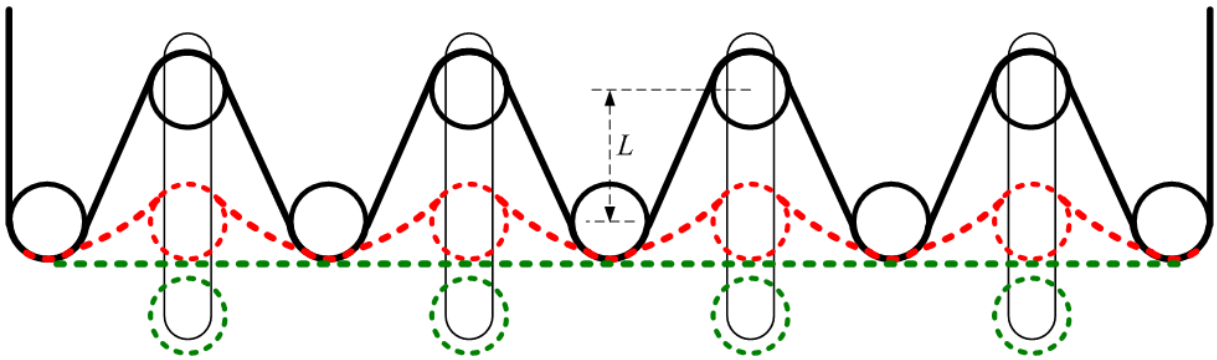


Рис. 3. Перемещение подвижных стоек. Положение внизу, показанное зеленым цветом, соответствует не изогнутому ОВ

В работе исследовались 2 волокна: стандартное одномодовое ОВ 9/125 мкм со ступенчатым профилем показателя преломления и многомодовое ОВ 50/125 мкм с градиентным показателя преломления. Объекты измерения представляли собой соединительные шнуры в буферном покрытии, оконцованные разъемными соединителями.

Результаты измерений и расчетов для стандартного ОВ приведены в табл. 1, для многомодового ОВ – в табл. 2. Величина P_0 для стандартного ОВ составила 0.442 усл. ед., для многомодового – 0.478 усл. ед.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерений и расчетов для стандартного ОВ

L, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_l, усл. ед.	0.441	0.435	0.430	0.435	0.440	0.435	0.430	0.376	0.235
l, мм	6.046	7.021	7.974	8.901	9.799	10.665	11.498	12.295	13.057
a, дБ	0.01	0.07	0.12	0.07	0.02	0.07	0.12	0.70	2.70
γ, дБ/м	1.63	9.87	14.99	7.79	2.01	6.50	10.40	57.12	210.12

ТАБЛИЦА 2. Результаты измерений и расчетов для многомодового ОВ

L, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_l, усл. ед.	0.475	0.472	0.471	0.472	0.466	0.451	0.437	0.404	0.329
l, мм	6.046	7.021	7.974	8.901	9.799	10.665	11.498	12.295	13.057
a, дБ	0.03	0.05	0.06	0.05	0.11	0.25	0.39	0.73	1.62
γ, дБ/м	4.52	7.81	8.03	6.16	11.27	23.68	33.87	59.41	124.25

По результатам измерений были определены средние значения коэффициентов затухания изогнутых участков ОВ, которые составили 35.6 дБ/м для стандартного одномодового ОВ и 31 дБ/м – для многомодового ОВ. Таким образом, многомодовое волокно менее чувствительно к изгибам, чем одномодовое.

Согласно проведенной выше теоретической оценке коэффициент затухания при указанных длине волны и радиусе изгиба должен составлять около 50 дБ/м.

Авторы ожидали, что коэффициенты затухания, измеренные при различных положениях подвижных оправок, будут примерно одинаковыми, так как радиус изгиба ОВ и длина волны при этом не менялись. Однако при прведении измерений обнаружился большой разброс результатов. При малых

значениях l значения коэффициента затухания оказались заниженными, а при больших – завышенными. Скорее всего это связано с тем, что при малых l деформация ОВ меньше ожидаемой, так как оно перемещается внутри свободно наложенного буферного покрытия. Кроме того, погрешность измерения в этом случае выше, так как затухание мало, и мощности P_0 и P_l мало отличаются. При больших l ОВ не только подвергается изгибу, но и натягивается (дополнительно подвергается механическому напряжению).

Эти эффекты, искажающие результаты измерений, можно устранить, если в качестве объектов исследования использовать ОВ без буферного покрытия, а также осуществить регулировку узлов фиксации ОВ и использовать в них пружины с меньшей жесткостью.

Можно также отметить, что для проведения полноценных исследований лабораторную установку следует доукомплектовать оправками различных диаметров, которые можно было бы надевать на стойки, а также источниками излучения с другими длинами волн.

Список используемых источников

1. Технология строительства ВОЛП. Оптические кабели и волокна: Учебные пособие для вузов/ В.А. Андреев, Р.В. Андреев, А.В. Бурдин, В.А Бурдин, М.В. Дашков, Б.В. Попов, Попов В.Б. /под редакцией В.А. Андреева-Самара, СРТТЦ ПГУТИ, 2016. – 369 с.: ил.

2. Снайдер, А. Теория оптических волноводов. Пер. с англ./ А. Снайдер, Д. Лав. Под ред. Е.М. Дианова, В.В. Шевченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.

3. МСЭ-Т G.652 Характеристики оптического волокна и кабеля. – Ж

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

ОПТИЧЕСКИЕ ИЗОЛЯТОРЫ И ЦИРКУЛЯТОРЫ: ПРИНЦИП РАБОТЫ, КОНСТРУКЦИИ, ПРИМЕНЕНИЕ

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

В статье рассмотрены конструкции, параметры и особенности применения оптических изоляторов и циркуляторов – пассивных оптических устройств, работа которых основана на преобразовании состояния поляризации проходящего излучения.

оптический изолятор, оптический циркулятор, вращатель Фарадея, полуволновая пластинка, двулучепреломляющий поляризатор

Оптические изоляторы (ОИ) и циркуляторы (ОЦ), являются пассивными устройствами, работа которых основана на преобразовании состояния поляризации распространяющегося излучения.

ОИ имеет один вход и один выход и предназначен для передачи излучения, распространяющегося в прямом направлении от входа к выходу, и задерживании излучения, распространяющегося в обратном направлении.

ОЦ имеет несколько изолированных портов, между которыми может циркулировать излучение. Излучение, поступившее на один из портов, всегда передается в соседний порт по направлению циркуляции. На рис. 1 поясняется работа 3-портового ОЦ.

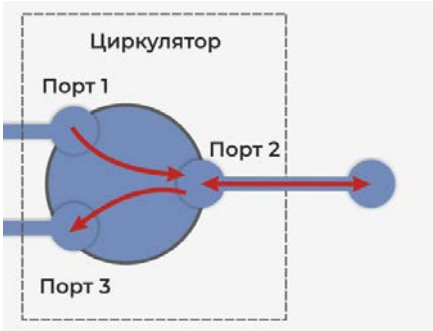


Рис. 1. Трехпортовый оптический циркулятор

ОИ и ОЦ характеризуют вносимыми потерями и изоляцией. У ОИ вносимые потери определяются для прямого излучения, у ОЦ – для каждой пары соседних портов в направлении циркуляции. Изоляцией для ОИ является затухание обратного излучения, для ОЦ – затухание излучения, попавшего на любой порт, кроме соседнего в направлении циркуляции.

Общими требованиями, предъявляемыми к ОИ и ОЦ, являются малые вносимые потери (~ 1-2 дБ) и высокая изоляция (> 30 дБ) во всем диапазоне

рабочих длин волн, а также стабильность параметров при изменении температуры.

Оптические схемы ОИ и ОЦ используют одни и те же компоненты, преобразующие поляризацию проходящего излучения: линейные поляризаторы, двулучепреломляющие линейные поляризаторы, вращатели Фарадея и полуволновые пластинки.

Поляризатор представляет собой пластину, преобразующую падающее на него излучение в линейно поляризованное вдоль оси пропускания. Двулучепреломляющий поляризатор разделяет нормально падающий на него луч на два луча с ортогональной поляризацией – обыкновенный (*o*-луч) и необыкновенный (*e*-луч), при этом *o*-луч не меняет направление распространения, а *e*-луч отклоняется от первоначального направления на некоторый угол α. Такими свойствами обладает, например, кристалл рутила.

Вращатель (ячейка) Фарадея – устройство, состоящее из вещества, обладающего магнитооптическими свойствами, и магнита, создающего в нем магнитное поле с напряженностью H. Вращатель осуществляет поворот плоскости поляризации проходящего излучения на угол θ, не зависимо от направления распространения излучения []:

$$\theta = \beta \cdot H \cdot l, \qquad (1)$$

где β – постоянная Верде вещества, l – путь, который луч прошел в этом веществе. В диапазоне длин волн 1.3-1.55 мкм магнитооптическим материалом, используемом в ячейке Фарадея, является $Y_3Fe_3O_{12}$. На длине волны 0.85 мкм используется парамагнитное стекло.

Полуволновая пластинка – устройство, осуществляющее поворот плоскости поляризации нормально падающего на нее излучения на $+45^0$ или -45^0 в зависимости от направления его распространения. Имеет толщину, равную половине длины волны излучения.

Простейшую конструкцию имеет поляризационно-зависимый ОИ (рис. 2), состоящий из двух линейных поляризаторов (поляризатора и анализатора) и вращателя Фарадея. Параметры ячейки Фарадея выбираются так, чтобы ось поляризации проходящего света поворачивалась на 45°. Такой же угол устанавливается между осями поляризаторов.

Прямое излучение (рис. 2а) проходит через поляризатор 1 и приобретает вертикальную поляризацию. Во вращателе Фарадея 2 его плоскость поляризации поворачивается на 45°, то есть оно беспрепятственно проходит через анализатор 3. Обратный (отраженный из линейного тракта) сигнал (рис. 2б) имеет поляризацию, совпадающую с осью пропускания анализатора 3, поэтому он проходит анализатор. Однако во вращателе Фарадея 2 он приобретает горизонтальную поляризацию, совпадающую с осью задерживания поляризатора 1. Поэтому поляризатор 1 задерживает обратное излучение.

Особенностью работы ОИ рассмотренной конструкции является то, что он задерживает не любое обратное излучение, а только ранее прошедшее через него в прямом направлении.

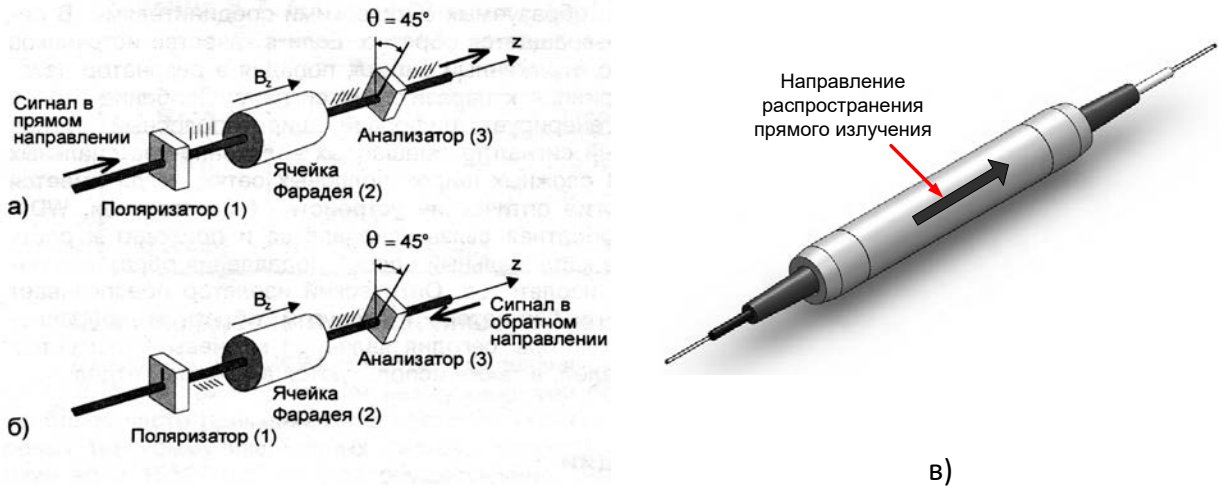


Рис. 2. Оптический изолятор: а, б – схема и принцип работы, в – внешний вид

Оптическая схема «классического» трехпортового ОЦ представлена на рис. 3. На рис. 3а показано, как через ОЦ проходит луч, вошедший через порт 1. Поляризатор 1 разделяет нормально падающий на него луч на два с ортогональной поляризацией – обыкновенный (*o*-луч) и необыкновенный (*e*-луч), при этом *o*-луч не меняет направление распространения, а *e*-луч отклоняется от первоначального направления на угол α. В кружках на рисунке показаны направления поляризации лучей.

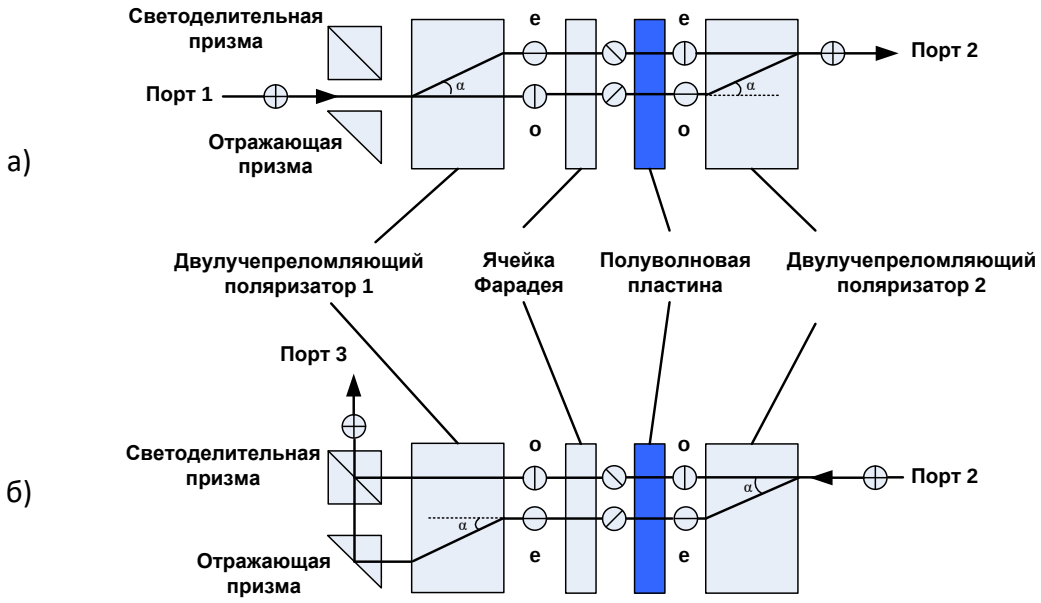


Рис. 3. Оптическая схема циркулятора и принцип его работы

Во вращателе Фарадея плоскости поляризации обоих лучей поворачиваются на +45°. Полуволновая пластина поворачивает плоскости поляризации обоих лучей еще на +45°. В результате *o*-луч и *e*-луч оказываются поляризованными в плоскостях, перпендикулярных плоскостям их поляризации на выходе поляризатора 1. Поэтому *e*-луч проходит через поляризатор 2 без изменения направления, а *o*-луч отклоняется от первоначального направления

на угол α. В результате на выходе поляризатора 2 оба луча сложатся и будут выведены в порт 2.

На рис. 3б показано, как через ОЦ проходит луч, вошедший через порт 2. Поляризатор 2 разделяет нормально падающий на него луч на *o*-луч, не меняющий направления, и *e*-луч, отклоняющийся на угол α. Полуволновая пластина поворачивает плоскости поляризации обоих лучей на –45°. В ячейке Фарадея плоскости поляризации обоих лучей поворачиваются на +45° и оказываются поляризованными также, как на выходе поляризатора 2.

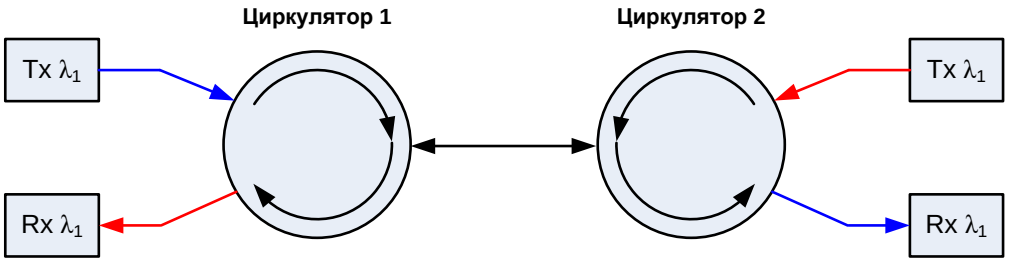
Проходя через поляризатор 1, *o*-луч не меняет направление распространения, а *e*-луч отклоняется от первоначального направления на угол α. За поляризатором 1 *o*-луч через светоделительную призму выходит в порт 3, *e*-луч меняет направление распространения в отражающей призме и через светоделительную призму также выходит в порт 3.

На базе конструкции ОЦ можно создать поляризационно-независимый ОИ, если заглушить (не использовать) порт 3.

ОИ обычно используются для подавления отраженных от неоднородностей волоконного тракта сигналов, которые могут нарушить работу одномодового лазера, поэтому часто интегрируются в лазерный передающий модуль. ОИ применяются также для подавления остаточного излучения накачки в оптических усилителях, в этом случае используется два ОИ – на входе и выходе усилителя. Для защиты лазеров от обратных отражений используются узкополосные (10-20 нм) ОИ, а для оптических усилителей широкополосные (до 60 нм) ОИ.

ОЦ могут иметь различное применение. Обычно их используют для разделения потоков излучения, распространяющихся в противоположных направлениях, например при работе с волоконными брэгговскими решетками, на основе которых создаются компенсаторы дисперсии, мультиплексоры ввода/вывода и другие устройства. С помощью ОЦ можно организовать дуплексную связь по одному оптическому волокну (ОВ) (рис. 4). На рис. 4а показана схема организации одного дуплексного канала на длине волны λ_1 с помощью двух циркуляторов. В этой схеме используются оптические циркуляторы с двумя окнами пропускания. На рис. 4б показана схема организации двух дуплексных каналов на длинах волн λ_1 и λ_2 с помощью четырех циркуляторов. Длины волн объединяются в одном ОВ с помощью широкополосного устройства спектрального мультиплексирования WDM.

а)



б)

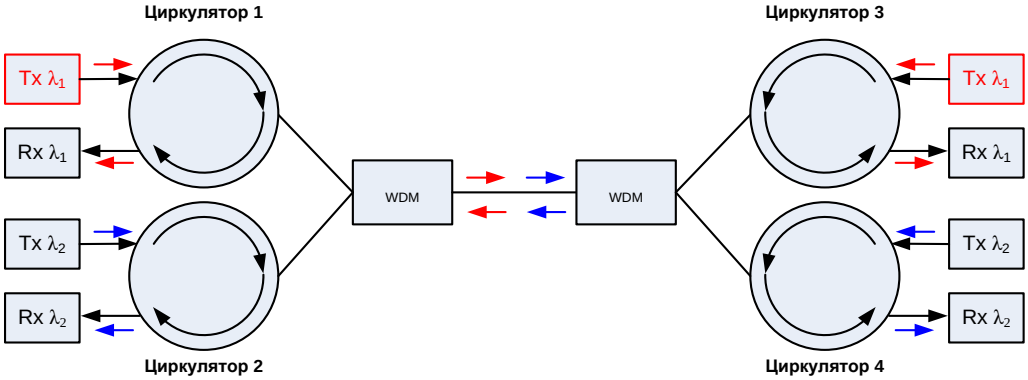


Рис. 4. Использование циркуляторов для организации дуплексной связи по одному ОВ на одной длине волны: а – организация одного канала, б – организация двух каналов

Таким образом, исследование оптических циркуляторов и изоляторов представляет большой интерес и является перспективным направлением в области волоконно-оптической связи.

Список используемых источников

1. Былина М.С. Конспект лекций по дисциплине «Физика и техника оптической связи». Тема 7. Пассивные оптические компоненты (рукоп.).

2. Рудов Ю.К., Зингеренко Ю.А., Оробинский С.П., Миронов С.А. Применение оптических циркуляторов в волоконно-оптических системах передачи // Электросвязь. – 1999. – № 6. – С. 36–38.

3. Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004.

Секция 2.4.
Безопасность компьютерных систем и сетей связи

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

СЦЕНАРИЙ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРИВИЛЕГИЙ (BDU:2020-03099)

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

В данной статье рассматривается уязвимость повышения привилегий в антивирусной программе Microsoft Windows Defender, которая позволяет пользователю со стандартной учётной записью выполнить удаление произвольной директории. Кратко описывается механизм её работы. На основе анализа уязвимости приводится сценарий по реализации угрозы.

информационная безопасность, сценарий атаки, повышение привилегий, Защитник Windows.

Одним из основных принципов администрирования компьютерных систем является задание пользователям этой системы ряда прав, определяющих их полномочия. Таким образом, обеспечивается защита системы от возможности неправомерного воздействия, которое может привести к нарушению конфиденциальности, целостности или работоспособности. Получение пользователем прав, помимо тех, что ему изначально предназначались в системе, принято называть эскалацией привилегий или их повышением. К эскалации привилегий может привести эксплуатация уязвимостей как самой операционной системы, так и её программных компонентов, имеющих особые права. Результат проведения атаки с применением уязвимости повышения привилегий может позволить злоумышленнику установить вредоносное программное обеспечение, нарушить работу сервера и удалить любые директории. Очевидно, что наличие такой уязвимости в системе предоставляет огромную угрозу, потенциально наносящую серьёзный ущерб.

Уязвимость BDU:2020-03099 [1] была впервые обнаружена швейцарским специалистом по тестированию на проникновение Клементом Лабро [2] и зарегистрирована 9 июня 2020 года в базе данных общеизвестных информационных уязвимостей информационной безопасности (Common Vulnerabilities and Exposures — CVE) под идентификатором CVE-2020-1170 [3]. В системе под управлением Windows 10 Pro версии 2004 (сборка 19041.572) уязвимость была обнаружена в антивирусной программе Защитник Windows версии 4.18.2004.6 при помощи программы автоматизированной проверки наличия уязвимостей программного обеспечения ScanOVAL, разработанной федеральной службой по техническому и экспортному контролю ФСТЭК [4]. Также известная под названием Microsoft Windows Defender Elevation of Privilege Vulnerability [2], уязвимость антивирусной программы Windows Defender позволяет непривилегированному пользователю системы повысить свои права. Она получила базовую оценку 7.8 по стандарту CVSS 3.1, с

присвоением статуса повышенной опасности HIGH [5]. Уязвимость характеризуется простотой получения локального доступа без необходимости авторизации с правами администратора и обусловлена некорректной политикой безопасности в Microsoft Windows Defender. Успешная атака оказывает полное воздействие на нарушение конфиденциальности, целостности или доступности атакуемой системы.

Поскольку на веб-сервисе GitHub в открытом доступе уже существует множество готовых эксплойтов [6] [7], использующих уязвимость BDU:2020-03099, весьма актуальной является задача защиты компьютерных систем. Предложенный в данной статье сценарий реализации угрозы повышения привилегий поможет специалистам в области информационной безопасности оценить сложность проведения атаки, а также разработать комплекс средств и мероприятий по построению эффективной системы защиты для её предотвращения.

Уязвимость в антивирусной программе Windows Defender заключается в некорректном поведении программы в случае переполнения журнала MpCmdRun.log [8]. Этот журнал используется для регистрации различных событий, возникающих при работе антивирусной программы. Он расположен в стандартной для систем Windows директории хранения временных файлов C:\Windows\Temp\, в которой любой пользователь имеет право на запись. Осуществлять операции чтения, записи и удаления самого журнала MpCmdRun.log может только процесс, работающий в контексте безопасности администратора или SYSTEM. Однако пользователь с низким уровнем привилегий может спровоцировать выполнение записи события в журнал. Например, в оболочке командной строки PowerShell существует командлет Update-MpSignature [9], который обновляет определения антивирусных программ. Событие обновления фиксируется в журнале MpCmdRun.log. Таким образом злоумышленник может спровоцировать процесс неконтролируемого увеличения размера журнала. Во избежание подобного сценария в Windows Defender существует правило, по которому в случае, если размер файла журнала MpCmdRun.log начинает превышать 16 777 002 байт (16 Мбайт), вызывается функция PurgeLog() [8]. Она выполняет операцию создания нового журнала событий MpCmdRun.log и архивирования старого журнала в файл с названием MpCmdRun.log.bak.

Особенность поведения программы Windows Defender заключается в том, что если в директории C:\Windows\Temp\ существует каталог с названием MpCmdRun.log.bak, то при переполнении журнала MpCmdRun.log функция PurgeLog() удалит каталог MpCmdRun.log.bak, чтобы создать одноимённый файл. Создание такого каталога можно осуществить, не имея привилегий администратора, выполнив команду mkdir C:\Windows\Temp\MpCmdRun.log.bak. При этом, если злоумышленник создаст для каталога MpCmdRun.log.bak точку монтирования (junction point) с произвольной директорией "A", иными словами ссылку на каталог, то произойдёт удаление и каталога MpCmdRun.log.bak, и директории, на которую

он ссылается. Создание ссылки на директорию производится стандартной для систем Windows командой mklink /J "C:\Windows\Temp\MpCmdRun.log.bak" "A". Подобное поведение является некорректным и позволяет непривилегированному пользователю произвести удаление произвольного каталога процессом, имеющим привилегии SYSTEM.

Рассмотрим сценарий реализации атаки, эксплуатирующей уязвимость BDU:2020-03099, на примере некоторой компании (рис. 1). Первоначальной задачей нарушителя будет получение доступа к компьютерной системе. Возможны сценарии как непосредственно физического доступа, когда злоумышленник действует изнутри компании, так и при помощи средств удалённого доступа к системе (SSH, RDP, TeamViewer и др.), для ситуаций, когда атака производится "извне". После получения доступа нарушителю необходимо войти в систему под учётной записью любого пользователя. В системе может существовать такая учётная запись, которая не требует пароля, например, "Гость". Но учитывая, что большинство учётных записей защищены паролем, злоумышленнику может потребоваться узнать его, например, путём подбора. Однако действия "напрямую" далеко не всегда являются наиболее эффективными. Возможны различные варианты обхода системы авторизации. Один из таких вариантов – атака на уже авторизованного пользователя. Реализация подобного сценария возможна в случае если нарушителю удастся отправить на атакуемую систему заражённый файл, при открытии которого в системе будет запущен вредоносный код.

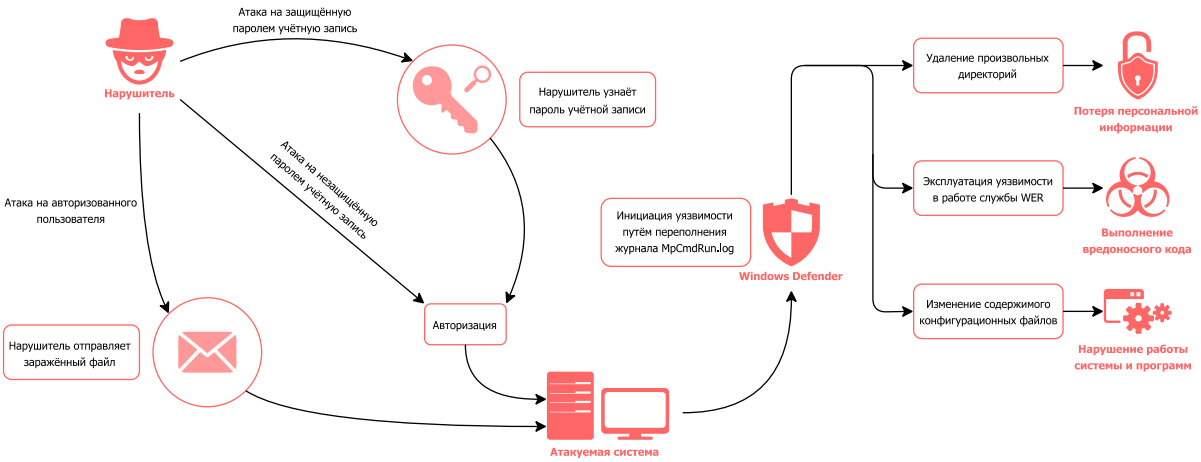


Рис. 1. Сценарий реализации угрозы повышения привилегий

В заключительном этапе проведения атаки, использующей уязвимость в антивирусной программе Microsoft Windows Defender, злоумышленнику необходимо повысить свои привилегии в системе. Как было рассмотрено ранее, уязвимость BDU:2020-03099 опасна именно тем, что она приводит к удалению произвольного каталога в системе, используя при этом процесс имеющий привилегии SYSTEM. Потенциальной целью злоумышленника при этом может быть причинение ущерба компании путём удаления директорий с рабочими проектами или персональными данными. Помимо этого нарушитель может

организовать сбой в работе системы или программного обеспечения, нарушив целостность конфигурационных файлов и библиотек. Также уязвимость BDU:2020-03099 может быть использована злоумышленником в качестве инструмента для инициации других уязвимостей. Один из возможных сценариев — эксплуатация уязвимости в службе отправки отчётов об ошибках (Windows Error Reporting — WER) для выполнения произвольного кода. Недостаток службы WER заключается в том, что при удалении основного каталога C:\ProgramData\Microsoft\Windows\WER, он будет автоматически воссоздан, но уже с правами записи для любого авторизованного пользователя [10]. В результате злоумышленник может скомпрометировать файл библиотеки comctl32.dll вредоносным кодом, который будет запущен от имени пользователя SYSTEM.

Разработанный сценарий реализации уязвимости эскалации привилегий BDU:2020-03099 может рассматриваться как общий случай для анализа безопасности компьютерных систем. Отмеченные в сценарии последствия могут нести необратимый характер, представляя серьёзную угрозу безопасности. Особенную опасность уязвимости повышения привилегий представляют для индустриального комплекса и на критически важных объектах. Согласно отчёту Kaspersky ICS CERT от 25 апреля 2020 года (рис. 2), уязвимости повышению привилегий входят в список наиболее распространённых уязвимостей и составляют 13,6 % от общего числа выявленных в 2019 году типов уязвимостей [11].

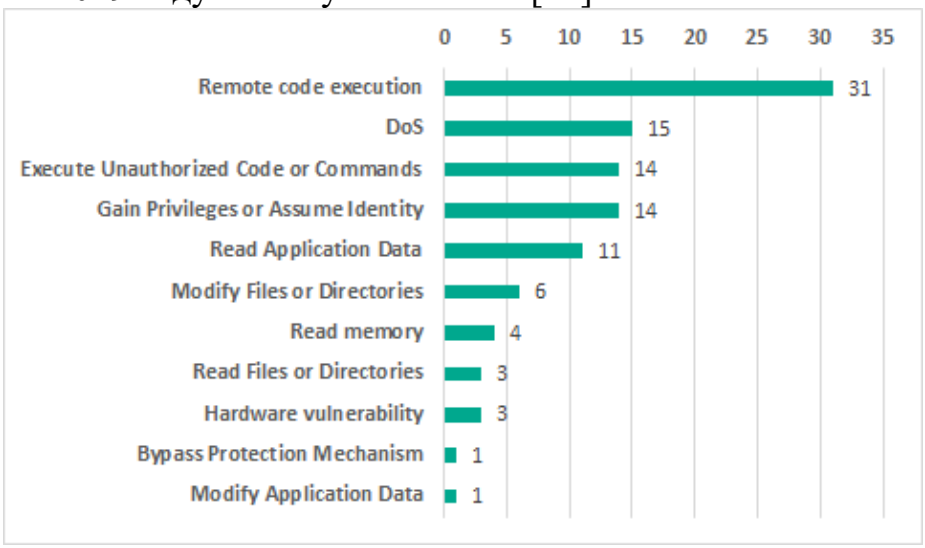


Рис. 2. Распространённость типов уязвимостей выявленных Kaspersky ICS CERT в 2019 году [11]

Подводя итог, хочется отметить, что базы данных уязвимостей активно расширяются. В системах и их программных компонентах обнаруживаются новые ошибки, представляющие угрозу безопасности компьютерных систем, и для каждой конкретной уязвимости существует множество сценариев проведения атаки, в которых она может быть задействована. Выстроив эффективную модель защиты от одной из них, можно найти иной способ обхода политики безопасности. Учитывая скорость обнаружения новых

уязвимостей в программных компонентах систем, отслеживать их появление вручную представляется весьма сложной задачей. В сложившихся условиях особенное внимание стоит уделять программам автоматизированной проверки наличия уязвимостей. Проведение аудита безопасности при помощи такого сканера позволяет своевременно отслеживать обновления баз данных уязвимостей и выявлять в системе потенциальные угрозы безопасности устаревших версий программного обеспечения.

Список используемых источников

1. BDU:2020-03099: Уязвимость Защитника Microsoft (Windows Defender) операционных систем Microsoft Windows, позволяющая нарушителю повысить свои привилегии [Электронный ресурс]. URL: https://bdu.fstec.ru/vul/2020-03099 (дата обращения 07.11.2020).

2. Microsoft Windows Defender Elevation of Privilege Vulnerability [Электронный ресурс]. URL: https://portal.msrc.microsoft.com/en-US/security-guidance/advisory/CVE-2020-1170 (дата обращения 02.11.2020).

3. CVE-2020-1170 [Электронный ресурс]. URL: https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2020-1170 (дата обращения 07.11.2020).

4. Программа ScanOVAL для автоматизированных проверок наличия уязвимостей программного обеспечения [Электронный ресурс]. URL: https://bdu.fstec.ru/site/scanoval (дата обращения 07.11.2020).

5. CVE-2020-1170 Detail [Электронный ресурс]. URL: https://nvd.nist.gov/vuln/detail/CVE-2020-1170 (дата обращения 07.11.2020).

6. Windows Defender CVE-2020-1170 LPE Work Archive [Электронный ресурс]. URL: https://gist.github.com/gwillcox-r7/419efc54568ae809eaf47843f058cadb (дата обращения 07.11.2020).

7. Defender_LPE [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/klinix5/WinDefend_ZeroDay/tree/master/Defender_LPE (дата обращения 07.11.2020).

8. CVE-2020-1170 - Microsoft Windows Defender Elevation of Privilege Vulnerability [Электронный ресурс]. URL: https://itm4n.github.io/cve-2020-1170-windows-defender-eop/ (дата обращения 07.11.2020).

9. Update-MpSignature [Электронный ресурс]. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/powershell/module/defender/update-mpsignature?view=win10-ps (дата обращения 07.11.2020).

10. From directory deletion to SYSTEM shell [Электронный ресурс]. URL: https://secret.club/2020/04/23/directory-deletion-shell.html (дата обращения 07.11.2020).

11. Threat landscape for industrial automation systems. Vulnerabilities identified in 2019 [Электронный ресурс]. URL: https://ics-cert.kaspersky.com/reports/2020/04/24/threat-landscape-for-industrial-automation-systems-vulnerabilities-identified-in-2019 (дата обращения 07.11.2020).

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

АУДИТ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕТЕВЫХ АНАЛИЗАТОРОВ И ТЕСТОВ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ

М. Э. Ахметшина, Р. М-А. Манкаев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Современный мир уже невозможно представить без гаджетов, быстрого доступа в Интернет и других современных устройств, которые люди привыкли использовать каждый день. Они становятся незаменимыми атрибутами нашей жизни, которые сопровождают человека в повседневности: как в быту, так и на рабочем месте. Все процессы в современном обществе перетекают в информационные системы, которые играют центральную роль в обеспечении эффективности работы коммерческих, государственных предприятий и образовательных организаций. Широкое использование информационных систем, которые применяются для хранения, обработки и передачи информации, обуславливает актуальность проблемы защиты и сохранности информации в них.

аудит информационной безопасности, снифферы, сетевой трафик, Snort.

Введение.

В настоящее время стали появляться многочисленные проблемы, относящиеся к достоверности и анонимности информации. Чтобы обеспечить ее безопасность пришлось прибегнуть к созданию такого программного обеспечения, с помощью которого можно осуществить анализ сетевого трафика для обнаружения проблем, связанных с утечкой данных или взломом компьютерных сетей, возобновление всех потоков данных сети, а также анализ статистики сетевых данных для изучения аномальности трафика.

Для успешной работы и выявления всех проблем информационной безопасности, анализ трафика должен быть проведен в полном объеме, чтобы обеспечить применение всех методов анализа для достижения эффективного результата.

Одним из способов проникновения в компьютерные системы является эксплуатация уязвимостей. Этот способ эффективен благодаря наличию неисправленных уязвимостей в широко используемом программном обеспечении. Кроме того, некоторые пользователи и компании не устанавливают дополнения и обновления, закрывающие известные уязвимости в приложениях.

1. Общие сведения об аудите информационной безопасности. Аудит информационной безопасности – это интегративный процесс получения непредвзятых качественных и количественных оценок о текущем состоянии информационной защищенности автоматизированной системы в соответствии с установленными критериями и показателями безопасности.

С помощью аудита можно оценить: насколько безопасно функционирует информационная система, прогнозировать риски и обоснованно подойти к вопросу обеспечения безопасности информационных активов, стратегических планов развития и в целом содержимого ценной корпоративной информации.

Аудит безопасности информационных систем состоит из следующих этапов:

1. Инициирование проведения аудита.
2. Сбор информации.
3. Разбор полученных данных.
4. Выработка рекомендаций.
5. Подготовка отчетов.

2. Характеристика современных инструментов анализа сетевого трафика.

Тестирование на проникновение (пентест) – это метод оценки безопасности компьютерных систем и сетей с помощью моделирования атаки злоумышленника. Этот процесс включает в себя анализ системы на наличие уязвимостей, которая может вызвать некорректную работу системы. Анализ ведется с позиции потенциального атакующего и может включать в себя активное использование уязвимостей системы. Испытание на проникновение является частью аудита безопасности. Можно выделить наиболее популярные области применения сетевых анализаторов:

анализ трафика для обнаружения проблем в работе сети (в том числе, несанкционированной активности);

воссоздание потоков данных («прослушивание»);

предотвращение различного рода сетевых атак;

сбор статистики.

Если говорить о комплексном решении задачи анализа сетевого трафика, то в первую очередь следует разделить ее на три автономные подзадачи (рис. 1): перехват трафика, его хранение и анализ.

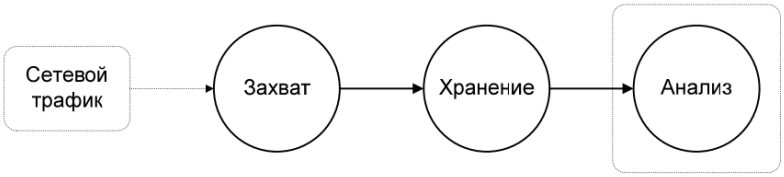


Рис. 1. Подзадачи системы анализа сетевого трафика

Система анализа должна гарантировать 100% захват трафика, а также предоставлять результативные методы анализа и навигации по его результатам. Захват трафика реализовывается с помощью снифферов. В общем случае, сниффер – это программа или программно-аппаратное устройство, которое предназначено для перехвата трафика. Сниффер может быть установлен как на маршрутизаторе, так и на конечном узле сети (рис. 2).

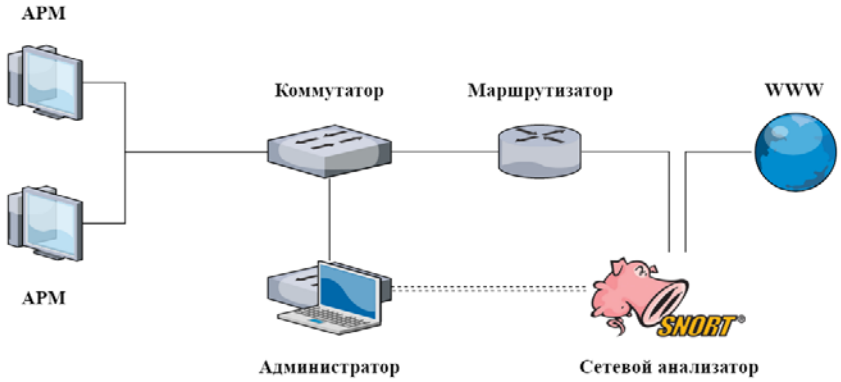


Рис. 2. Схема сети с использованием сетевого анализатора

В практической части работы используется сетевой анализатор Snort. Здесь анализ трафика основан на механизме сигнатурного поиска.

3. Установка и настройка сетевого анализатора в режиме обнаружения вторжения.

Для получения оповещений о несанкционированном доступе к информационным ресурсам системы используется выбранный сетевой анализатор.

Откроем файл local.rules для настройки правил фильтрации пакетов, проходящих через Snort. В этом файле следует прописать желаемые правила фильтрации и захвата пакетов.

После перезапуска программы в режиме обнаружения вторжений укажем «показать тревоги». Произведем попытку сканирования портов с атакующего компьютера. Видим, что в консоли «Snort» вывелось предупреждение о попытке сканирования (рис. 3).

```
05/14-20:53:57.445840  [**] [1:101:0] ATTENTION, ATTENTION! [**] [Priority: 0]
{TCP} 192.168.1.17:37 -> 192.168.1.12:56648
05/14-20:53:57.445860  [**] [1:101:0] ATTENTION, ATTENTION! [**] [Priority: 0]
{TCP} 192.168.1.12:51628 -> 192.168.1.17:5631
05/14-20:53:57.445869  [**] [1:101:0] ATTENTION, ATTENTION! [**] [Priority: 0]
{TCP} 192.168.1.17:5631 -> 192.168.1.12:51628
05/14-20:53:57.446021  [**] [1:101:0] ATTENTION, ATTENTION! [**] [Priority: 0]
{TCP} 192.168.1.12:60158 -> 192.168.1.17:144
05/14-20:53:57.446031  [**] [1:101:0] ATTENTION, ATTENTION! [**] [Priority: 0]
{TCP} 192.168.1.17:144 -> 192.168.1.12:60158
05/14-20:54:01.923430  [**] [1:1384:8] MISC UPnP malformed advertisement [**] [
Classification: Misc Attack] [Priority: 2] {UDP} 192.168.1.1:1900 -> 239.255.25
5.250:1900
```

Рис. 3. Реакция «Snort» на сканирование

Здесь можно увидеть IP адрес атакующего.

4. Реализация работы сетевого анализатора в режиме предотвращения вторжения.

Сетевой анализатор справился с задачей обнаружения аномальной активности в сети. Но в современных реалиях не всегда вовремя удается отреагировать на обнаруженную устройством атаку. Для устранения данной проблемы задается новое правило, в котором при совпадении заданного сценария, например, при обнаружении ICMP пакетов, программа

автоматически блокирует этот трафик (рис. 4). Таким образом, Snort будет настроен в режиме не только обнаружения, но и предотвращения атаки.

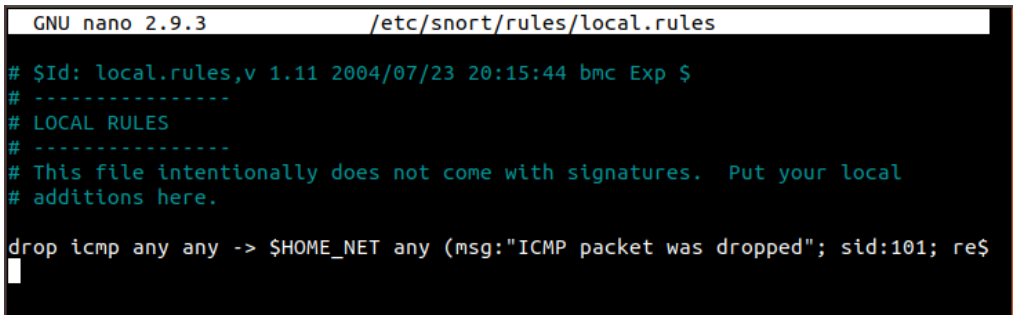


Рис. 4. Пример правила фильтрации пакетов

Запустим Snort в режиме предотвращения атаки с выгрузкой результатов в файл для удобства чтения. Попробуем послать пинг-запросы с атакующей машины.

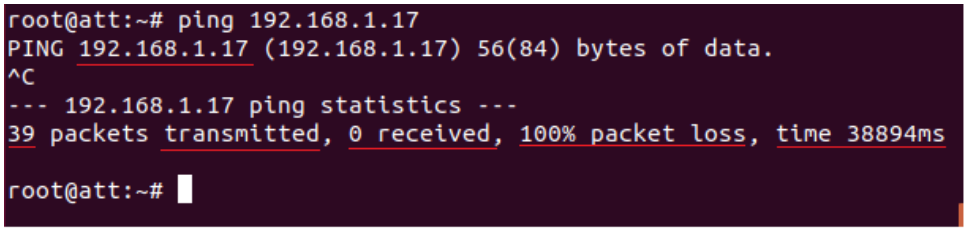


Рис. 5. Результат выполнения пинг-запроса

После продолжительного времени производится остановка выполнения команды. Как видно на рисунке 5, 39 пакетов были отправлены и ни один не вернулся. Это означает, что система предотвращения атаки сработала.

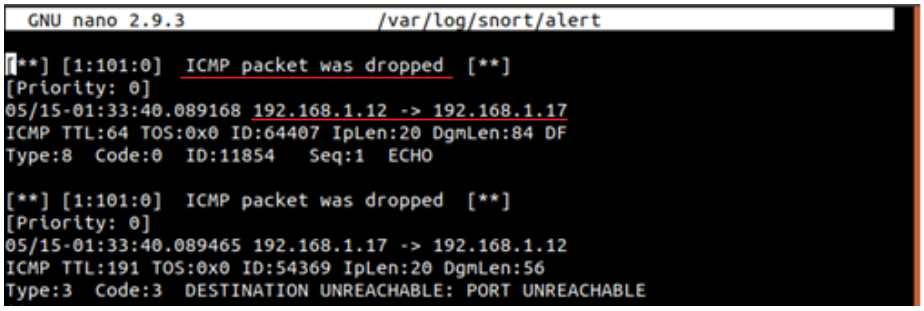


Рис. 6. Содержимое файла с результатом проведенной операции

Snort успешно зафиксировал попытку отправки ICMP пакетов в сеть, вывел заданное сообщение и заблокировал их по предписанному правилу (рис. 6). С помощью такого способа можно задавать множество различных и гибких правил, необходимых для настройки системы безопасности.

Заключение.

В данной работе был описан принцип проведения аудита информационной безопасности, рассмотрены современные технологии проникновения в защищаемую систему. Изучены характеристики инструментов анализа сетевого трафика.

Установлен сетевой анализатор и настроен с помощью сигнатурных правил фильтрации пакетов, что позволило моментально получить сигнал о вторжении в защищаемую систему. Следом была проведена попытка отправки пакетов, где был четко отображен результат успешного обнаружения атаки с помощью сетевого анализатора.

В результате разработан алгоритм обнаружения и предотвращения атаки с использованием анализатора сетевого трафика и сигнатурных правил фильтрации в нем. С помощью такого способа можно задавать большое количество различных и гибких правил, необходимых для конкретной системы. Использование данного алгоритма автоматизированного обнаружения и предотвращения атак позволит перераспределить нагрузку на средства защиты информации и повысить комплексную безопасность информационной системы.

Подводя итог, учитывая тенденции и темпы развития информационных технологий, существующие методы проникновения в защищаемую систему из-за создания и совершенствования новых способов передачи информации и применяемых технологий будут только требовать доработки и улучшаться, поэтому данная проблема никогда не перестанет быть актуальной.

Список используемых источников

1. Kaspersky News: итоги 2018 года. [Электронный ресурс] // URL: https://www.kaspersky.ru/about/press-releases/2018_according-to-kaspersky-lab-in-2018-half-of-computers-at-industrial-enterprises-in-russia-faced-cyber-threats (дата обращения 01.11.2020).

2. Kaspersky Security Bulletin 2019. Статистика. [Электронный ресурс] // URL: https://securelist.ru/kaspersky-security-bulletin-2018-statistics/92906/ (дата обращения 01.11.2020).

3. Vulners – Vulnerability Assessment Platform. [Электронный ресурс] // URL: https://vulners.com/ (дата обращения 11.11.2020).

4. Основы информационной безопасности: Учебное пособие / Вайнштейн Ю.В., Демин С.Л. – Красноярск, 2014.-270 с.

5. Стандарт Банка России СТО БР ИББС-1.1-2007 «Аудит информационной безопасности» от 28 апреля 2007 г. № Р-345.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология, 2019 г. – 3с.

7. Snort. [Электронный ресурс] // URL: http://www.snort.org/ (дата обращения 14.11.2020).

8. Nmap. [Электронный ресурс] // URL: https://nmap.org/ (дата обращения 14.11.2020).

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ КОНТРМЕР ВРЕДОНОСНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Е. О. Березина[1], Л. А. Виткова[1,2]
[1]Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.
[2]Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН (СПб ФИЦ РАН).

Информационные технологии и онлайн взаимодействие сегодня являются частью нашей жизни. Вопрос разработки системы выявления и противодействия вредоносной информации представляется актуальным. В работе рассматривается структура базы данных контрмер и информационных угроз. Предполагается, такая база данных может взаимодействовать с модулем выбора контрмер и поддержки принятия решений о противодействии.

вредоносная информация, база данных контрмер, системы мониторинга и противодействия, СППР

Сложно представить современную жизнь без информационного взаимодействия. Сейчас интернет и социальные сети представляют собой крупномасштабную и разнородную информационно-телекоммуникационную среду. Объем информации, с которой пользователи взаимодействуют каждый день, только растет. При этом социальные сети содержат значительное количество разнородной информации, которая может быть истолкована как вредоносная по смыслу и может нанести вред здоровью индивида или побудить к противоправному поведению. Такая информация может стать серьезной угрозой личной, общественной и государственной информационной безопасности [1, 2]. И вопрос разработки системы выявления и противодействия вредоносной информации представляется актуальным.

Сегодня системам противодействия приходится фильтровать трафик на основе политик безопасности, что не всегда является эффективным методом. В основном существующие платформы социальных сетей обеспечивают защиту от вредоносной информации на основании требований законодателя, если веб-страница профиля или сообщества внесены в black-лист, и при этом системы противодействия анализируют только страницы, с которыми взаимодействует пользователь. Ключевой принцип, лежащий в основе работы этих систем, может быть описан как: 1) проверка страницы по списку, 2) ограничение доступа к ресурсу с информацией.

На данный момент существует достаточно большое количество систем реагирования на вредоносную информацию. Эти системы опираются на использование некоторого устоявшегося набора контрмер, таких как фильтрация, блокировка доступа, уведомление.

Поскольку существующие системы зачастую используют только один подход из набора вышеупомянутых контрмер, очевидно, что существует

необходимость в классификации контрмер, а также разработке единой базы данных на основе этих контрмер и информационных угроз, на которые они призваны реагировать. База данных, описываемая в данной статье, предназначается главным образом для хранения признаков информационных угроз, информационных объектов с вредоносной информации и мер противодействия, доступных в системе.

Исходными данными для такой базы данных являются html-страницы – сетевые информационные объекты трех категорий в соответствии с «размером» [3]:

- SIO (Small Information Object) – малый информационный объект, блок текста на html-странице (она же веб-страница; прим.: комментарий на веб-странице);
- MIO (Medium Information Object) – средний информационный объект, отдельная веб-страница некоторого веб-ресурса (несколько веб-страниц, объединенных общей темой и дизайном и связанных между собой ссылками; прим.: веб-страница домена третьего уровня [4]);
- BIO (Big Information Object) – большой информационный объект (прим.: веб-сайт домена первого, второго уровня).

Под контрмерой понимается действие (противодействие), направленное на нейтрализацию угрозы информационной безопасности или прекращение доступа к ней пользователю системы. Под соответствующей применимой контрмерой подразумевается такая контрмера, которая наиболее эффективна в противодействии текущей рассматриваемой угрозе, а также является возможной для реализации.

Формальный вид соответствующей применимой контрмеры Measure может быть представлен следующим образом:

$$Measure = \langle Threat, Countermeasure \rangle ,$$

где Threat – рассматриваемая угроза, Countermeasure – соответствующая контрмера, учитывающая атрибуты ее реализации и тип применимого сетевого информационного объекта.

Представим выделенные атрибуты и их взаимосвязи формально:

$$Threat = \langle Definition, Token, Keys_words \rangle$$

Перечислим элементы, входящие в этот кортеж:

- Definition – описание угрозы в человекопонятном виде;
- Token – некоторые признаки угрозы информационной безопасности, позволяющие некому оператору, однозначно классифицировать угрозу;
- Keys_words – семантические признаки угрозы для упрощения классификации угрозы.

Аналогичным образом опишем атрибуты контрмеры и их взаимосвязи:

$$Countermeasure = \langle Object, Agent, Implementation_type, Phase \rangle$$

Перечислим элементы, входящие в этот кортеж:

– Object – сетевой информационный объект, к которому применима контрмера;

– Agent – агент реализации, через который может быть реализована контрмера (прим.: оператор связи, браузер и т.д.);

– Implementation_type – тип реализации контрмеры (прим.: ручной, авто и т.д.);

– $Phase = \langle Static/Dynamic \rangle$ – этап реализации контрмеры; контрмеры могут применяться на этапе реагирования на вредоносную информацию (т.н. динамические контрмеры) в социальной сети, а также на этапе предотвращения ее распространения (т.н. статические контрмеры).

На рисунке 1. Представлена диаграмма базы данных вредоносной информации и соответствующих применимых контрмер, цветом выделены справочники в базе данных:

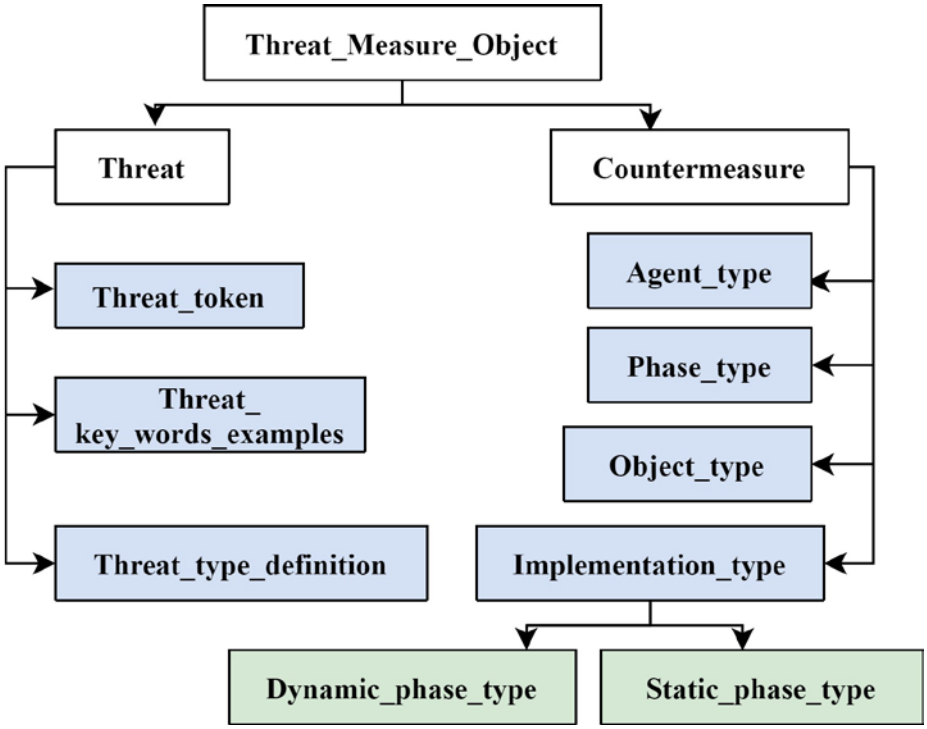


Рис. 1. Диаграмма базы данных для учета вредоносной информации совместно с мерами противодействия

Структура базы данных состоит из следующих 12 взаимосвязанных реляционных таблиц:

1. Threat_Measure_Object – содержит список угроз и соответствующих им контрмерам;
2. Threat – содержит список угроз в соответствии с атрибутами нежелательной информации;
3. Threat_type_definition – содержит список с описаниями типов угроз;

4. Threat_token – содержит список признаков типов угроз;
5. Threat_key_words_examples – содержит список ключевых слов в соответствии с типами угроз;
6. Countermeasure – содержит список контрмер в соответствии с атрибутами их применения;
7. Object_type – содержит список объектов, к которым применимы контрмеры;
8. Agent_type – содержит список неких агентов реализации, агентов, через которые реализуется контрмера;
9. Implementation_type – содержит список типов реализации контрмер;
10. Phase_type – содержит список категории этапов реализации контрмер;
11. Static_phase_type – содержит список статических этапов реализации контрмер;
12. Dynamic_phase_type – содержит список динамических этапов реализации контрмер.

Выводы

Предложенная база данных может быть использована для улучшения систем противодействия нежелательной информации. К ее преимуществам относится то, что база данных контрмер вредоносной информации содержит информацию о следующих элементах: (1) информационные объекты; (2) угрозы, сопровождающиеся соответствующими признаками и списком характерных ключевых слов; (3) контрмеры, ранжированные в соответствии со способом и типом их реализации. Предложенная база данных может найти применение в области классификации сетевых информационных объектов, угроз нежелательной информации, а также для исследований и разработок решений для поддержки принятия решения о противодействии нежелательной информации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РНФ (проект № РНФ 18-11-00302) в СПб ФИЦ РАН

Список используемых источников:

1. Паращук И.Б., Котенко И.В., Островерхий С.М. Оценка корреляции понятий мониторинга в интересах обнаружения вредоносной информации и положений менеджмента качества информационно-аналитических систем // Информация и космос. 2019. № 2. С. 50-55.

2. Виткова Л.А. Место и роль мониторинга и противодействия нежелательной информации в социальных сетях // 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. 209-212.

3. Валиева К.А., Виткова Л.А., Чечулин А.А. Предварительная обработка информационных объектов в системах мониторинга сети интернет // 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. 197-201.

4. Какие бывают домены? Виды доменов. Уровни доменов. Электронный ресурс. Режим доступа: URL: https://www.domenus.ru/support/help/group/1343472/question/kakie-byvayut-domeny (дата обращения: 05.11.2020)

УДК 004.056.52
ГРНТИ 28.23.15

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ АТАКИ КЛОНИРОВАНИЯ ДЛЯ БУМАЖНЫХ СЕРТИФИКАТОВ

И. Д. Букшин, В. И. Коржик
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Используются бумажные сертификаты различных изделий для защиты оригинальности продуктов и доказательства прав их собственников. Для защиты от фальсификации сертификатов обычно используются штрих-коды или дата-коды. Однако, этой меры может оказаться недостаточно, особенно от таких злоумышленных действий, как клонирование и изготовление копий сертификаций для её использования с контрафактной продукцией. В настоящей работе для подлинности надёжности защиты от такой атаки, которую мы называем «клонированием» сертификатов, предлагается использовать вложение в них цифровых водяных знаков. Приводится алгоритм обнаружения такого клонирования и теоретически рассчитываются вероятности ошибочного обнаружения и ложной тревоги для данной атаки, в зависимости от параметров системы.

сертификаты продукции, клонирование, цифровые водяные знаки, вероятности пропуска атаки клонирования и ложной тревоги

Защита различных изделий от подделок или фальсификация их характеристик и производителей является важной задачей, понимаемой в широком смысле информационной безопасностью.

Для решения этой задачи большое распространение получил метод бумажных сертификатов, где при помощи использования штрих-кода или, в более общем случае Data Matrix, делается полное решение данной задачи. Однако, не для всех атак злоумышленников она может оказаться успешной. Так, при выполнении атаки «клонирование сертификата», злоумышленник копирует (фотографирует) сертификат, а затем производит его копирование (возможно и с изменением) и печать нового сертификата, который затем прикрепляется к изделию пониженного качества, но содержание сертификата говорит о его высоком качестве и следовательно требует пониженной цены продукта. В настоящем докладе рассматривается метод повышенной надёжности сертификатов, при помощи вложения в них цифровых водяных знаков (ЦВЗ), подлинность которых подтверждается использованием специального конфиденциального цифрового ключа, который имеется только у собственника этого продукта [1]. Однако такой подход не может защитить от атаки «клонированием сертификатов».

В настоящей работе предлагается метод защиты сертификатов от подобной атаки, который использует факт увеличения мощности шума в цифровой копии

сертификата, вследствие появления дополнительных операций считывания и печати, выполненных злоумышленником.

Вложение одного бита ЦВЗ "b_i" в "n"-ый частотный (DCT) коэффициент дата-матрикса производится по правилу:

$$C_w^{b_i}(n)=C(n)+\delta(-1)^{b_i}\times\pi(n),\ n=1,2..N_0,$$

где δ - глубина погружения, b_i ϵ (0, 1) бит ЦВЗ с номером "i", π(n) – ПСП для ШПС (на одном бите), N_0 – длина ШПС для одного бита, причём так делается для всех бит ЦВЗ, причём величины $C_w^{b_i}(n)$, n = 1, 2..N, i = 1,2..S, необходимо предварительно запомнить для последующего использования. Если всего вкладывается S бит, т. е. i =1,2..S, то общая "длина" покрывающего объекта (ПО) с ЦВЗ будет $N=S\times N_0$. Рассмотрим математическую модель клонирования сертификата. Обозначим ЦВЗ $C_t^i(n)$ – отсчёты теста, извлекаемого легитимным пользователем.

Тогда, если клонирования не было, то:

$$C_t^{\prime,i}(n)=C_w^{b_i}(n)+N_{p1}(n)+N_{s1}(n), n=1,2..N, i=1,2..S \qquad (1)$$

где $N_{p1}(n)$ – шумы, при печати цифрового сертификата легитимным пользователем, $N_{s1}(n)-$ шумы, возникающие на бумаге при сканировании сертификата легитимным пользователем в процессе тестирования.

Если же было осуществлено клонирование, то тогда получим:

$$C_t''(n)=C_w^{b_i}(n)+N_{p1}(n)+N_{s2}(n)+N_{p2}(n)+N'_{s1}(n),\ n=1,2..N \qquad (2)$$

где $N_{s2}(n)-$шумы при сканировании сертификата злоумышленником, $N_{p2}(n)$ – шумы при печати клона злоумышленником, N'_{s1}(n) – шумы при сканировании сертификата легитимным пользователем при тестировании.

Сравнивая выражения (1) и (2), видим, что при клонировании добавляются две новых компоненты аддитивного шума N_{p2}, N'_{s1}, которые возникают из-за того, что злоумышленник должен дополнительно считать и отпечатать сертификат. В нашей модели все шумы полагаются гауссовскими случайными величинами с нулевыми средними и дисперсиями одинаковыми для принтера и сканера, но с разными для легитимного пользователя и злоумышленника т.е. $Var(N_{p1})=Var(N_{s1})=Var(N'_{s1})=\sigma^2$, $Var(N_{s2})=Var(N_{p2})=r\sigma^2$, где $r\leq1$-некоторый коэффициент, который показывает, что злоумышленник может иметь мощность шума в "r" раз меньше, чем легитимный пользователь.

Ранее предполагалось, что легитимный пользователь запоминает в своём ПК дата-код сертификата с вложением ЦВЗ, т.е. $C_w^{bi}(n)$, n=1,2..N. Затем он, получив от сканера результаты тестирования $C_t(n)$, n=1,2..N находит величину $\lambda(n)=C_t(n)-C_w^{bi}(n)$, n=1,2..N.

Если клонирования не было, то проверяющий вычисляет:

$$\lambda'(n)=C'_t(n)-C_w^{bi}(n)=C_w^{bi}(n)+N_{p1}(n)+N_{s1}(n)-C_w^{bi}(n)=$$
$$N_{p1}(n)++N_{s1}(n)\ ,\ n=1,2..N \qquad (3)$$

Если же клонирование было, то проверяющий получит:

$$\lambda'(n) = C_t^{\prime\prime,i}(n) - C_w^{bi}(n) = C_w^{bi}(n) + N_{p1}(n) + N_{s2}(n) + N_{p2}(n) + N'_{s1}(n) - C_w^{bi}(n) = N_{p1}(n) + N_{s2}(n) + N_{p2}(n) + N'_{s1}(n) \quad (4)$$

Суммарная мощность шумов будет тогда:

для случая без клонирования – $E\{\lambda_{nc}^2(n)\}=2\sigma^2$

для случая с клонированием – $E\{\lambda_c^2(n)\}=2\sigma^2 r'$

где, $r' = \frac{r+1}{r}$, r – это величина, которая показывает во сколько раз дисперсия шумов у атакующего меньше дисперсии шумов у легального пользователя. (Мы, таким образом, даём некоторую «фору» атакующему)

Далее измеряется нормированная мощность шумов:

$$\Omega = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} \lambda^2\,(n)$$

Решение о клонировании принимается по правилу:

$\Omega \geq \Omega_0 \Rightarrow$ клонирование есть,

$\Omega < \Omega_0 \Rightarrow$ клонирования нет, (5)

где Ω_0 – некоторый заранее заданный порог.

При принятии решения могут появится два вида ошибок: P_m- вероятность пропуска клонирования, когда оно в действительности было и P_{fa} – вероятность ложной тревоги, когда клонирования не было, но по правилу (5) было принято решение, что оно было. Определим полную вероятность ошибки $P_e = \frac{1}{2}\left(P_m + P_{fa}\right)$ и будем называть оптимальным порогом такую величину $\Omega=\Omega_0$, которая обеспечивает минимум P_e.

Определим гауссовскую аппроксимацию Ω, т.е. когда $\Omega \in N(E\{\Omega\}, Var\{\Omega\})$, согласно ЦПТ(центральной предельной теоремы [2]) при больших N. Рассчитаем величины $E\{\Omega\}, Var\{\Omega\}$ без клонирования и с ним:

Без клонирования.

$$E\{\Omega\} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} E\,\{\lambda_n^2\} = 2\sigma^2$$

$$Var\,\Omega = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} Var\,\lambda^2(n) = \frac{1}{N}\times 3\times 2\sigma^2 = \frac{6}{N}\sigma^2, \quad (6)$$

поскольку λ_n - это гауссовские случайные величины с нулевым средним и дисперсией $2\sigma^2$ и тогда $Var\,\lambda^2(n) = 3\sigma^2$ [2].

С клонированием.

$E\{\Omega\}=2\sigma^2 r'$

$Var\,\Omega=\frac{6}{N}\sigma^2 r'$ (7)

Тогда вероятности ошибок $P_m, P_{fa},$ и P_e будут:

$$P_m = \int_{-\infty}^{\Omega_0} w_\Omega^c(\mathrm{x})\,d\mathrm{x}\,;\; P_{fa} = \int_{\Omega_0}^{\infty} w_\Omega^{nc}(\mathrm{x})\,d\mathrm{x};\; P_e = \frac{1}{2}\,\left(P_m + P_{fa}\right) \quad (8)$$

Подставив (6) и (7) в (8) и произведя замену переменных, получим:

$$P_m = \frac{1}{\sqrt{\frac{2\pi 6\sigma^2 r'}{N}}}\int_{-\infty}^{\Omega_0} e^{\frac{-(x-2\sigma^2 r')^2}{\frac{12}{N}\sigma^2 r'}}\,dx \left| t=\frac{x-2\sigma^2 r'}{\sqrt{\frac{12\sigma^2}{N}}}, dx = dt\sqrt{\frac{6\sigma^2 r'}{N}} \right| =$$

$$\frac{\sqrt{\frac{6\sigma^2 r'}{N}}}{\sqrt{\frac{2\pi 6\sigma^2 r'}{N}}}\int_{-\infty}^{\frac{\Omega_0-2\sigma^2 r'}{\sqrt{\frac{6\sigma^2 r'}{N}}}} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{\Omega_0-2\sigma^2 r'}{\sqrt{\frac{6\sigma^2 r'}{N}}}} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{\sqrt{N}(\Omega_0-2\sigma^2 r')}{\sqrt{6\sigma^2 r'}}} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt \quad (9)$$

$$P_{fa}=\frac{1}{\sqrt{2\pi\frac{6\sigma^2}{N}}}\int_{\Omega_0}^{\infty} e^{\frac{-(x-2\sigma^2)^2}{\frac{12}{N}\sigma^2}}\,dx \left| t=\frac{x-2\sigma^2}{\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}}}, dx = dt\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}} \right| =$$

$$=\frac{\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}}}{\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}2\pi}}\int_{\frac{\Omega_0-2\sigma^2}{\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}}}}^{\infty} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{\frac{\Omega_0-2\sigma^2}{\sqrt{\frac{6\sigma^2}{N}}}}^{\infty} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{\frac{\sqrt{N}(\Omega_0-2\sigma^2)}{\sqrt{6\sigma^2}}}^{\infty} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt \quad (10)$$

Для нахождения оптимального порога Ω_0 нужно минимизировать $P_e=\frac{1}{2}\left(P_m + P_{fa}\right)$, где:

$$P_e = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}}\left[1 - \int_{\frac{\sqrt{N}(\Omega_0-2\sigma^2 r')}{\sqrt{6r'\sigma^2}}}^{\frac{\sqrt{N}(\Omega_0-2\sigma^2)}{\sqrt{6\sigma^2}}} e^{\frac{-t^2}{2}}\,dt\right] \quad (11)$$

Для этого необходимо вычислить производную $P_e'(N)$ в (11), а затем приравнять её к нулю. После элементарных преобразований, получим его решение для оптимального порога Ω_0:

$$\Omega_0 = 2\sigma^2\sqrt{r'} \quad (12)$$

В таблице 1 показаны значения оптимального порога Ω_0, при различных величинах r, рассчитанные по формуле (12).

ТАБЛИЦА 1. Величина оптимальных порогов Ω_0 при различных значениях r по формуле (12)

r	1	2	4	8	16
Ω_0	$2{,}83\sigma^2$	$2{,}45\sigma^2$	$2{,}23\sigma^2$	$2{,}12\sigma^2$	$2{,}06\sigma^2$

Подставляя величины оптимального порога Ω_0 из формулы (12) в формулу (11) получим оценку эффективности метода обнаружения клонирования в терминах полной вероятности ошибки P_e в зависимости от параметров $\sigma^2, r,$ и N. На рис. (1) показаны такие зависимости P_e от N при различных величинах: N, σ^2=0,01 и r=1, 2, 4 и 16.

Из этих графиков видно, что чем меньше мощность шумов атакующего определяемая параметром r, тем полная вероятность ошибки для данного метода будет больше, это соответствует физическому смыслу.

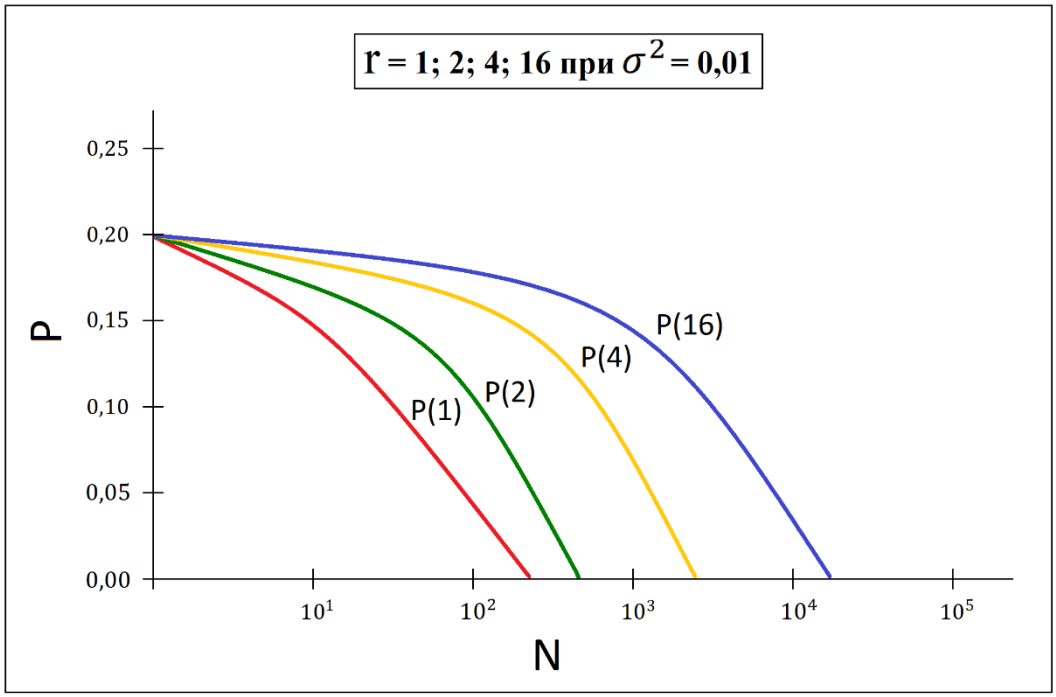


Рис. 1. Зависимости полной вероятности ошибок $\mathbf{P_e}$ ***от*** **N** ***для различных параметров*** **r** ***и*** $\boldsymbol{\sigma^2 = 0{,}01}$

Из построенных зависимостей можно сделать вывод, что при определённых параметрах r, σ^2 и N, вполне может быть обеспечена допустимая для практики полная вероятность ошибки P_e. Однако, окончательное оправдание такого вывода требует дополнительных экспериментальных исследований, которые уже частично проводились и опубликованы в работе [3], в том числе и для бумажных, и для пластиковых сертификатов. Дальнейшие исследования, особенно относящиеся к выбору параметра r, авторы предполагают выполнение в ближайшем будущем. Заметим, что подобные результаты были также получены другими авторами в работе [3]

Список используемых источников

1. Коржик В.И. «Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки. Часть 2 Цифровые водяные знаки»: [монография] / В. И. Коржик., С. О. Анфиногенов, А. И. Кочкарёв, И. А. Федянин, А. Г. Жувикин, Д. А. Флаксман, В. Г. Алексеев, под общей редакцией В. И. Коржика; СПбГУТ, СПб, 2017. – ISBN-978-5-89160-125-3. Часть 2. Цифровые водяные знаки / В. И. Коржик [и др.]. – 2017. -198 с.

2. Ван дер Варден . “ Математическая статистика “. ИЛ , Москва . 1960 г.

3. Anthony. T. S. Ho, Feng Shu. // A print-and-scan resilient digital watermark for card authentication. // Fourth International Conference on Information, Communications and Signal Processing, volume 2 pages 1149-1152.IEEE 2003 and The Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia. Proceedings of the 2003 Joint.

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

PREPARATORY PROCESSING OF INFORMATION OBJECTS IN THE MONITORING SYSTEMS OF THE INTERNET

K. Valieva[2], L. Vitkova[1,2]

[1] St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SRC RAC)
[2]St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M. A. Bonch-Bruevich

The purpose of the study, elements of which will be presented in the article, is to increase the level of security from unwanted information on the Internet. The article presents the diagram of classes of an abstract news aggregator. Proposed diagram allow to update existing monitoring systems for research on dynamic objects, specifically social networks and news aggregators.

fake news, model of communication, social networks analysis, SNA, information security

INTRODUCTION

This article is the prolongation of a previous research by the authors [1]. Due to the fact, that at the moment Internet is the main medium of information transmission from sender to receiver, the topic of this research can be determined as relevant. The issue with using Internet in modern world is that not only regular people can use social media and Internet in general to socialize and exist in digital world, but as well as various organizations have the opportunity to influence dissemination of false information.

Nowadays the issue with dissemination of fake news can affect users to a great extent since the whole world is trying to fight the COVID-19 disease spreading. People increase the number false information without knowing it; some of them believe in fake articles and start to panic and tell their relatives and friends about it. For some individuals such news can be very traumatic and depressing. This issue was discussed in [2] by Tasnim, Hossain and Mazumder.

However, the authors of [3] found a solution to this problem: they came up with the idea, that if a person wants to share some article on the Internet, it should be verified. Unless, the user will see the notification from the system and it should stop him to spread information that has not been proven truthful.

The problem of secure Internet today is almost the most major and discussed in the world [4]. In addition to the usual situation of that case, now this issue is even more critical: it affects people all over the world; every day billions of people read and spread information and news about COVID-19, because it is extremely important and relevant. Since it is detected that securing Internet is the actual problem in modern world, there is a need to make an approach that can be a solution to this task. As it was discovered in the previous researches, developing models for processing information objects can be a way to increase the level of security from false information on the Internet.

RELEVANT WORKS

The review of relevant studies consists of data models and their classification, but in the beginning it should be mentioned what systems we have to analyze data. No-SQL systems will be used in the future research, they are divided into:

1. *Key-value Systems* - simply store data and allow you to access it using a single unique key.

2. *Document databases (Document Stores).* In document databases a document can be defined as the unit of data storage (an object that has an random set of attributes (fields)).

3. *Google BigTable (Extensible Record Stores/Wide Column Stores/Column Families) Systems.* "The BigTable is a mapping of the row key, column key, and timestamp to a value as a string." [5]

In [6], a study of social networks is conducted. There are four areas: structural, resource, regulatory, and dynamic. The following types of social network content analysis can be distinguished:

- text analysis;
- multimedia analysis;
- general information analysis with arbitrary data;
- streaming and touch analysis.

It was found that structural analysis and analysis of the behavior of connections in social networks is necessary to determine the most important peaks, connections, communities, and developing regions of the network. This type of analysis allows you to review the evolution of the network.

Also in [6], the authors conclude that visualization makes it possible to naturally gather information about networks and make it more accessible to understanding. In addition, visualization in combination with interaction helps analysts in describing social networks.

In 2018, South Korean scientists Im Hee-Seok, Kang Jang-Mok and son Hyung-sup patented a work called «Method and apparatus for spotting fake news using collective intelligence» [7]. The authors identify an approach for detecting false social media news "by using the collective intelligence of the social network service (SNS) user". Scientists concluded that the method for detecting fake news consisted of three steps:

1. Identifying a suspicious sign that determines whether the information is false;

2. Calculating the suspicion index for certain news items that may be unreliable, using relationships between multiple suspected users in a social network;

3. Identifying whether the alleged news is suspicious, from which it can be concluded that it may be false, "based on the suspicion index and the specified threshold value".

PRESENTATION AND DESCRIPTION OF PROPOSED MODEL

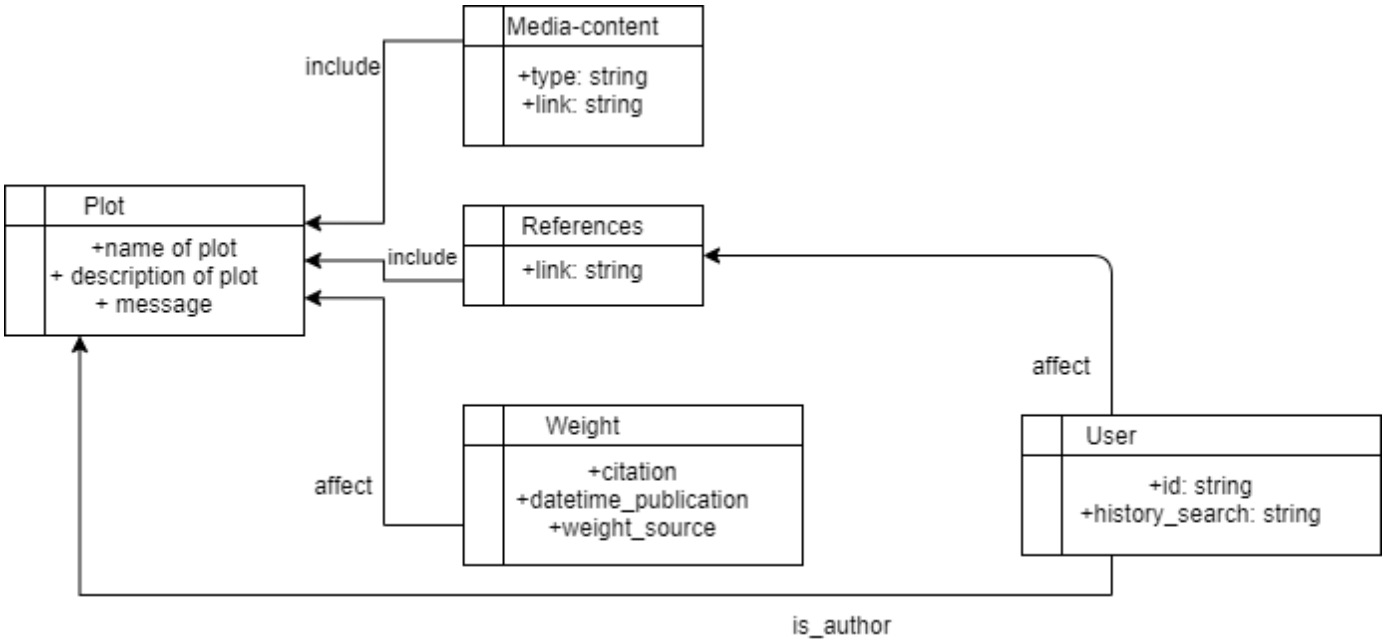


Fig. 1. Diagram of classes of news aggregator “Yandex”

The diagram of classes of the news aggregator “Yandex” is showed on fig. 1. The plot is the main object of the hierarchy. [8] According to fig. 1, the plot includes the following objects:

- Name of plot,
- Description of plot,
- Message,
- Media-content,
- References.

In addition, objects that are included in the plot can interact with other objects. Thus, the object “User” can be an author of the plot and media-content (photo, video, etc.), also, an user affects the references that will be showed to him; so, if a person likes to read about machine learning, next article, that will be in the recommendation section, most likely, will be related to machine learning. The object “User” has a special field – “history of search”, which means, that references are created based on the user’s history of search.

Similarly to the object “User”, the object “Weight” is interacting with the “Message” object. Weight is defining “rating” of the message: it means that the bigger is weight, the higher is the message in the messages column. Messages provide with more detail on the topic of search.

CONCLUSION

The main idea of the research is to differentiate fake news from true ones by dividing big information objects (like the plot) to smaller ones (message, description of plot). The database of key-words should be created to compare them to real news in order to identify false information. These actions are expected to be conducted in the future research.

ACKNOWLEDGMENT

This research is being partially supported by the grants of the RFBR (projects No. 20-011-00371, 19-311-90025) in SPbSU, by the budget (the project No. 0073-2019-0002) in SRC RAS.

References

1. Valieva K., Vitkova L., Chechulin A. Preparatory Processing of Information Objects in the Monitoring Systems of the Internet: Actual Problems of Infocommunications in Science and Education (APINO 2019). Collection of scientific articles of the VIII International scientific-technical and scientific-methodical conference: in 4 t .. 2019. Saint Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M. A. Bonch-Bruevich (Saint Petersburg), 2019.
2. Tasnim S, Hossain MM, Mazumder H (2020) Impact of rumors or misinformation on coronavirus disease (COVID-19) in social media.
3. Pennycook G, McPhetres J, Zhang Y, Rand D (2020) Fighting COVID-19 Misinformation on Social Media: Experimental Evidence for a Scalable Accuracy-Nudge Intervention." Psychological science (2020): 0956797620939054.
4. Kotenko I., Chechulin A., Komashinsky D. Categorization of web pages for protection against inappropriate content in the internet: International Journal of Internet Protocol Technology 10(1), 61–71, 2017.
5. Kuznetsov S., Poskonin A. Distributed horizontally scalable solutions for data management: Proceedings Of the Institute of system programming of the Russian Academy of Sciences, 2013.
6. Papko A., Butaev M., Salnikov I., Kursonov V., Martyshkin A. Research of known means of collecting and analyzing data obtained from social networks: XXI century: results of the past and problems of the present plus, Vol. 7. No. 4 (44), 2018.
7. Hee-Seok I., Jang-Mok K., Hyung S. Method and apparatus for spotting fake news using collective intelligence. Patent KR101869815B1, South Korea; Google Patent, 2018.
8. Plots in Yandex.News. [Electronic resource] // URL: https://yandex.ru/support/news/plots.html (accessed: 04.11.20)

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ВРЕДОНОСНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Виткова Л.А.[1, 2], Смирнов Е. В.[2]
[1] Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН)
[2] Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В настоящее время вопрос информационной безопасности в социальной сети является крайне важным и для защиты от вредоносной информации существуют различные решения на основе операционных систем, браузеров и расширений. Однако каждое решение дает возможности защиты только от некоторой части существующих угроз. В статье рассмотрены их основные возможности и сделаны выводы об их целесообразности.

социальные сети, противодействие, вредоносная информация, архитектура компонента, информационная безопасность, база данных контрмер

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня системам противодействия приходится фильтровать трафик на основе политик безопасности. Платформы социальных сетей обеспечивают защиту от вредоносной информации на основании требований законодателя, если веб-страница профиля или сообщества внесены в black-лист. Также социальные сети обеспечивают защиту ребенка от вредоносной информации, если пользователь указал свой возраст. В процессе реализации политик безопасности в социальной сети или в операционной системе, сами системы анализируют только сообщения и страницы, с которыми взаимодействует пользователь.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

В век развития цифровых технологий информация является важнейшим элементом в жизни людей, организаций и государств. Проблематикой ее защиты заняты различные научные коллективы и коммерческие компании, рядовые пользователи и официальные лица. Каждый выстраивает свою защиту в сети на основе тех инструментов, которые ему известны и доступны. Помимо законодательных мер, применяемых государством, такими инструментами являются операционные системы, антивирусы, браузеры и различные приложения, а также специальные сервисы, расширения. Условно все существующие решения для противодействия вредоносной информации можно разделить на 2 группы:

1) Группа 1 «Защита от вредоносной информации» на стороне пользователя;
2) Группа 2 «Защита от распространения вредоносной информации» на стороне информационной системы.

Первая группа решений

К первой группе можно отнести такие инструменты как универсальные расширения для браузеров, например, «Adguard» и «Adblock Plus»[1], так и расширения конкретных браузеров, например для Яндекса: «Блокировка мешающей рекламы», «Антишок» [2]. Большая часть критериев нежелательной, вредоносной рекламы разрабатывается специальными ассоциациями, например «Яндекс.Браузер» фильтрует рекламные информационные объекты, следуя рекомендациям IAB Russia [3]. На территории России корпорация Google также предоставляет собственный браузер с возможностью дополнительной настройки расширений для защиты от вредоносной информации. В русской версии Google Chrome может быть настроена защита от информационных объектов на сайтах, которые показывают навязчивую или вводящую в заблуждение рекламу (список должен пополняться вручную пользователем браузера). Существует целый ряд дополнительных сервисов, отдельных расширений для Google Chrome: родительский контроль – блокировка порно сайтов [4]; антикремлебот – подсветка ботов [5]; MetaBot — подсветка ботов в YouTube [6]; Site blocker – ограничение доступа к сайтам по списку (вводится вручную пользователем).

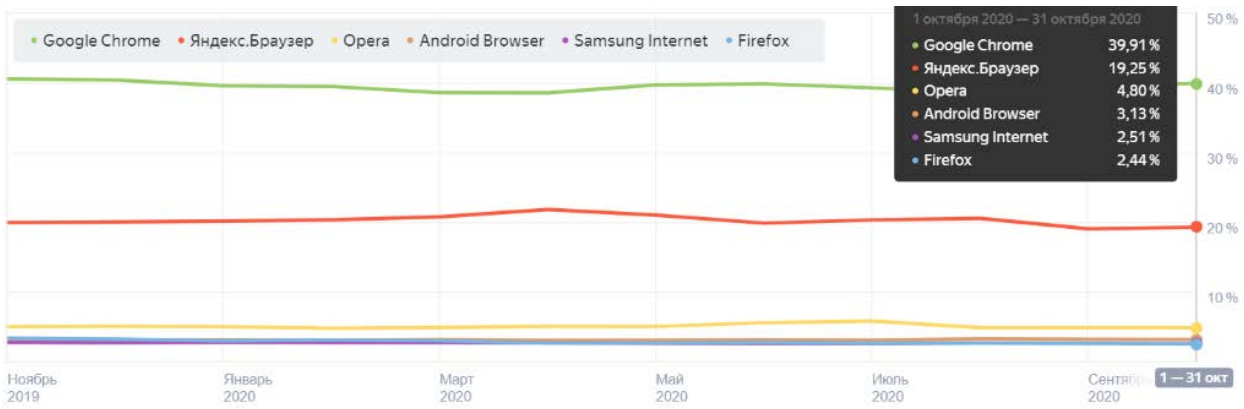


Рис. 1. Популярность браузеров в России

На рисунке 1 показаны данные с учетом мобильных устройств, если же оставить только ПК, тогда картина немного меняется. Рассмотрим таблицу с основными встроенными возможностями защиты от вредоносной информации в самых популярных браузерах (согласно статистике [7]) с учетом только персональных компьютеров (табл. 1).

Можно сделать вывод, что защитой от рекламы и баннеров обладают все современные браузеры, также возможна защита через настройка функций родительского контроля, но только для защиты от просмотра веб-ресурсов, содержащих контент откровенного сексуального характера. Ни один браузер не содержит собственных функций анализа контента, выявления вредоносной информации и противодействия ей.

ТАБЛИЦА 1. Возможности защиты от вредоносной информации в браузерах

Браузер	Основные встроенные возможности защиты от вредоносной информации
Google Chrome	Система черных списков для фишинговых сайтов и ресурсов с вирусными угрозами. Блокировщик рекламы и баннеров. Большое количество дополнений под различные задачи, в том числе и антивирусы.
Яндекс браузер	Встроенный блокировщик рекламы, способный закрывать всплывающие баннеры. Возможность установки расширений от сторонних производителей (родительский контроль, антивирус, антиспам).
Opera	Встроенный сканер фишинговых модулей, блокировщик рекламных баннеров. Блокировка подозрительных скриптов на сайтах. Возможность установки расширений от сторонних производителей (родительский контроль, антивирус, антиспам).
Mozilla Firefox	Возможность установки расширений от сторонних производителей (родительский контроль, антивирус, антиспам).

Большинство браузеров имеют встроенное расширение антивируса или могут взаимодействовать с установленным в системе. Основная задача антивируса – не допустить проникновения в систему вредоносных программ, предотвратить заражение системы вредоносным кодом. Ключевыми методами работы антивирусных программ являются сканирование сигнатур вирусов, проверка целостности и сканирование подозрительных команд, а также протоколирование всех событий, угрожающих безопасности системы [8].

Современные операционные системы (ОС) позволяют также настраивать функции родительского контроля для защиты от вредоносной информации. В самую популярную для компьютеров систему − Windows, интегрирована программа Defender, являющаяся усовершенствованным вариантом антивируса. Операционная система IOS для мобильных устройств поддерживает функции защиты от нецензурной лексики, ограничения доступа к контенту 18+.

Вторая группа решений

Ко второй группе относятся платформы социальных сетей. Популярность социальных сетей в России в 2020 году претерпевает изменения, так по данным актуальным на июль 2020 года лидирует YouTube [9].

По своей архитектуре социальные сети популярные в России представляют собой многокомпонентные решения. Платформы социальных сетей со своей стороны контролируют соблюдение закона об авторском праве (Facebook, Instagram, YouTube), защиту от вредоносной информации в зависимости от возрастных ограничений, если пользователь верно указал возраст.

Facebook, в свою очередь, разрабатывает и активно внедряет свои собственные встроенные системы мониторинга информационного потока для защиты своих пользователей. Так например, в 2020 году компания Facebook объявила конкурс научных проектов, направленных на распознавание заведомо

ложной информации, фейковых новостей. Из 1000 заявок из 77 стран мира были поддержаны 25 проектов [10].

Facebook и VKontakte имеют схожие внешне страницы, общую логику графового представления связей, однако первым был получен патент у компании Facebook [11]. А архитектура социальной сети VKontakte представляет из себя кластер серверов: 1) Front-сервер; 2) Backend; 3) Content Server, 4) pu/pp (photo upload, photo proxy); 5) Sun (распределение нагрузки); 6) Cache; 7)proxy; 8)engines (система управления); 9) Data Base [12]. Исследование архитектуры компонентов социальных сетей показало, что нет выделенного компонента противодействия вредоносной информации в социальных сетях.

ВЫВОДЫ

Анализ существующих решений показывает, что несмотря на множество разрозненных сервисов, инструментов, расширений комплексного противодействия от вредоносной информации нет ни со стороны пользователя, ни со стороны платформы социальной сети. Необходима система противодействия распространению вредоносной информации, архитектура которой будет содержать компонент выбора контрмер на основании многоаспектной оценки ситуации [13].

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РНФ (проект № РНФ 18-11-00302) в СПб ФИЦ РАН

Список используемых источников

1. Adblock Plus – Бесплатный блокировщик рекламы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adblockplus.org/ (дата обращения: 16.11.2020).
2. Антишок — расширение для Яндекс.Браузера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/support/browser/faq/faq-antishock.html (дата обращения: 16.11.2020).
3. The Interactive Advertising Bureau (IAB) Russia – Ассоциация развития интерактивной рекламы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iabrus.ru/ (дата обращения: 16.11.2020).
4. Расширение Google Chrome «Родительский контроль – блокировка порно сайтов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chrome.google.com/webstore/detail/parental-control-adult-bl/peocghcbolghcodidjgkndgahnlaecfl?hl=ru (дата обращения: 16.11.2020).
5. Расширение Google Chrome «Антикремлебот – Подсветка ботов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/civsocit/gosvon (дата обращения: 16.11.2020).
6. Расширение Google Chrome «MetaBot – Подсветка ботов в YouTube». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://chrome.google.com/webstore/detail/metabot-—-подсветка-ботов/johgopighfejmkgpcdpabglafmbckgio?hl=ru (дата обращения: 16.11.2020).
7. Яндекс Радар. Браузеры в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://radar.yandex.ru/browsers (дата обращения: 16.11.2020).
8. Балау Э. И., Гайкова П. Д., Ефимов Н. В. Модель информационной безопасности детей. Настройка браузеров в целях родительского контроля //Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных. – 2020. – С. 345-351.
9. Statcounter global stats – инструмент анализа веб-трафика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gs.statcounter.com/social-media-stats/all/russian-federation/#monthly-201903-202003-bar (дата обращения: 16.11.2020).

10. Announcing the winners of Facebook's request for proposals on misinformation and polarization. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://research.fb.com/blog/2020/08/announcing-the-winners-of-facebooks-request-for-proposals-on-misinformation-and-polarization/(дата обращения: 16.11.2020).

11. Narayanan S. et al. Integrated social network environment : пат. 8244848 США. – 2012.

12. Архитектура и работа социальной сети «ВКонтакте». [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/449254/ (дата обращения: 16.11.2020).

13. Kotenko, Igor; Vitkova, Lidiya; Saenko, Igor; Tushkanova, Olga; Branitskiy, Alexander The intelligent system for detection and counteraction of malicious and inappropriate information on the Internet // AI Communications. – 2020. – №. Preprint. – С. 1-13. (Журнал Q3, WOS, Scopus)

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

АКТУАЛЬНОСТЬ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С БРУТФОРСОМ

Н.А. Гришин, Н.А. Косов, П.С. Мазепин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Как известно, простейшая система идентификации и аутентификации предполагает наличие логина и пароля. Пароль – наиболее распространенный способ аутентификации. Но, к сожалению, с ростом вычислительных мощностей, осуществить автоматизированный подбор паролей становится все легче.

одним из наиболее используемых способов подбора пароля является брутфорс (англ. Bruteforce).

Брутфорс (от англ. brute force — грубая сила) — метод угадывания пароля (или ключа, используемого для шифрования), предполагающий систематический перебор всех возможных комбинаций символов до тех пор, пока не будет найдена правильная комбинация. [1]

Данный способ заключается в том, что злоумышленник получает доступ к ресурсам пользователя путем перебора паролей на основе критериев, заданных владельцем. Основное и главное преимущество данного метода заключается в том, что пароль рано или поздно будет подобран, т.е. эффективность данного метода близка к 100%. Исходя из этого следует сделать вывод, что на успешность брутфорса влияет несколько характеристик, таких как вычислительная мощность злоумышленника и время, за которое брутфорс осуществляется (т.е. время от начала осуществления атаки до успешного получения валидных данных). Соответственно для защиты от брутфорса необходимо сделать время, за которое он осуществляется большим, поскольку на вычислительные мощности атакующего повлиять сложно (практически невозможно). [2,3]

Существует несколько алгоритмов осуществления данного вида атак, а именно:

1. Глобальный перебор – перебираются все возможные комбинации символов. Данный метод как видно из определения требует достаточное количество времени и вычислительных ресурсов, поэтому используется редко.
2. Тотальный перебор – перебираются варианты, которые учитывают частоту использования каждого символа. Благодаря другому подходу сначала перебираются варианты паролей, которые наиболее вероятны, поскольку в них используются наиболее часто употребляемые символы. [3]

На данный момент распространены 3 метода борьбы с брутфорс атаками:

1. Блокировка пользователя на какое-то время в следствии введения неверных данных определенное количество раз подряд.

Данный метод значительно увеличивает время, за которое осуществляется брутфорс, но также влечет за собой последствия для легальных пользователей,

которые, например, забыли свой пароль. Метод широко распространен, и он весьма эффективен, но также не всегда удобен легальным пользователям, да и также напрямую зависит от сложности пароля, который установил пользователь.

2. **CAPTCHA(Капча)** (Рисунок 1) - сокращение от английского “Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart”, что в переводе на русский язык означает "полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга для различия компьютеров и людей". С данным методом все сталкиваются ежедневно, поскольку он получил огромное распространение в силу своей простоты и дешевизны. Однако его эффективность сильно упала с ростом популярности нейронных сетей, которые с легкостью способны определять то, что требуется ввести и соответственно атаку это никак не останавливает и даже не замедляет. [4]

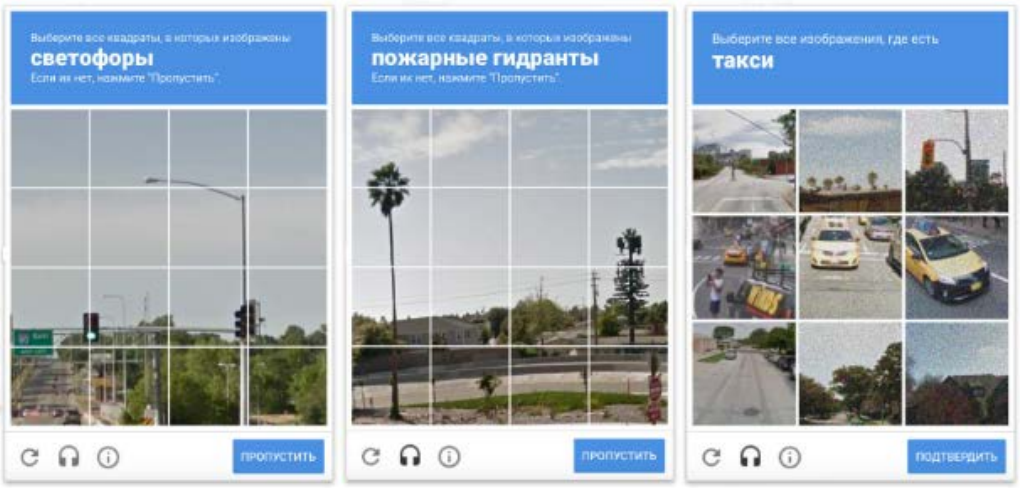


Рисунок 3 Пример функционала CAPTCHA

3. **Двухфакторная аутентификация** — это метод идентификации пользователя в каком-либо сервисе (как правило, в Интернете) при помощи запроса аутентификационных данных двух разных типов, что обеспечивает «двухслойную» защиту. [5]
Это наиболее эффективный метод из существующих на данный момент, поскольку он делает брутфорс практически невозможным, но все же такую систему также взломать, но требует уже наличия не только мощного программного обеспечения, но также и весьма сильной технической подготовки в IT сфере. Но у этого метода существуют также минусы, из-за которого данный метод не столь популярен:
1. Данные второго типа нужно куда-то получить, потому что их генерирует сервер, а значит есть необходимость в каком либо устройстве, которое будет эти данные получить, причем для большей безопасности это устройство всегда одно и его серийный номер известен серверу.
2. Стоимость внедрения данного метода велика, относительно двух других, рассмотренных выше, что также не позволяет маленьким и средним компаниям его использовать на своих проектах.

Рассмотрев все современные методы борьбы с брутфорсом можно увидеть, что у существующих методов есть 3 основных минуса – вызывают сложности у пользователя, стоимость решения и то, что современные технологии могут распознать и ввести в автоматическом режиме практически любую информацию не только с экрана, но и с любых видеоисточников или видео-выводов.

На данный момент ведутся разработки, которые бы позволили использовать биологические данные пользователя в качестве второго фактора. Эта технология вывела бы борьбу с брутфорсом на новый уровень, поскольку биологические данные у каждого человека уникальны и подделать их практически не представляется возможным, однако стоимость данных решений оставляет желать лучшего, поскольку качественные сканеры биометрических данных должны быть очень чувствительны, чтобы с точностью идентифицировать человека и не реагировать на поддельные данные (например, на фотографию). Также, можно усовершенствовать метод основанный на блокировке пользователя, путем внедрения алгоритма, который бы высчитывал количество разрешенных неверно введенных данных лично для каждого пользователя, чтобы люди, которые вводят сперва много раз не верный пароль могли дальше спокойно пользоваться сервисом и не получать блокировки на определенное время.

Список используемых источников

1. Cho J. S., Yeo S. S., Kim S. K. Securing against brute-force attack: A hash-based RFID mutual authentication protocol using a secret value //Computer communications. – 2011. – Т. 34. – №. 3. – С. 391-397.
2. Apostol K. Brute-force attack. – 2012.
3. Von Ahn L. et al. CAPTCHA: Using hard AI problems for security //International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. – С. 294-311.
4. Mori G., Malik J. Recognizing objects in adversarial clutter: Breaking a visual CAPTCHA //2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings. – IEEE, 2003. – Т. 1. – С. I-I.
5. Schneier B. Two-factor authentication: too little, too late //Communications of the ACM. – 2005. – Т. 48. – №. 4. – С. 136.

УДК 004.056
ГРНТИ 49.33.35

ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА БЕЗОПАСНОСТИ KUBERNETES

Гурбатов Г.О. , Паничев А.Д.
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Технологии контейнеризации значительно упростили работу с приложениями, а также позволили более эффективно использовать вычислительные ресурсы, посредством запуска набора только необходимых библиотек в контейнере. Появились удобные системы развертывания и управления контейнерами такие как Kubernetes. Но вместе с удобством и скоростью работы с новыми технологиями появились и новые уязвимости, которые необходимо устранить средствами безопасности для обеспечения сохранности данных и корректной работы.

Kubernetes, Docker, контейнеры, кластер, безопасность, атака, шифрование

Введение

В связи с ростом популярности контейнеризации из-за удобства использования и экономии ресурсов, возник спрос на системы управления контейнерными нагрузками. Впервые проект *Kubernetes* был начат *Google* и теперь поддерживается многими компаниями, среди которых *Microsoft, RedHat, IBM и Docker*.

Kubernetes представляет собой систему с открытым исходным кодом для автоматизации развертывания, масштабирования и управления контейнерными приложениями. Он группирует контейнеры, составляющие приложение, в логические блоки для упрощения управления и обнаружения. Как и любая другая популярная платформа или инфраструктура для разработки и развертывания приложения она подвержена опасности хакерских атак и другого несанкционированного доступа.

Основные векторы атак на Kubernetes

Архитектура *Kubernetes* состоит из множества компонентов на каждый из которых может быть совершена атака. На рисунке 1 показана структура основных компонентов кластера *Kubernetes*.

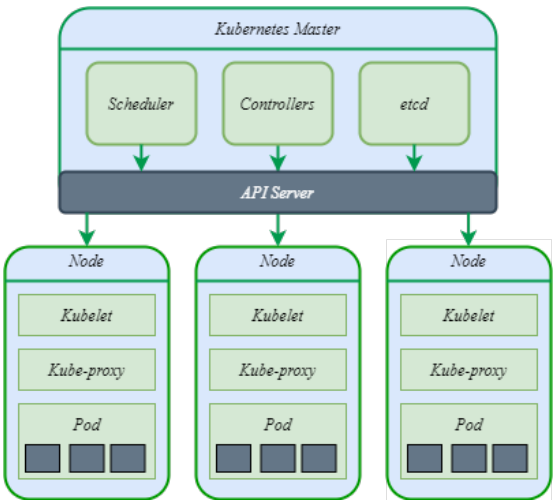


Рис. 1. Архитектура кластера *Kubernetes*

- Узлы кластера:

1) *Worker Nodes* – узлы кластера, образующие основную рабочую плоскость *(data plane)* кластера. На них запускаются контейнеры пользовательских приложений, а также системные компоненты, предназначенные для запуска на каждом узле (агенты, прокси серверы и другие).

2) *Master Nodes* - узлы кластера, образующие плоскость управления (*control plane*). Они содержат все основные системные компоненты *Kubernetes,* занимаются планированием развертывания конфигурации и управляют рабочими узлами.

- *Pods* - элементарные единицы развертывания состоящая из одного или нескольких контейнеров с общими ресурсами хранения, сети и спецификацией для запуска контейнеров [1].

- *System Components* —внутренние системные компоненты для управления кластером *Kubernetes* (сервер *API, Kubelet* и т.д.).

Атаки могут проводиться на любой из данных компонентов в целях получения несанкционированного доступа к внутренним ресурсам кластера. На основе анализа известных инцидентов можно выделить основные уязвимости, которые чаще всего используются в процессе реализации атаки:

- Уязвимости самой системы *Kubernetes*, ошибки в построении кластера, отсутствие связности с внутренними компонентами безопасности позволяют скомпрометированным контейнерам устанавливать несанкционированные соединения друг с другом и запускать атаку.

- Плохо реализованная система сетевой безопасности, использование незащищенных протоколов, отсутствие грамотно настроенных правил фильтрации сетевого трафика, ключей шифрования и сертификатов безопасности.

- Отсутствие безопасных механизмов аутентификации и авторизации, логической и физической изоляции компонентов и узлов кластера.

- Особенности технологий контейнеризации, уязвимости наиболее часто используемой контейнерной платформы *Docker*.

- Развертывание взаимосвязанных приложений в разных облачных или физических системах и отсутствие безопасного уровня изоляции, провоцирующее чрезмерное увеличение трафика между кластерами позволяет реализовать *DDoS*-атаки.

- Локальные уязвимости хостовой операционной системы, недостатки реализации отдельных библиотек и других отдельных компонентов.

- Уязвимости развертываемых приложений, отсутствие ограничения ресурсов для контейнеров, использование недостоверных образов способствуют компрометации контейнеров, запуску вредоносного программного обеспечения и утере данных.

.

Обеспечение безопасности *Kubernetes*

Обеспечение безопасности *Kubernetes* условно можно представить двумя практическими подходами. Первый подход — это настройка опций безопасности (*security hardening*) и использование лучших практик (*security best practices*) на всех ключевых элементах *Kubernetes*. Второй подход — применение сторонних утилит с открытым исходным кодом и коммерческих решений для обеспечения мониторинга, контроля и управления уровнем безопасности. Для обеспечения высокого уровня безопасности необходимо использовать комплексный подход на всех слоях инфраструктуры, которые изображены на рисунке 2.

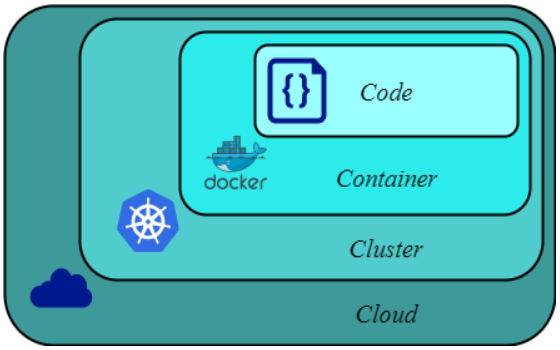


Рис. 2. Слои инфраструктуры

Исходя из вышеперечисленных угроз и уязвимостей можно привести ряд рекомендаций по увеличению уровня безопасности кластера *Kubernetes* и развертываемых приложений, на основе средств поддерживаемых платформой:

- Необходимо выбрать механизм аутентификации для серверов *API*, который соответствует общим шаблонам доступа при установке кластера. Для больших кластеров может быть целесообразно интегрировать существующий сервер *OIDC (OpenID Connect)* или *LDAP*

(Lightweight Directory Access Protocol), который позволит разделить пользователей на группы [2].

- После аутентификации каждый вызов *API* должен пройти проверку авторизации. *Kubernetes* предоставляет интегрированный компонент управления доступом на основе ролей – *RBAC (role-based access control)*, который сопоставляет входящего пользователя или группу с набором разрешений, объединенных в роли. Эти разрешения объединяют операции (получение, создание, удаление) с ресурсами (подами, службами, узлами) и могут относиться к пространству имен или кластеру.

- Использование шифрования *TLS (transport layer security)* обеспечивает защищенную передачу данных, идентификацию клиента и сервера, защищает от сниффинга трафика. В целях обеспечения высокого уровня безопасности требуется включить использование *TLS* на всех поддерживающих его компонентах кластера.

- Контроль доступа к *Kubelet* необходимо реализовать посредством авторизации и аутентификации. Данный компонент предоставляет широкий доступ к узлам и контейнерам через *HTTPS*, и по умолчанию разрешает неаутентифицированный доступ

- Использование квоты ограничивает количество ресурсов, предоставляемых пространству имен. Квота чаще всего используется для ограничения объема центрального процессора, памяти или постоянного диска, который может использовать пространство имен, но также может контролировать количество модулей, служб или томов, существующих в каждом пространстве имен [3].

- Необходимо сконфигурировать контейнеры приложений на работу под пользователем без *root* – привилегий, во избежание несанкционированного доступа к ресурсам хоста [4].

- *Network Policy* - сетевая политика для пространства имен (*namespace*) позволяет владельцам приложений ограничивать доступ в свое пространство имен из приложений другого пространства имен. Диапазоны квот и ограничений можно использовать для управления возможностью запрашивать порты узлов или службы с балансировкой нагрузки, которые контролируют видимость приложения вне кластера

- Обеспечение дополнительных средств защиты, которые управляют сетевыми правилами для каждого подключаемого модуля или среды, например: межсетевые экраны для каждого узла, физическое разделение узлов кластера или расширенная сетевая политика [5].

- Контроль доступа узлов к развертыванию. По умолчанию нет ограничений на то, какие узлы могут запускать под. *Kubernetes* предлагает богатый набор политик для управления размещением контейнеров на узлах. Плагин допуска бета-версии *PodNodeSelector* может использоваться для

принудительного использования контейнеров в пространстве имен по умолчанию или для требования определенного селектора узла.

- Частая смена учетных данных усложнит работу для злоумышленника. Необходимо установить короткие сроки жизни сертификатов и токенов, и автоматизировать их ротацию.

- Обеспечение безопасности *etcd*. Данный компонент является критически важным в обеспечении безопасности платформы так как он хранит сведения о состоянии кластера *Kubernetes*, токены и сертификаты. Хорошей практикой будет обеспечение отдельного уровня безопасности для *etcd*, а также шифрование резервных копий с помощью проверенного программного обеспечения и по возможности полное шифрование диска. *Kubernetes* поддерживает шифрование в состоянии покоя. Это функция зашифрует секретные ресурсы в *etcd*, не позволяя сторонам, получающим доступ к вашим резервным копиям *etcd*, просматривать содержимое.

- Систематический анализ файлов конфигурации. Исключение хранения конфиденциальных данных, ключей и паролей в открытом виде, использование шифрования для их представления в конфигурации. Данная процедура должна проводиться регулярно для поддержания актуальности и корректности конфигураций, а также для исключения подложенных файлов.

Заключение.

Для обеспечения высокого уровня безопасности кластера *Kubernetes* и данных с которыми он работает, необходимо учитывать возможные уязвимости на всех уровнях архитектуры. Платформа *Kubernetes* поддерживает множество механизмов защиты внутри кластера, а также интегрируется с внешними системами безопасности. Комплексный подход позволяет исключить несанкционированный доступ и потерю данных.

Список используемых источников

1. The Kubernetes Authors, “Kubernetes security" Available: https://kubernetes.io/docs/concepts/security/overview/

2. Liz Rice & Michael Hausenblas, " Kubernetes security "

3. Bilgin Ibryam, Roland Hub, “Kubernetes Patterns: Reusable Elements for Designing Cloud-Native Applications”

4. Adrian Mouat, “Docker Security”

5. I. Kotenko, E. Doynikova, "Security assessment of computer networks based on attack graphs and security events," Lecture Notes in Computer Science, 2014, 8407 LNCS, pp. 462-471. DOI: 10.1007/978-3-642-55032-4_47.

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.25

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

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

Компьютерные сети представляют собой систему, которая выполняет обмен данными между различными вычислительными устройствами. В современном мире постоянно развиваются технологии и информационные системы, поэтому теме компьютерных сетей необходимо уделять больше внимания. Это связано с тем, что также продолжают развиваться различного рода угрозы для систем, методы взлома, внедрение вредоносных кодов и т. д. Одной из подобных угроз являются скрытые каналы, после создания которых нарушитель осуществляет воздействие на защищаемые информационные ресурсы.

скрытый канал, компьютерные сети, информационные системы, защитные методы, угрозы безопасности, данные.

Компьютерная сеть представляет собой множество компьютеров, объединенных каналами связи и сетевым оборудованием, а также программным обеспечением, которое позволит совместно использовать данные и устройства (рис. 1) [5].

Рис. 1. Компьютерная сеть

Рассматриваемые сети могут объединять множество устройств и охватывать разные по величине территории. Сети, соединяющие компьютеры, которые находятся в пределах аудитории, кабинета, одного либо нескольких домов, являются локальными. Они формируются в учебных заведениях, офисах, салонах и т. п. Основная специфика данной сети – это относительно небольшие, скоростные линии связи [3].

В современном мире компьютерные сети зачастую подвержены техническим угрозам, среди которых несанкционированный доступ, ошибки в ПО, компьютерные вирусы, DoS-атаки и другие.

Среди аппаратных способов защиты выделяют брандмауэры, фильтры, антивирусные программы и т. д. К программным методам защиты относятся средства архивации данных; антивирусные программы; методы криптографии; способы идентификации и аутентификации пользователей; средства управления доступом [1].

Одной из уязвимостей, которой должно быть уделено особое внимание – нахождение скрытых (непредусмотренных) каналов в компьютерных сетях.

Исходя из Государственных стандартов, такой канал является непредусмотренным программистом системы информационных технологий и АСУ коммуникационным каналом, который зачастую применяется злоумышленником для выполнения задачи по нарушению политики безопасности.

При помощи секретных каналов могут быть выполнены следующие угрозы политики безопасности:

- Ввод зловредных программ и данных;
- Проведение команд злоумышленником для реализации нужных ему функций;
- Утечка криптографических ключей, паролей, иной секретной (конфиденциальной информации). [4].

Ниже (рис. 2) показана схема механизма функционирования скрытого канала, где цифрами обозначены:

- (1) - злоумышленник. Его цель – реализация несанкционированного доступа к информации ограниченного доступа;
- (2) - критически важная информация или функции ограниченного доступа;
- (3) - субъект, у которого есть доступ к (2) и (5);
- (3’) - агент злоумышленника, расположенный в замкнутом контуре с (2) и взаимодействующий с (2) от имени субъекта (3);
- (4) - инспектор (программное, аппаратное средство либо лицо), осуществляющий контроль за информационным взаимодействием (3), пересекающее замкнутый контур, отделяющий объект информатизации от внешней среды;
- (5) - субъект, расположенный вне замкнутого контура, с которым (3) выполняет взаимодействие [8].

Создание тайного канала и исполнение воздействия хакера на защищаемые информационные ресурсы в соответствии с приведенной моделью осуществляется следующим образом:

• В режиме штатного функционирования работа с защищаемыми информационными ресурсами проводится в установленном порядке. Субъекты, которые имеют доступ к ним, выполняют обработку в соответствии с правилами разграничения доступа. Инспектор отображает отсутствие нарушений политики безопасности.

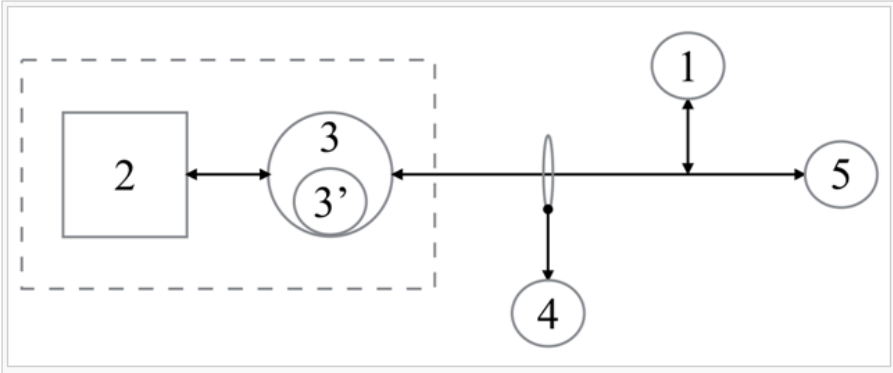


Рис. 2. Схема механизма функционирования скрытого канала

• В составе средства обработки защищаемых информационных ресурсов присутствуют заранее внедренный агент нарушителя безопасности, который не проявляет своей активности и не обнаруживает своего присутствия.

• В определенный для атакующего момент времени агенту от нарушителя безопасности подается команда по активации и выполнении своей функциональной нагрузки. Команда может быть подана как по штатным каналам связи, в случае наличия возможности такого подключения (через Интернет), так и дистанционно (с использованием радиоканалов), если имеется такая возможность у агента нарушителя.

• Внедренный агент выполняет свою функциональную нагрузку, при этом канал информационного взаимодействия между нарушителем и внедренным агентом может быть скрыт от инспектора.

• После достижения поставленной задачи работа агента завершается самостоятельно или по команде нарушителя [6].

При выполнении задач по выявлению скрытых каналов следует провести ряд действий:

1. Необходимо провести оценку архитектуры исследуемой системы и имеющихся в ней коммуникационных каналов, которая подразумевает выявление всех имеющихся в ней каналов связи (информационного взаимодействия) и анализ взаимодействия ее компонентов на предмет потенциального использования их для построения скрытого канала. В результате проведения такого анализа должны быть выявлены компоненты системы, в которых потенциально могут быть реализованы скрытые каналы.

2. Выявление возможных путей обмена скрытой информацией нарушителя и его предполагаемого агента в системе. Данная работа выполняется на

основании общей схемы модели функционирования скрытого канала. Необходимо для каждого из защищаемых активов выявить, какие субъекты имеют к ним доступ и при этом изолированы от внешней среды, но могут взаимодействовать с отдельными субъектами из внешней среды.

3. Оценка опасности выявленных скрытых каналов для защищаемых активов организации. После выявления скрытых каналов необходима оценка того, насколько они реализуемы и опасны для защищаемых активов организации. Для проведения оценки наиболее критичными показателями являются: объем активов, пропускная способность скрытого канала и временной интервал, в течение которого активы сохраняют ценность. Все параметры поддаются числовому исчислению и могут быть использованы в соответствующих аналитических отчетах. На основании этой оценки каналы, не предоставляющие реальной опасности для активов, признаются неопасными.

4. Принятие решения о целесообразности обеспечения противодействия каждому из выявленных тайных каналов [7].

В качестве защитных мероприятий предлагается использовать:

- снижение или ограничение пропускной способности канала передачи информации;
- архитектурные решения построения системы;
- мониторинг эффективности защиты системы.

При этом необходимо учесть, что выбор методов противодействия угрозам, реализуемым с применением скрытых каналов, определяется, исходя из индивидуальных особенностей защищаемой системы (топология построения системы, используемые протоколы информационного взаимодействия, особенности расположения элементов системы и их взаимодействие между собой) [8].

Согласно ГОСТ предлагается два метода выявления скрытых каналов:

- статистический метод;
- сигнатурный метод.

Первый метод подразумевает сбор статистических данных о пакетах, проходящих через защищаемый участок сети, без внесения в них изменений. При этом выявление может проводиться как в режиме реального времени, так и автономно, используя данные, накопленные за предыдущие отрезки времени.

Другой метод выявления скрытых каналов на основе сигнатурного анализа подобен способу, используемому антивирусным программным обеспечением для нахождения вредоносных программ. При наличии набора известных реализаций скрытых каналов, для каждой из них формируется сигнатура. В потоке данных проводится их поиск. По результатам этой работы делается вывод об отсутствии или наличии секретных каналов в системе и варианте его реализации [7].

Список использованных источников

1. Абраров, Р. Д. Информационная безопасность в компьютерных сетях / Р. Д. Абраров, Д. А. Курязов. // Молодой ученый. — 2016. — № 9.5 (113.5). — С. 10-12.

2. Алексеева, М. С. Угрозы безопасности локальных вычислительных сетей / М. С. Алексеева, Е. В. Иванова. — // Молодой ученый. — 2014. — № 18 (77). — С. 212-213.

3. Красов А.В., Ушаков И.А., Савинов Н.В. Организация, принципы построения и функционирования компьютерных сетей. Учебник. СПб.: СПбГУТ, 2019

4. ГОСТ Р 53113.1-2008 «Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 1. Общие положения».

5. Компьютерные сети. [Электронный ресурс] URL: https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/nauka-i-tehnika/kompyuternye-seti.html (дата обращения: 14.08.2020)

6. Меры защиты от скрытых каналов [Электронный ресурс] URL: https://journal.tusur.ru/storage/45717/074.pdf (дата обращения: 22.08.2020)

7. Скрытые каналы [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/post/225135/ (дата обращения: 18.08.2020)

8. Скрытые каналы передачи данных [Электронный ресурс] URL http://cryptowiki.net (дата обращения: 18.08.2020)

УДК 004.5
ГРНТИ 81.93.29

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ СОКРЫТИЕ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННЫХ МЕССЕНДЖЕРАХ

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

В рамках данной статьи будут подробно рассмотрены системы коммуникации современных мессенджеров с поддержкой VoIP соединения, а также будет рассмотрен способ вложения скрытого сообщения в сетевые пакеты, передаваемые по сети связи. Отдельное внимание в статье уделяется вопросам практической реализации и применения приведенного в статье метода стеганографического вложения скрытой информации в канал коммуникации между клиентами.
Сетевая стеганография, сокрытие данных, мессенджер, voip, lack, discord, vk, python3.

Введение

В современном мире информация играет крайне важную роль. Это означает что проблема защиты информации становится все более актуальной с каждым годом. Для решения этой проблемы существует множество различных средств, об одном из них и пойдет речь в данной статье. Стеганография – это наука о сокрытии самого факта передачи скрытой информации. Стеганографическое сокрытие данных применялось еще с давних времен, однако в эпоху интернета стеганография получила более широкое распространение. Влияние всемирной сети на стеганографию оказалось настолько сильным что даже поспособствовало появлению отдельного направления, названного в последствии, сетевая стеганография. Сетевая стеганография как отрасль стеганографии описывает скрытую передачу данных в сетях связи. Сегодня по сетям связи передается просто колоссальное количество разнообразных данных: от небольших текстовых файлов до высококачественных, тяжеловесных видеопотоков. В этом обилие информации достаточно легко скрытно передать что-либо.

Особенный интерес представляют системы обмена мгновенными сообщениями. Современные мессенджеры позволяют пользователям обмениваться не только сообщениями, но и различными файлами. Документы, картинки, аудио, видео все это может быть передано через большинство мессенджеров и каждый из этих типов файлов может выступать контейнером для стеговложения. Однако наибольший интерес представляют системы коммуникации, поддерживающие VoIP соединения. Для выполнения вызова устанавливается канал с широкой полосой пропускания который можно использовать для скрытой передачи большого количества информации. В частности, некоторые методы VoIP стеганографии описали польские ученые Войцех Фручек и Кшиштоф Щипорски в своей статье «Stream Control Transmission Protocol Steganography» [1]. Исходя из вышеперечисленных

причин было принято решение исследовать именно мессенджеры с поддержкой VoIP коммуникации.

Исследование системы коммуникации

Для подробного исследования были выбраны две системы обмена мгновенными сообщениями: vk messenger и discord. Данные системы были выбраны из-за поддержки VoIP соединения, высокой популярности систем и наличия клиентской реализации для большинства популярных операционных систем. Последующий анализ будет производится сразу над обеими системами.

Discord

Анализ перехваченного трафика показал, что discord использует для установления соединения протоколы RTP/RTCP [2]. Соединение устанавливается через сервер-шлюз discord и может быть перехвачено, используя начальные байты RTP заголовка (^0x9078). При подробном рассмотрении логики работы программы было обнаружено что передаваемые клиентом аудио данные защищены поточным алгоритмом шифрования Salsa20 и подписаны криптографическим алгоритмом Poly1305 (рис.1). Таким образом вложение скрытой информации в контейнер невозможно без расшифровки полезной нагрузки и дальнейшего перерасчета поля подписи данных.

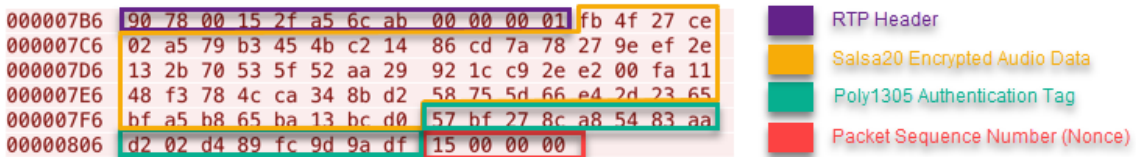


Рис.1. Структура пакета с аудиоданными *discord*.

Данные для расшифровки и переподписания полей пакета могут быть получены с помощью обращения к серверу discord по документированному api. Расшифрованные аудио данные дополнительно сжаты с использованием кодека opus. Дальнейшие эксперименты показали, что даже при расшифровке и модификации аудио данных с последующим переподписанием в случае нарушения логики кодирования пакет так же будет отброшен сервером discord. Данный эксперимент показывает что прежде чем передать аудио пакет следующему клиенту сервер выполняет его дешифрование, валидацию целостности полезной нагрузки, а также проверку кодированных данных. Такая логика обработки пакетов практически полностью исключает возможность применения типовых алгоритмов стеганографического вложения в передаваемый VoIP трафик.

VK messenger

Исследование полученного в ходе VoIP соединения трафика показало, что пакеты с аудиоданными, передаваемые на сервера vk, также содержат RTP заголовок (рис.2) [3], для соединения используется случайно выбранный свободный udp порт из диапазона временных портов. Соединение может быть

установлено как напрямую (клиент-клиент) так и через сервер-шлюз vk. Перехват пакетов можно осуществить по начальным байтам RTP заголовка (^0x90(0x6F||0x6D)).

```
0000   90 ef 5a ce bb 4f 90 2d 42 f0 7d 28 be de 00 03
0010   22 35 1b a5 31 00 01 40 30 10 bd 00 7d a2 fc 25
0020   69 f6 44 80 a4 d7 e7 a3 00 ec 29 72 99 fe fe fa
0030   e7 86 02 79 a9 74 c3 1b 9b 7a 5d 28 f3 24 71 87
0040   d1 da 34 fb 22 c3 b7 55 c3 4b e0 d2 30 ce 5e 6d
0050   fe 73 c9 f3 a5 33 84 72 e7 74 7a 9a c2 b5 d9 df
0060   ee f8 4c 19 41 eb 9b 9e 5c 6d 76
```

Рис.2. Пакет с аудиоданными *vk*.

Безопасность передаваемых аудио данных обеспечивает совокупность протоколов ZRTP, отвечающего за согласование ключей шифрования на устройствах конечных пользователей, а также протокола SRTP, отвечающего за шифрование и целостность передаваемых данных.

Исходя из этого методы стеганографического вложения информации, основанные на подмене полезной нагрузки, не сработают в данной схеме. Однако такие пакеты будут отброшены клиентом при получении и не вызовут видимых помех для стороннего наблюдателя, что позволяет перехватить их до того как они будут отброшены клиентом и извлечь из них скрытую информацию и таким образом реализовать скрытое вложение информации в канал с помощью намеренной задержки пакетов с данными (LACK). В таком случае можно заменить полезную нагрузку пакета так, как это необходимо передающей стороне, исключая константные байты (рис.3) для сохранения паттерна аудио пакета и маскировки факта вложения скрытого сообщения от стороннего наблюдателя.

```
90 6f 5a d0 bb 4f 97 ad 42 f0 7d 28 be de 00 03
22 35 46 a7 31 00 03 40 30 10 bd 00 84 ad e1 86
75 93 63 d2 71 43 5e aa fd 3a 03 61 e6 20 91 c1
8e 0c 81 bf be 25 a0 4c 26 80 9b 17 db fc 2d 8b
7e ff 08 5a ef 02 df f4 55 d0 a7 47 54 df 97 91
25 6d a3 69 cd 06 c8 05 3e d9 2b 4d 41 90 a5 67
c6 72 18 c5

90 6f 5a d1 bb 4f 9b 6d 42 f0 7d 28 be de 00 03
22 35 58 10 31 00 04 40 30 10 bc 00 84 5d 26 4c
f8 8d 63 24 bb ed 26 e4 d2 87 af b5 9c e1 f9 f9
03 e4 86 73 10 ff dd 54 58 6c 8b 77 14 bf ac 76
24 30 fd 29 60 da f5 bc 5d 8f 89 16 f1 b8 8d 33
5f 1f fc 06 f0 33 d3 c2 cf ae 7e 9c ff 68 3e 37
31 86 96 32
```

Рис.3. Байты заголовков (не изменяемые).

В результате данного исследования были получены все необходимые данные для реализации скрытого канала передачи данных на основе активного VoIP соединения. Также данное исследование демонстрирует различные подходы исследуемых продуктов к установлению соединения и обработке клентских пакетов.

Метод LACK

Lost Audio Packets Steganography – метод стеганографического сокрытия информации в открытом канале связи путем введения преднамеренных задержек пакетов содержащих данные коммуникационной системы и модификацию его полезной нагрузки [4]. Такой метод вложения применяется

преимущественно в VoIP системах благодаря особенностям передачи аудио данных. Общая схема вложения информации данным методом состоит в том что передатчик выбирает пакеты из аудио потока и заменяет его содержимое частью стеганограммы, затем модифицированный пакет задерживают на некоторое время, по прошествии которого пакет отправляется принимающей стороне, где он может быть перехвачен и обработан до того как принимающая программа отбросит его как не актуальный. Такой метод обладает рядом преимуществ, основным из которых является высокая полоса пропускания RTP канала и относительная простота реализации данного метода в сравнении с другими алгоритмами стеганографического вложения [5]. Однако данный метод имеет и недостатки. Так намеренное введение помех в канал передачи данных ухудшит качество соединения, что может быть обнаружено и впоследствии скомпрометировать систему.

Разработка средства вложения скрытой информации

Для построения стеганографической системы на основе потери пакетов необходимы средства для низкоуровневой работы с сетью связи, а также во избежание использования прокси-сервера необходимо использовать операционную систему linux, допускающую более гибкую работу с сетевыми пакетами. Исходя из этих требований для написания программы был выбран язык программирования python3, содержащий удобные библиотеки для низкоуровневой работы с сетью (scapy, pypacker) и являющийся мультиплатформенным языком.

В данном случае использование операционной системы linux объясняется наличием механизма NFQUEUE. Этот механизм позволяет получить необходимый сетевой пакет в пользовательское пространство для его последующей программной обработки. Для определения пакетов, добавляемых в очередь на обработку, необходимо создать правило для iptables с целью NFQUEUE. Фрагмент исходного кода скрипта приведен на рисунке 4.

```
stego_msg = ''

def packet_processing(ll_data, ll_proto_id, data, ctx):
    global stego_msg
    ip1 = ip.IP(data)
    udp1 = ip1[udp.UDP]
    chance = (random.randint(1,100))
    if chance>20:
        return data, interceptor.NF_ACCEPT
    if udp1.body_bytes.startswith((b'\x90\x6d', b'\x90\x6f')):
        if len(udp1.body_bytes) < 50:
            return data, interceptor.NF_ACCEPT
        space = len(udp1.body_bytes) - 29
        udp1.body_bytes = udp1.body_bytes[:29] + stego_msg[:space]
        stego_msg = stego_msg[space:]
        return ip1.bin(), interceptor.NF_QUEUE
    else:
        return data, interceptor.NF_ACCEPT

def enable_output_interception():
    os.system('iptables -A OUTPUT -p udp -j NFQUEUE')

def disable_output_interception():
    os.system('iptables -D OUTPUT 1')
```

Рис.4. Скрипт для стеговложения.

Заключение

В данной работе были подробно рассмотрены схемы работы двух мессенджеров с поддержкой VoIP соединения, были описаны особенности коммуникации и обработки пользовательских пакетов каждой из исследуемых систем. Также был рассмотрен метод построения скрытого канала для передачи информации на основе метода задержки пакетов. Результатом данной работы стал скрипт реализующий стеганографическое вложение в поток пользовательских данных.

Список используемых источников

1. W. Frączek, W. Mazurczyk, K. Szczypiorski. Stream Control Transmission Protocol Steganography. // Warsaw University of Technology, Institute of Telecommunications. 2010. URL: http://arxiv.org/abs/1006.0247 (дата обращения 21.03.2020).

2. Stewart R., Ed. Stream Control Transmission Protocol. RFC 4960–Request for Comments: 4960, 2007 [Электронный ресурс] // IETF Tools. URL: http://tools.ietf.org/html/rfc4960 (дата обращения 23.03.2020).

3. Wanxia Yang, Shanyu Tang. RTP Timestamp Steganography Detection Method [Электронный ресурс]//IETE Technical Review. 2018. URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02564602.2018.1536528

4. Mazurczyk, J. Lubacz, K. Szczypiorski. On steganography in lost audio packets [Электронный ресурс] // SECURITY AND COMMUNICATION NETWORKS. 2014. URL: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1102/1102.0023.pdf (дата обращения 21.10.2020).

5. Wojciech Mazurczyk, Paweł Szaga, Krzysztof Szczypiorski. Retransmission steganography and its detection. [Электронный ресурс] // IT2Net. 2012. URL: https://secure.tele.pw.edu.pl/wmazurczyk/art/RSTEG.pdf (дата обращения 22.10.2020).

УДК 004
ГРНТИ 20.53.01

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ - ЛОКАТОРА ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ANDROID УСТРОЙСТВ В ФОНОВОМ РЕЖИМЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

К.Э. Есалов, В.Д. Северьянов, Ю.В. Перебейнос
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В настоящей статье рассматривается разработка мобильного приложения, которое позволяет отслеживать местоположения сотрудников на предприятиях, используя мобильные телефоны. При разработке реализован функционал работы приложения в фоновом режиме, а также незаметно для сотрудника.

Android, отслеживание

Какие задачи необходимо решить:

1. Отслеживание геопозиции устройства.
2. Определение мобильного устройства сотрудника.
3. Сокрытие иконки приложения
4. Сокрытие действий приложения от Play Protect.
5. Сокрытие действий приложение от встроенных антивирусов.

Отслеживание геопозиции устройства является крайне тривиальной задачей. И не стоит отдельного описания. С любого устройства можно без каких либо сложностей получить множество показателей, не запрашивая у пользователя дополнительные права доступа, чтобы не вызывать подозрения. Среди этих показателей есть следующие: ширина и высота экрана, мобильный оператор, подключен ли пользователь к сети wi-fi, а также координаты.

Рис.1 (кнопка для скачивания)

Определение мобильного устройства сотрудника является крайне важной частью работы приложения. Перед нами стоит задача определить связь между пользователем, скачавшим приложение на корпоративном сайте компании и установленным приложением на его телефоне.

На этапе тестирования, использовались реальные пользователи. Для этого была запущена таргетированная рекламная кампания, которая позволяла случайным пользователям android устройств скачать приложение. (Рис. 1).

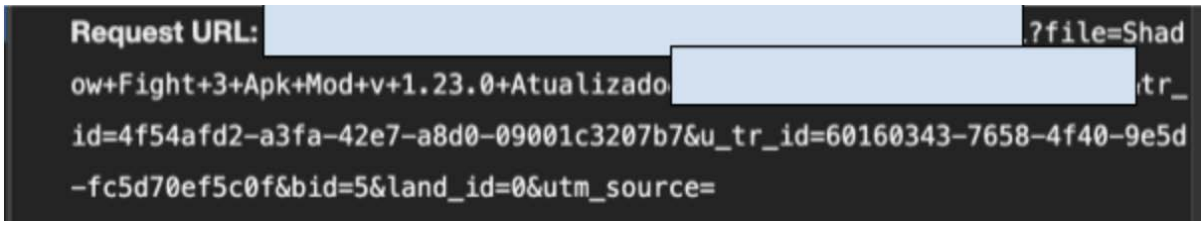


Рис. 2(Скачивание приложения пользователем)

При скачивании АПК генерировался уникальный идентификатор пользователя(Рис. 2), который сохранялся в запись логирования о скачивание. Также уникальный идентификатор пользователя сохранялся в приложение(Рис. 3). Это возможно по причине того, что .APK файл является zip архивом, для которого можно создавать комментарий, при архивации.

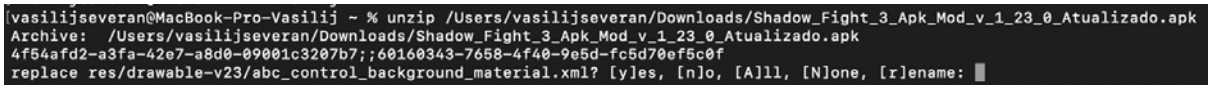


Рис. 3(сохранение уникального идентификатора пользователя в приложение)

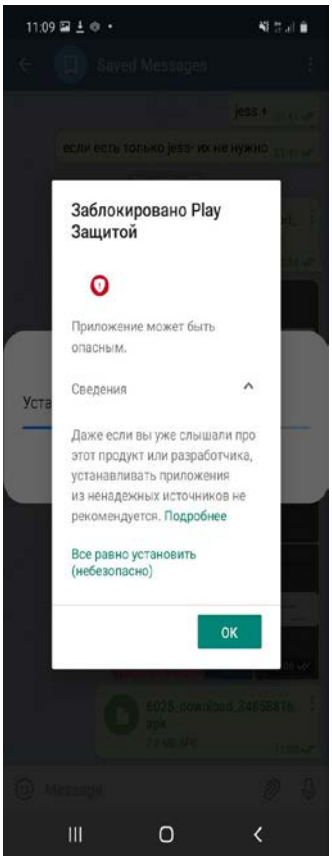


Рис. 4 (Уведомление о непроверенном разработчике)

При скачивании пользователем приложения, в базу данных заносится запись, которая содержит: дата, время, тип действия(при скачивании type = ‘download’), юзер агент, номер учетной записи пользователя, который является уникальным идентификационным номером а также Ip адрес, с которого производилось скачивание.

При установке приложения необходимо сохранять в базу данных следующие параметры: дата, время, тип действия, номер учетной записи пользователя, подключен ли в wifi, геопозицию, IP адрес.

Впоследствии, с устройства будет отсылаться запись с типом install каждые 3 часа. Что позволит отслеживать геопозицию пользователя.

Сокрытие иконки приложения необходимо реализовать для того, чтобы пользователь не видел приложение на своем рабочем столе. А также затрудняло поиск приложения для его удаления. На данный момент, удается скрыть иконку на всех версиях

андройд, кроме одиннадцатой версии. Это связано с вводимой компанией Google политикой безопасности[1]. Суть которой заключается в том, что иконку имеет возможность скрывать исключительно сервисы, которые не являются системными.

Очень важная часть - сокрытие приложения от Google Play Protect. Данный сервис начинает оповещать пользователя о наличии вредоносного ПО на его устройстве. А через определенное время удаляет его самостоятельно. Проведя анализ на большом кол-ве пользователей и проанализировав логи приложения, была выдвинута следующая концепция обнаружение приложения: гугл сравнивает HASH приложения с сертификатом разработчика. Если ему известно данное приложение- он либо его помечает, как безопасное, либо отправляет снепшот приложения к себе на анализ. После чего помечает сертификат разработчика, как небезопасный и посылает уведомление на все android устройства(Рис. 4). В связи с этим было принято решение менять сертификат разработчика два раза в сутки.

Также с сертификатами разработчиков была выявлена следующая проблема: гугл не распознает только что подписанные сертификаты. После подписания, сертификат разработчика становится действительным только через несколько недель. А также устаревает после нескольких месяцев использования. В связи с этим, был реализован эмулятор andoird устройства, который запускается автоматически и устанавливает приложение. В случае, если после установки PlayProtect заявляет о том, что сертификат не распознан, необходимо сменить сертификат на новый.

Также важно понимать, что существуют антивирусы, которые определяют данное приложение, как вредоносное(Рис. 5), в связи с тем, что приложение скрывает иконку, а также отслеживает данные пользователя в фоновом режиме. И хоть большая часть из них- не занимают серьезнойдоли на рынке, необходимо активно бороться с ESET(данный антивирус используется в Samsung устройствах по умолчанию), Avast-mobile(данный антвирус используется в качестве встроенного в Huawei устройствах), а также kaspersky и Dr.Web(данные антивирусы просто популярные).

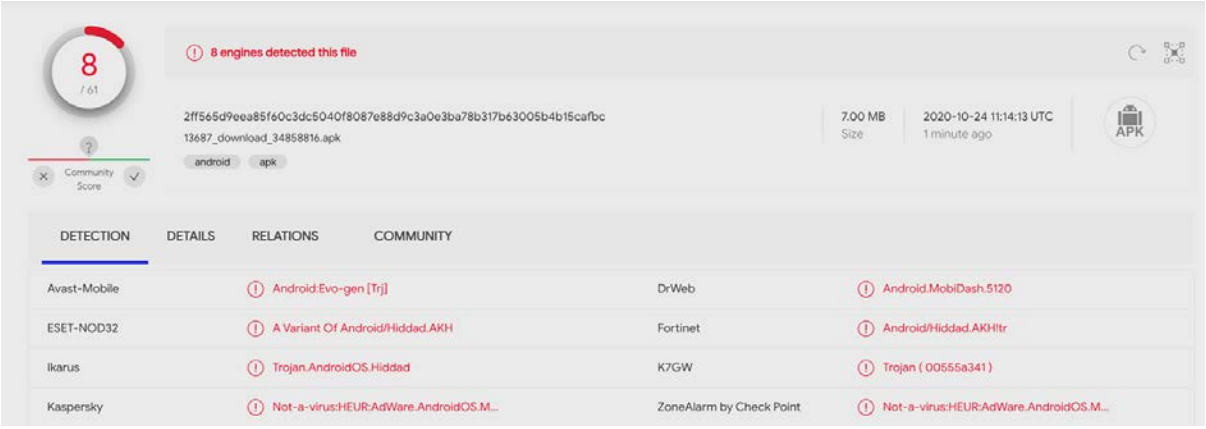


Рис. 5(Обнаружение активного кода приложения антивирусами)

Для борьбы с антивирусами функциональную часть кода решено шифровать в SQL-lite библиотеку, после чего, расшифровывать уже на устройстве пользователя. Также в качестве борьбы с антивирусами необходимо модернизировать манифест приложения. Отдельно стоит отметить, что антивирусы не могут определить сервера, на которые приложения отправляют информацию в связи с тем, что анализируют приложение в статике, не запуская его.

Также необходимо разбавлять функциональный код чужими приложениями. Для этого необходимо брать чистое приложение, комментировать методы, вызывающие экраны и интегрировать в него код приложения. После всех манипуляций с приложением, были получены следующие результаты(Рис. 6):

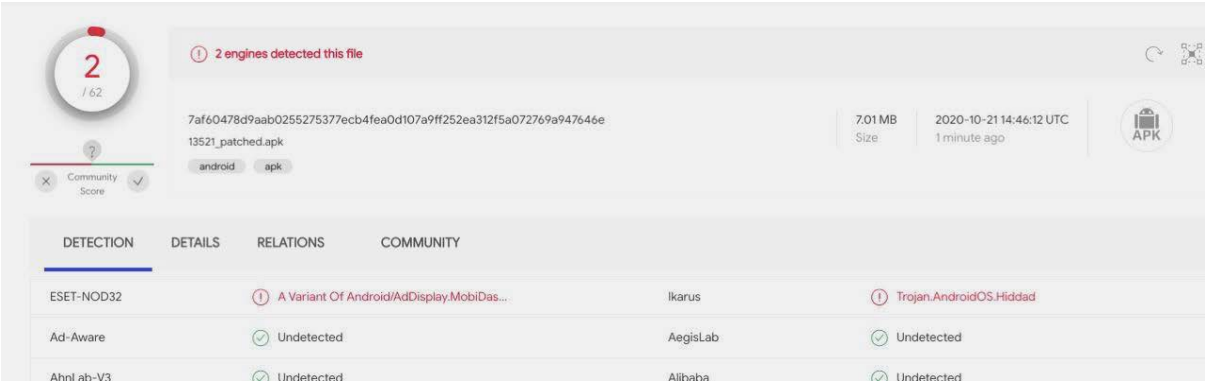


Рис. 6 (результаты очистки кода от ложных срабатываний)

Вывод: было разработано мобильное приложение, позволяющее определять геопозицию пользователя, никаким образом не выдавая себя. Для

этого использовались уязвимости в стандартных функциях операционной системы android.

Список используемых источников:

1. Documentation Andoid Platform // URL: https://developer.android.com/reference/android/content/pm/LauncherApps#getActivityList(java.lang.String,%20android.os.UserHandle)

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ РЕАЛИЗОВАТЬ АТАКУ «ЧЕЛОВЕК ПОСЕРЕДИНЕ», НА ОСНОВЕ БАЗОВОЙ ОЦЕНКИ ПО ШКАЛЕ CVSS

М.В. Ильин, А. В. Крылов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются вопросы оценки угрозы "Человек по середине" по шкале Common Vulnerability Scoring System и проведены исследования уязвимостей средствами программного обеспечения Федеральной службы по техническому и экспортному контролю ScanOVAL на нескольких рабочих станциях, а также выявлены основные угрозы для несанкционированного доступа.

угроза "человек посередине", MITM, уязвимость, OpenSSL, оценка CVSS, HTTP, HTTPS

Стандарт Common Vulnerability Scoring System (CVSS) был разработан группой экспертов по безопасности National Infrastructure Advisory Council. В группу вошли эксперты из различных организаций, таких как CERT/CC, Cisco, DHS/MITRE, eBay, IBM Internet Security Systems, Microsoft, Qualys, Symantec. В 2005 году состоялась первая публикация данного стандарта. Основные принципы расчета метрики уязвимостей, изначально заложенные в стандарт, до сих пор актуальны. В 2007 году была опубликована вторая версия стандарта в которой были внесены правки в перечень показателей и изменена формула расчета итоговой метрики для более точной оценки опасности уязвимостей.

CVSS предлагает простой инструментарий для расчета числового показателя по десятибалльной шкале, который позволяет специалистам по безопасности оперативно принимать решение о том, как реагировать на ту или иную уязвимость. Чем выше значение метрики, тем более оперативная реакция требуется.

В стандарт входят три группы метрик:

- Базовые метрики описывают характеристики уязвимости, не меняющиеся с течением времени и не зависящие от среды исполнения. Этими метриками описывается сложность эксплуатации уязвимости и потенциальный ущерб для конфиденциальности, целостности и доступности информации.
- Временные метрики, как видно из названия, вносят в общую оценку поправку на полноту имеющейся информации об уязвимости, зрелость эксплуатирующего кода (при его наличии) и доступность исправлений.
- Контекстных метрики дают экспертам по безопасности возможность внести в результирующую оценку поправки с учетом характеристик информационной среды.

Временные и контекстные метрики опциональны и применяются для более точной оценки опасности, которую представляет данная уязвимость для конкретной инфраструктуры [1].

Лежащая в основе CVSS методика позволяет оценить информацию о существующих уязвимостях в информационных системах на основании различных критериев. Методика оценки приведена на рисунке 1.

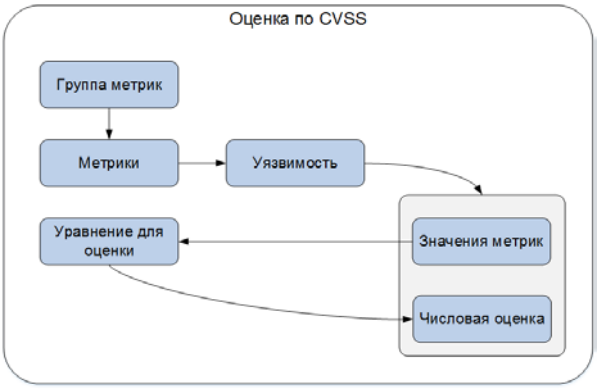


Рис. 1. Оценка по CVSS

Значение метрики принято публиковать в виде пары из вектора (конкретные значения отдельных показателей) и числового значения, рассчитанного на основе всех показателей при помощи формулы, определенной в стандарте.

В качестве теоретического примера оценки угрозы приведем уязвимость ‘POODLE’ в протоколе SSLv3 (CVE-2014-3566) — Уязвимость протокола SSLv3 в реализации CBC-шифрования в OpenSSL и ряде других продуктов позволяет злоумышленнику, проводящему атаку «Человек посередине», получить незашифрованные данные, используя атаку padding oracle. В дальнейшем уязвимость также была найдена в ряде реализаций TLS (CVE-2014-8730) [2].

Высокий уровень опасности (базовая оценка CVSS 2.0 составляет 4,3);

Средний уровень опасности (базовая оценка CVSS 3.0 составляет 3,1).

Атака посредника, или атака «человек посередине» (англ. Man in the middle (MITM)) - вид атаки в криптографии и компьютерной безопасности, когда злоумышленник тайно ретранслирует и при необходимости изменяет связь между двумя сторонами, которые считают, что они непосредственно общаются друг с другом. Является методом компрометации канала связи, при котором взломщик, подключившись к каналу между контрагентами, осуществляет вмешательство в протокол передачи, удаляя или искажая информацию [3, 4].

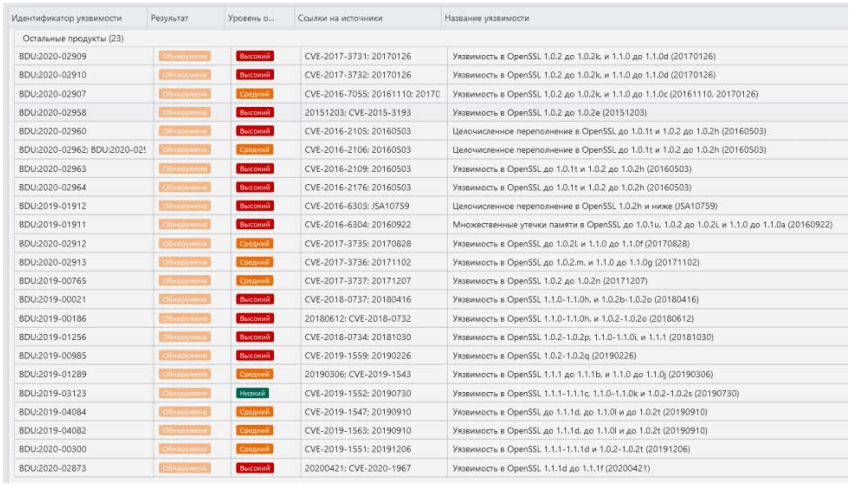
Современный SSL (криптографический протокол, использует асимметричную криптографию для аутентификации ключей обмена, симметричное шифрование для сохранения конфиденциальности, коды аутентификации сообщений для целостности сообщений. Протокол широко использовался для обмена мгновенными сообщениями и передачи голоса через IP в таких приложениях, как электронная почта, интернет-факс и др.) использует надежный алгоритм шифрования, но это не гарантирует

безопасность, если он реализован неправильно. Если злоумышленник имеет возможность перехватить запрос, он может его изменить, тем самым обойдя SSL.

Чтобы предотвратить атаку по SSL, серверы могут реализовать HTTP Strict Transport Security (HSTS) - механизм, активирующий форсированное защищенное соединение через протокол HTTPS. В этом случае, если злоумышленник модифицирует запрос, убрав из URL «S», сервер все равно перенаправит пользователя на страницу с защищенным протоколом.

В ходе исследования был произведен анализ 2х рабочих станций на уязвимости с помощью программного обеспечения ФСТЭК ScanOVAL.

После проведения анализы были выявлен основной тип уязвимостей который может привести к атаке “Человек по середине”. Таким типом оказалась уязвимость в Open SSL, на рисунке 2 представлены уязвимости данного типа, полученные при исследовании.

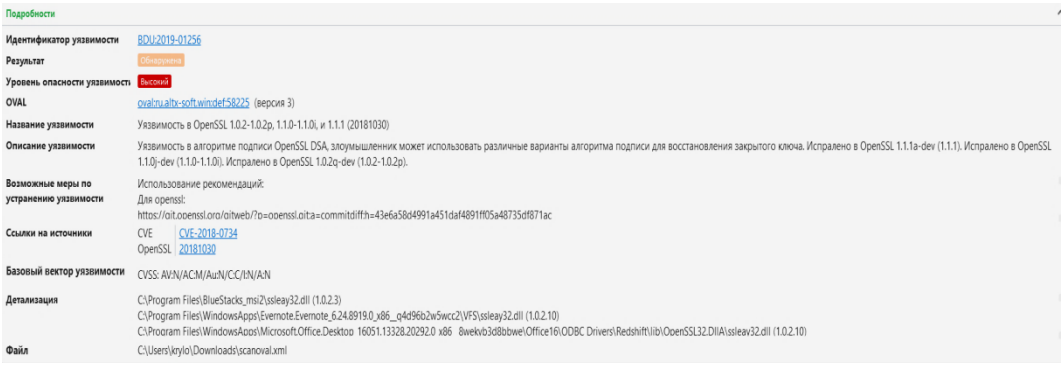


Идентификатор уязвимости	Результат	Уровень о...	Ссылки на источники	Название уязвимости
Остальные продукты (23)				
BDU:2020-02909	Обнаружена	Высокий	CVE-2017-3731: 20170126	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2 до 1.0.2k и 1.1.0 до 1.1.0d (20170126)
BDU:2020-02910	Обнаружена	Высокий	CVE-2017-3732: 20170126	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2 до 1.0.2k и 1.1.0 до 1.1.0d (20170126)
BDU:2020-02907	Обнаружена	Средний	CVE-2016-7055: 20161110: 20170	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2 до 1.0.2k и 1.1.0 до 1.1.0c (20161110, 20170126)
BDU:2020-02958	Обнаружена	Высокий	20151203: CVE-2015-3193	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2 до 1.0.2e (20151203)
BDU:2020-02960	Обнаружена	Высокий	CVE-2016-2105: 20160503	Целочисленное переполнение в OpenSSL до 1.0.1t и 1.0.2 до 1.0.2h (20160503)
BDU:2020-02962: BDU:2020-02	Обнаружена	Средний	CVE-2016-2106: 20160503	Целочисленное переполнение в OpenSSL до 1.0.1t и 1.0.2 до 1.0.2h (20160503)
BDU:2020-02963	Обнаружена	Высокий	CVE-2016-2109: 20160503	Уязвимость в OpenSSL до 1.0.1t и 1.0.2 до 1.0.2h (20160503)
BDU:2020-02964	Обнаружена	Высокий	CVE-2016-2176: 20160503	Уязвимость в OpenSSL до 1.0.1t и 1.0.2 до 1.0.2h (20160503)
BDU:2019-01912	Обнаружена	Высокий	CVE-2016-6303: JSA10759	Целочисленное переполнение в OpenSSL 1.0.2h и ниже (JSA10759)
BDU:2019-01911	Обнаружена	Высокий	CVE-2016-6304: 20160922	Множественные утечки памяти в OpenSSL до 1.0.1u, 1.0.2 до 1.0.2i и 1.1.0 до 1.1.0a (20160922)
BDU:2020-02912	Обнаружена	Средний	CVE-2017-3735: 20170828	Уязвимость в OpenSSL до 1.0.2l и 1.1.0 до 1.1.0f (20170828)
BDU:2020-02913	Обнаружена	Средний	CVE-2017-3736: 20171102	Уязвимость в OpenSSL до 1.0.2m, и 1.1.0 до 1.1.0g (20171102)
BDU:2019-00765	Обнаружена	Средний	CVE-2017-3737: 20171207	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2 до 1.0.2n (20171207)
BDU:2019-00021	Обнаружена	Высокий	CVE-2018-0737: 20180416	Уязвимость в OpenSSL 1.1.0-1.1.0h, и 1.0.2b-1.0.2o (20180416)
BDU:2019-00186	Обнаружена	Высокий	20180612: CVE-2018-0732	Уязвимость в OpenSSL 1.1.0-1.1.0h, и 1.0.2-1.0.2o (20180612)
BDU:2019-01256	Обнаружена	Высокий	CVE-2018-0734: 20181030	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2-1.0.2p, 1.1.0-1.1.0i, и 1.1.1 (20181030)
BDU:2019-00985	Обнаружена	Высокий	CVE-2019-1559: 20190226	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2-1.0.2q (20190226)
BDU:2019-01289	Обнаружена	Средний	20190306: CVE-2019-1543	Уязвимость в OpenSSL 1.1.1 до 1.1.1b, и 1.1.0 до 1.1.0j (20190306)
BDU:2019-03123	Обнаружена	Низкий	CVE-2019-1552: 20190730	Уязвимость в OpenSSL 1.1.1-1.1.1c, 1.1.0-1.1.0k и 1.0.2-1.0.2s (20190730)
BDU:2019-04084	Обнаружена	Средний	CVE-2019-1547: 20190910	Уязвимость в OpenSSL до 1.1.1d, до 1.1.0l и до 1.0.2t (20190910)
BDU:2019-04082	Обнаружена	Средний	CVE-2019-1563: 20190910	Уязвимость в OpenSSL до 1.1.1d, до 1.1.0l и до 1.0.2t (20190910)
BDU:2020-00300	Обнаружена	Средний	CVE-2019-1551: 20191206	Уязвимость в OpenSSL 1.1.1-1.1.1d и 1.0.2-1.0.2t (20191206)
BDU:2020-02873	Обнаружена	Высокий	20200421: CVE-2020-1967	Уязвимость в OpenSSL 1.1.1d до 1.1.1f (20200421)

Рис. 2. Уязвимости OpenSSL

Далее был произведен анализ каждой уязвимости по отдельности и произведена оценка по CVSS.

На рисунке 3 представлена уязвимость реализации алгоритма шифрования DSA (Digital Signature Algorithm) библиотеки OpenSSL, позволяющая нарушителю получить несанкционированный доступ к защищаемой информации.



Подробности

Идентификатор уязвимости	BDU:2019-01256
Результат	Обнаружена
Уровень опасности уязвимости	Высокий
OVAL	oval:ru.altx-soft.windef:58225 (версия 3)
Название уязвимости	Уязвимость в OpenSSL 1.0.2-1.0.2p, 1.1.0-1.1.0i, и 1.1.1 (20181030)
Описание уязвимости	Уязвимость в алгоритме подписи OpenSSL DSA, злоумышленник может использовать различные варианты алгоритма подписи для восстановления закрытого ключа. Исправлено в OpenSSL 1.1.1a-dev (1.1.1). Исправлено в OpenSSL 1.1.0j-dev (1.1.0-1.1.0i). Исправлено в OpenSSL 1.0.2q-dev (1.0.2-1.0.2p).
Возможные меры по устранению уязвимости	Использование рекомендаций: Для openssl: https://git.openssl.org/gitweb/?p=openssl.git;a=commitdiff;h=43e6a58d4991a451daf4891ff05a48735df871ac
Ссылки на источники	CVE CVE-2018-0734 OpenSSL 20181030
Базовый вектор уязвимости	CVSS: AV:N/AC:M/Au:N/C:C/I:N/A:N
Детализация	C:\Program Files\BlueStacks_msi2\ssleay32.dll (1.0.2.3) C:\Program Files\WindowsApps\Evernote.Evernote_6.24.8919.0_x86__q4d96b2w5wcc2\VFS\ssleay32.dll (1.0.2.10) C:\Program Files\WindowsApps\Microsoft.Office.Desktop_16051.13328.20292.0_x86__8wekyb3d8bbwe\Office16\ODBC Drivers\Redshift\lib\OpenSSL32.DllA\ssleav32.dll (1.0.2.10)
Файл	C:\Users\krylo\Downloads\scanoval.xml

Рис. 3. Уязвимость реализации алгоритма шифрования DSA

Согласно CVSS данная уязвимость была оценена в следующие баллах:
Высокий уровень опасности (базовая оценка CVSS 2.0 составляет 7,1);
Средний уровень опасности (базовая оценка CVSS 3.0 составляет 5,9).

В OpenSSL были обнаружены три проблемы безопасности: атака по таймингам на ECDSA и оракул заполнения данными в функциях PKCS7_dataDecode() и CMS_decrypt_set1_pkey(), и ситуация, в которой код генератора случайных чисел (RNG), предназначенный для защиты от совместного использования состояния RNG родительским и дочерним процессами при выполнении системного вызова fork(), не используется по умолчанию.

На рисунке 4 представлена данная уязвимость.

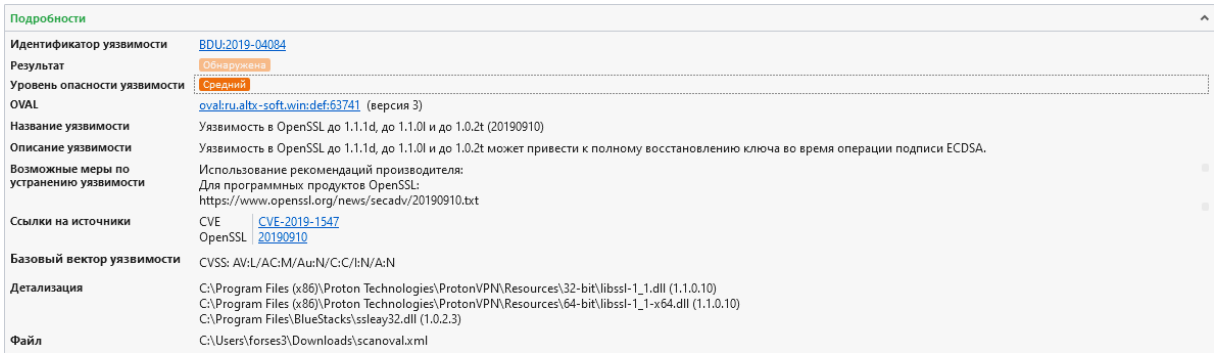


Рис. 4. Уязвимость реализации алгоритма шифрования DSA

Согласно CVSS данная уязвимость была оценена в следующие баллах:
Средний уровень опасности (базовая оценка CVSS 3.0 составляет 3,7).

На рисунке 5 представлена уязвимость процедуры возведения в квадрат Монтгомери x64_64 библиотеки OpenSSL. Она связана с отсутствием защиты служебных данных. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удалённо, раскрыть защищаемую информацию.

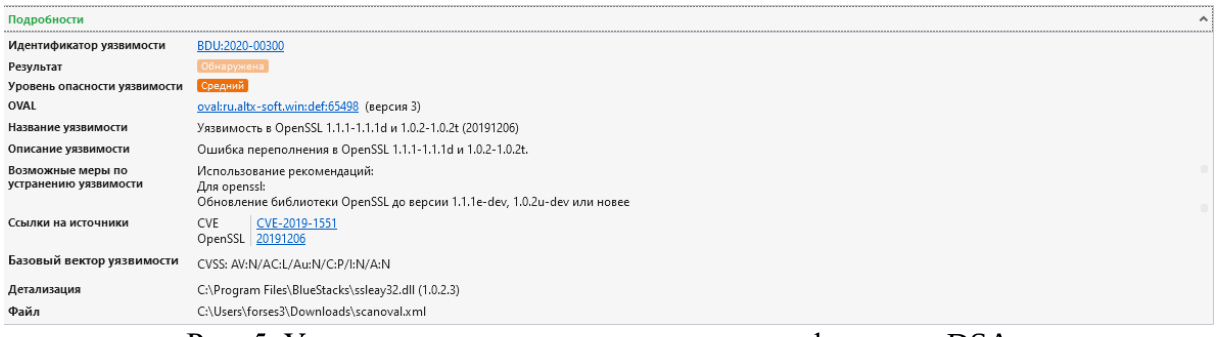


Рис. 5. Уязвимость реализации алгоритма шифрования DSA

Согласно CVSS данная уязвимость была оценена в следующие баллах:
Высокий уровень опасности (базовая оценка CVSS 2.0 составляет 5,0);
Средний уровень опасности (базовая оценка CVSS 3.0 составляет 5,3).

Есть несколько эффективных средств защиты от MITM-атак. Одним из способов защиты от такой атаки является использование стойкого шифрования между клиентом и сервером. В таком случае сервер может идентифицировать себя посредством предоставления цифрового сертификата, после чего между пользователем и сервером устанавливается шифрованный канал для обмена конфиденциальными данными. Но в этом случае возникает зависимость от самого сервера и выбора им метода шифрования.

Список используемых источников:

1. Сергей Рублев «Оценка уязвимостей CVSS 3.0» [Электронный ресурс] URL: https://www.securitylab.ru/analytics/474648.php (дата обращения: 01.11.2020)

2. CISO CLUB «Уязвимость BDU:2020-00300» [Электронный ресурс] URL: https://cisoclub.ru/bdu2020-00300/ (дата обращения: 01.11.2020)

3. Павел Ханин «Общий обзор систем оценки уязвимостей (CVSS 2.0/3.0)» [Электронный ресурс] URL: https://safe-surf.ru/specialists/article/5211/596644 / (дата обращения: 02.11.2020)

4. Dennis Fisher «Что такое «человек посередине»?» [Электронный ресурс] URL: https://www.kaspersky.ru/blog/chto-takoe-chelovek-poseredine/740/ (дата обращения: 05.11.2020)

УДК 004.491.22
ГРНТИ 81.93.29

СЛОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАКРОВИРУСОВ

Ковалев А.С. , Хусамов Д.Б.
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Научная статья посвящена актуальной проблеме точного анализа макровирусов - вредоносного ПО, написанного на макроязыках. В ней дается современное определение, которое отражает актуальный взгляд на проблемы точной идентификации макровирусного ПО в документах. В работе проведен анализ конфликта идентификации вредоносного ПО в документе. Было рассмотрено частичное решение поставленной задачи защиты документов от макровирусного ПО

макровирус, идентификация, антивирус, макрос, шаблон, сканер

Обсуждая актуальные проблемы современных макровирусов, возможные решения борьбы с ними и необходимость точной идентификации данного типа вирусов в целом, Игорь Муттик, исследователь антивирусных программ в Dr. Solomon's Software, акцентирует внимание на том, что данная проблема набирает объёмы и к тому же с гораздо более опасными последствиями. Именно поэтому данная проблема была названа в его честь.

Рассмотрим известный вирус Foo, состоящий из набора макросов[1] {AutoOpen, Payload}. Когда зараженный документ открывается в чистой среде Word, выполняется макрос AutoOpen. Он определяет, что он запускается из документа (в отличие от запуска из глобального шаблона), копирует макросы AutoOpen и Payload из зараженного документа в глобальный шаблон и выполняет макрос Payload. Когда в зараженной системе открывается чистый документ, макрос AutoOpen снова получает управление. Он определяет, что он выполняется из глобального шаблона (в отличие от запуска из документа), и копирует макросы AutoOpen и Payload из глобального шаблона в документ и выполняет макрос Payload.

Теперь предположим, что вирусописатель берет этот вирус Foo и создает другой вирус, Bar, который состоит из набора макросов {AutoOpen, Payload, AutoClose, NewPayload}. Макросы AutoOpen и Payload идентичны макросам с такими же именами в вирусе Foo и работают точно так же. Опять же, когда зараженный документ открывается в чистой среде Word, выполняется макрос AutoOpen. Он определяет, что он запускается из документа (в отличие от запуска из глобального шаблона), и копирует макросы AutoOpen и Payload из зараженного документа в глобальный шаблон и выполняет макрос Payload. Когда этот документ закрыт, макрос AutoClose получает управление. Он проверяет, что макросы AutoOpen и Payload существуют и были скопированы в глобальный шаблон. Затем он копирует макросы AutoClose и NewPayload в глобальный шаблон и выполняет макрос NewPayload. Аналогично, когда в

зараженной системе открывается чистый документ, выполняется макрос AutoOpen IS. Он определяет, что он выполняется из глобального шаблона (в отличие от запуска из документа), и копирует макросы AutoOpen и Payload из глобального шаблона в документ и выполняет макрос Payload. Когда этот документ закрыт, макрос AutoClose получает управление. Он определяет, что он запускается из глобального шаблона, проверяет, присутствуют ли макросы AutoOpen и Payload и были ли они скопированы в заражаемый документ, затем копирует макросы AutoClose и NewPayload в этот документ, а также выполняет макрос NewPayload.

Если сканер, который знает вирус Foo, но не знает Bar, сканирует документ, зараженный Bar, ему будет казаться, что документ заражен вирусом Foo, даже если сканер идентифицирует ровно каждый бит каждого макроса вируса, о которых он знает. (Следует отметить, что все антивирусные программы, специфичные для вирусов, которые обрабатывают макровирусы, уязвимы для этой атаки - независимо от того, выполняют ли они точную идентификацию вируса или используют простые строки проверки.) Если программа запускается в режиме лечения, будет продолжено удалить то, что он считает вирусом Foo, то есть набор макросов {AutoOpen, Payload}.

В документе останется набор макросов {AutoClose, NewPayload}. Однако вполне возможно построить эти макросы таким образом, чтобы этот набор образовывал третий, другой вирус - назовем его Doo. Фактически, этот третий вирус будет создан антивирусной программой, когда он попытается удалить то, что он считает вирусом Foo, из документа, зараженного вирусом Bar.

Можно утверждать, что вирус Bar на самом деле состоит из двух вирусов - Foo и Doo. Однако такое разделение набора макросов Bar на два набора Foo и Doo может быть сделано далеко не очевидным - если макросы из набора Doo ссылаются на макросы в наборе Foo многими сложными способами (проверяя их наличие, копируя их, выполнение их и т.д.). Кроме того, вирус Bar может состоять из множества других макросов, и их разделение на отдельные вирусные подмножества может быть еще более сложным, неочевидным и даже возможным несколькими различными способами.

Описанная выше атака может быть реализована еще более коварным способом. Подмножество макросов Doo не может быть вирусом. Вместо этого его макросы (например, NewPayload) будут просто проверять наличие макросов вируса Foo. Если они будут обнаружены как отсутствующие, сработает деструктивная нагрузка[2]. С точки зрения пользователя эта ситуация выглядит следующим образом: пользователь запускает сканер. Сканер сообщает о конкретном известном вирусе (возможно, даже утверждает, что точно его идентифицировал) и приступает к его удалению. Пользователь загружает один из «вылеченных» документов с помощью Word, и информация на жестком диске удаляется. Естественно, пользователь может обвинить сканер в том, что он не выполняет свою работу должным образом. В этом случае еще труднее утверждать, что документ заражен двумя макро-вирусами - Foo и Doo - потому что Doo не является вирусом сам по себе. Это даже не троянский конь[3],

потому что его макросы присутствуют во многих зараженных документах. Это просто часть нового вируса - Bar. Однако у сканера, который не знает вируса Bar, нет надежного способа выяснить, что документ заражен не вирусом Foo, а вирусом Bar. Эту атаку очень легко осуществить, взяв один из «популярных» (то есть широко распространенных) макровирусов, таких как / Concept. A или Wazzu. A и «заминировать», как описано выше.

Только частичное решение этой проблемы представляется возможным. Сканеры должны иметь возможность удалять все макросы, присутствующие в зараженных документах, и пользователи должны быть осведомлены, что это единственный безопасный способ лечения макровирусов. Было бы полезно, если бы специфичный для вируса сканер сочетался с каким-то эвристическим анализатором и, когда бы ни был найден документ, содержащий известный вирус, все «подозрительные» (то есть способные копировать себя) макросы должны быть удалены из него. К сожалению, как объясняется в ряде работ существует множество способов атаковать эвристику и заставлять их вызывать ложные негативы, то есть пропускать вирусные макросы.

Для демонстрации данной проблематики проведем эксперимент, результаты которого отобразим в таблице 1

Таблица1. Эксперимент

Название	Обнаружение оригинала	Обнаружение модифицированного	Лечение произведено успешно
Qihoo 360	+	-	-
AVG	+	+	-
Avira	+	+	-
BitDefender	-	-	-
Avast	+	+	+
Kaspersky Free	+	+	+
Panda Free Antivirus	+	-	-
360 Total Security	+	-	+
Scophos Home	-	-	-

Список используемых источников

1. Козлов Д.А., Парандовский А.А., Парандовский А.К. Энциклопедия компьютерных вирусов. - М.: «СОЛОН-Р», 2006.

2. Собейкис, В.Г. Азбука хакера. Компьютерная вирусология / В.Г. Собейкис. - М.: Майор, 2006. - 512 с.

3. Т.Л. Партыка, И.И. Попов. Информационная безопасность. – М.: Форум, Инфра-М, 2002. – 368 с.

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ УСТРОЙСТВА IOT В СЕТИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ТРАФИКА

Д. С. Козлов[1], Л.А. Виткова[1, 2]
[1] Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
[2] Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН)

В статье рассматривается протокол CoAP, регламентирующий передачу и прием информационного трафика оконечными устройствами в сетях IoT. Приводится описание модели легитимного траффика протокола CoAP на основе диаграмм потоков UML. Рассматриваются основные механизмы проведения атаки отказа в обслуживании (DDOS-атаки) и приводится модель траффика при данной атаке. Актуальность темы статьи обусловлена широким распространением Интернета вещей.

IoT, протокол CoAP, Интернет вещей, IDS/IPS, DDOS-атака, обнаружение аномалий в трафике, диаграммы потоков CoAP

В последние годы Интернет вещей (IoT) превратил объекты повседневной жизни в коммуникационные устройства. Число подключенных устройств к 2021 году составит от 10 до 12 миллиардов. Будущие инфраструктуры должны поддерживать существующие сетевые архитектуры и соответствовать потребностям IoT [1, 2, 3]. Исследователи и специалисты в области кибербезопасности разработали ряд защитных систем для защиты организаций от угроз, таких как вирусы, трояны, черви и ботнеты. Существующие решения, основанные на системах обнаружения вторжений (IDS), включают в себя активные подходы для предупреждения и устранения уязвимостей в системе. Однако эти подходы должны адаптироваться и развиваться в направлении новых технологий и коммуникационных сетей. Возможным путем решения данной проблемы может быть применение машинного обучения для обнаружений аномалий в трафике IoT [4].

Одним из протоколов, служащим для передачи данных в сетях IoT является CoAP. Этот протокол предназначен для взаимодействия с простыми устройствами, которые имеют ограниченный энергоресурс, небольшой объем памяти и невысокую мощность. Самой главной особенностью работы CoAP является обеспечение низких энергозатрат со стороны устройств сети. В качестве примеров могут выступать датчики малой мощности, выключатели и клапаны. CoAP разрабатывался по образу и подобию протокола HTTP, но отличается от него тем, что CoAP – это бинарный протокол, который работает поверх UDP, что значительно уменьшает общий размер передаваемых данных и повышает гибкость взаимодействия. Однако же CoAP поддерживает основные типы запросов, что и HTTP: GET, PUT, POST и DELETE.

Схема работы протокола CoAP представлен на рис. 1. На рисунке представлен сценарий, когда в большом помещении расположены несколько

датчиков CoAP, которые осуществляют измерение температуры. Управлять этими датчиками можно посредством HTTP-клиента, который подключается к серверу. Подразумевается, что сервер не поддерживает протокол CoAP, и в этом случае пакеты с датчиков должны передаваться через CoAP-прокси, который и осуществляет конвертацию CoAP-пакетов в HTTP-пакеты [5].

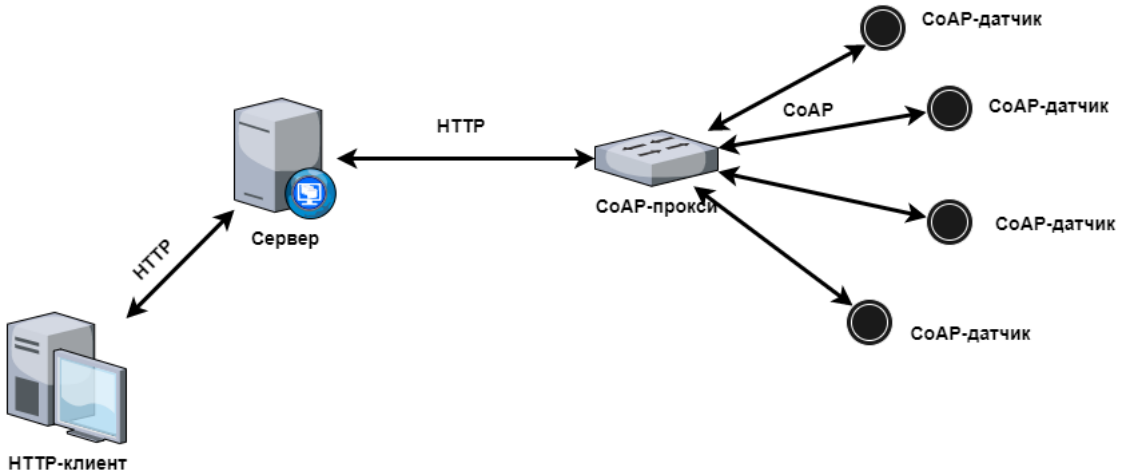


Рис 1 – Схема работы протокола CoAP через прокси

Ситуацию, описанную выше можно также отобразить в виде диаграммы потоков (Рис. 2). HTTP-клиент отправляет стандартный запрос GET на получение информации о температуре с CoAP-датчика. Далее CoAP-прокси трансформирует данный запрос из HTTP-протокола в CoAP со следующими основными параметрами:

- тип сообщения (код 0.01 указывает, что это запрос GET);
- уникальный идентификатор сообщения (необходим для однозначной идентификации ответа на запрос).

Рис. 2 – Диаграмма потоков легитимного трафика для протокола CoAP

Следующим шагом датчик формирует ответ на запрос (Acknowledgement) с кодом 2.05, который означает успешное выполнение операции. Важно отметить, что при ответе идентификатор сообщения должен совпадать с идентификатором сообщения, который был использован при запросе. В этом случае на приемной стороне можно будет однозначно определить на какой именно запрос пришел ответ. Затем CoAP-прокси также транслирует сообщение из CoAP протокола в HTTP кодом 200.

CoAP использует UDP для передачи пакетов, и, следовательно, по своей природе подвержен атаке IP-spoofing. UDP является бесконтактным протоколом, то есть не имеет фазы рукопожатия, в которой две конечные точки согласовывают порядковый номер, идентифицирующий соединение. Следовательно, если злоумышленник (атакующий узел) отправляет UDP-пакет с поддельным исходным IP-адресом «узел жертвы» на конечную точку «CoAP-датчик», то у датчика нет возможности проверить источник. Таким образом, если автономные системы не принимают никаких конкретных контрмер против атаки подмены (spoofing), то датчик всегда будет доверять заголовку UDP-пакета и действовать соответственно.

Реализация атаки spoofing позволит злоумышленнику реализовать DDoS. Это связано с тем, что CoAP работает поверх протокола UDP, он использует схему «request-response». Ответы (response) данного протокола могут быть значительно больше, чем запросы, а это означает, что злоумышленник может добиться многократного увеличения количества и объема пакетов для проведения DDOS-атаки. Внимательный взгляд на спецификацию протокола показывает, что CoAP поддерживает «блочную передачу», это означает, что большой ответ может быть разделен на меньшие ответы. Обе стороны имеют «право голоса» в размере блока, который фактически будет использоваться. Это означает, что злоумышленник может создать пакет запроса, запрашивающий максимальный размер блока. Это приводит к увеличению коэффициента усиления до 32x [6,7]. Атаку DDoS можно представить в виде диаграммы потоков (Рис. 3). Протокол CoAP поддерживает многоадресную рассылку, что позволяет атакующему обращаться к нескольким датчикам одновременно, что также позволяет значительно увеличить масштабы организуемой DDoS-атаки.

Проведение атаки IP-spoofing в Интернете в настоящее время сложнее, чем в прошлом, благодаря различным контрмерам, однако было показано в работе [6], что около 17-22% автономных систем IPv4 подвержены таким атакам. DDoS является возможным развитием атаки spoofing и он проявляется в трафике в виде аномалии.

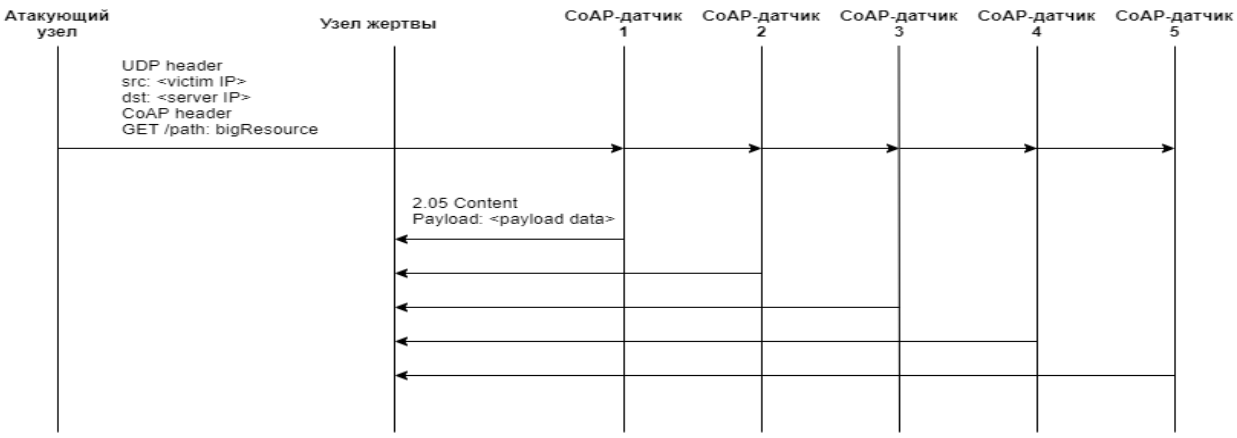


Рис. 3 – Диаграмма потоков при DDoS-атаки с использованием протокола CoAP

Одним из возможных путей обнаружения аномалий в трафике является использование алгоритмов машинного обучения. Поэтому, продолжением исследования является разработка экспериментального стенда для генерации трафика и разработка модели машинного обучения для обнаружения аномалий.

Список используемых источников

1. Santos J. et al. Fog computing: Enabling the management and orchestration of smart city applications in 5g networks //Entropy. – 2018. – Т. 20. – №. 1. – С. 4.
2. Березина Е.О., Виткова Л.А., Ахрамеева К.А. Классификация угроз информационной безопасности в сетях IoT // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. № 2. С. 11-18.
3. ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ Карев А.С., Бирих Э.В., Сахаров Д.В., Виткова Л.А. В сборнике: Интернет вещей и 5G. 2016. С. 66-70.
4. Богданова Л.Н., Виткова Л.А. Обзор алгоритмов обнаружения аномальной сигнализации в IoT// Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2020. № 1. С. 47-51.
5. Гойхман В., Абраменко Д. Протокол Интернета вещей CoAP //Технологии и средства связи. – 2017. – №. 4. – С. 20-24.
6. Maggi F., Vosseler R., Quarta D. The fragility of industrial IoT's data backbone //Trend Micro Inc., https://www. trendmicro. com/vinfo/us/security/news/internet-of-things/mqtt-and-coap-security-and-privacy-issues-in-iot-and-iiot-communication-protocols. – 2018.
7. Portabales A. R., Nores M. L. Dockemu: An IoT Simulation Framework Based on Linux Containers and the ns-3 Network Simulator—Application to CoAP IoT Scenarios //International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications. – Springer, Cham, 2018. – С. 54-82.

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

ОБЗОР ВИДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММ (БОТОВ) И МЕХАНИЗМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИМ

В.А. Коптелова[1], И. Ю. Зелинченок[1,2], Л.А. Виткова[1,2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
[2]Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН)

Повсеместная цифровизация во многих отношениях облегчила нашу жизнь. Однако современные технологии также могут быть использованы для незаконных и неэтичных действий, таких как шпионаж, кража или распространение ложной информации через Интернет. В данной статье описывается то, как боты становятся одним из передовых инструментов электронной коммерции и обмена информацией в Интернете. Боты (сокращение от robots) – это автоматизированные программы, которые выполняют определенные команды при получении определенной инструкции. В работе рассматриваются различные типы ботов и определены доступные контрмеры для защиты от атак ботов.

автоматизированная программа, бот, обнаружение ботов, спам-боты, противодействие ботам.

Миллионы людей по всему миру совершают покупки в Интернете. Но как получается, что билеты на мероприятие только поступили в продажу, и впервые минуты уже практически полностью закончились?

Боты (сокращение от «роботы») прыгают в начало очереди, чтобы скупить все лучшие билеты для перепродажи. Это можно считать выгодным для тех, кто использовал ботов, но разочарованием для обычных потребителей. Некоторые боты берут на себя такие задачи, как саботаж онлайн-рекламы конкурента или распространение ложных новостей в Интернете.

Проблема в том, что эта технология, как и многие другие технологические разработки, может иметь как законное коммерческое использование, так и незаконное, или неэтичное применение. Ботов можно использовать для саботажа рекламы конкурентов, для завышения платы с клиентов за интернет-рекламу, для увеличения стоимости продуктов, предоставляемых через посредников, таких как билеты на концерты, и для выяснения мнений избирателей по политическим вопросам или кандидатам.

Электронная коммерция – не единственное, где присутствует эта технология. В последние несколько лет боты стали все больше находиться в центре внимания, поскольку они пытаются контролировать новости и обсуждения в сети. Рассмотрим, где чаще всего использована эта технология.

Разновидности ботов. Боты – это автоматизированные программы, способные выполнять команды после получения определенных данных на вход. Например, они работают в интерактивных чатах или при поиске в Интернете.

Онлайн-чат-боты выполняют такие действия, как приветствие людей, когда они заходят в чат, реклама коммерческих веб-сайтов и удаление людей из интернет-чатов, когда те нарушают правила.

Существует 2 вида ботов, основной целью которых является извлечение данных из веб-сайтов [1]: веб-пауки (web scrappers) и поисковые роботы (web-crawlers). Они ищут и перебирают миллионы HTML-документов, а затем заносят информацию и ссылки, которые они обнаруживают на веб-страницах, в отдельные базы данных и каталоги. Эти каталоги составляют индекс веб-сайтов, которые используются для предоставления результатов поисковой системы. Боты также могут использоваться в важных для существования человека сферах деятельности. Здравоохранение, энергетика, и другие. В 2017 году Национальная служба здравоохранения Великобритании разработала приложение для чат-бота, которое спрашивает пациентов о симптомах болезни, а затем на основе ответа пациента предлагает профессиональную медицинскую помощь или альтернативные решения [2]. Чат-бот для пациентов может в конечном итоге заменить телефонную линию вызова, что принесет огромную прибыль.

Одним из примеров недобросовестного использования ботов можно назвать использование ботов для спама. Спамеры используют ботов для проникновения и атаки на онлайн-контент в различных коммерческих и социальных целях. Они могут атаковать широкий спектр целей, включая блоги, форумы, онлайн-сообщества, видео-сервисы, сайты, электронную почту, VoIP, мобильные телефоны, поисковые системы и так далее. По сути, спамеры используют любое общение, используемое людьми, и используют все необходимые средства для привлечения потенциальных жертв.

Некоторые эксперты [3] считают ботов и бот-сети одной из самых серьезных угроз интернет-безопасности за последние годы. По сравнению с другими методами вредоносного ПО, такими как черви и вирусы, поведение ботов может быть особенно незаметным. Эта скрытность делает обнаружение ботов чрезвычайно трудным. Например, бот может оставаться неактивным без значительных действий в течение длительного периода. В большинстве случаев бот генерирует лишь небольшой объем трафика, который затем остается скрытым в окружении законного трафика.

Обычно бот демонстрирует три инвариантных свойства [4] в начале своего существования: (1) запуск бота происходит автоматически, без каких-либо действий пользователя; (2) бот должен установить канал управления и контроля со своим бот-мастером; и (3) бот рано или поздно выполнит локальные или удаленные атаки. Эти пункты указывают на три обязательных этапа: запуск, подготовка и атака.

Противодействие ботам. Многие из наиболее распространенных систем или методов защиты не полностью останавливают рассылку спама, а только замедляют или делают рассылку спама более затратной для спамеров.

Одним из самых эффективных средств борьбы с ботами является CAPTCHA. CAPTCHA (аббревиатура от Completely Automated Public Turing

Test to Tell Computers and Humans Apart) – полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга, позволяющий различать компьютеры и людей. Суть теста том, чтобы предложить пользователю такую задачу, которая будет простой для человека, но сложной или неразрешимой для компьютера [5]. CAPTCHA использует протоколы запроса-ответа, требующие от пользователей ввода букв и цифр в форму. С другой стороны, по мере того, как компьютерные программы улучшают расшифровку CAPTCHA, эффективность CAPTCHA быстро снижается.

Ещё один из существующих подходов к обнаружению веб-ботов - это мониторинг данных. Мониторинг веб-данных включает в себя отслеживание доступа к IP-адресу, доступу к веб-странице и использованию браузера (Mozilla Firefox, Internet Explorer и т. д.). При отслеживании поведения со временем выявляются четкие закономерности, упрощающие распознавание спам-ботов. Трекеры также могут отслеживать, где и как спамеры перемещаются по сети.

Адреса электронной почты – это один из основных путей распространения спама. Злоумышленник получает данные о почте, воруя их с различных веб-сайтов. Для этого он использует «спам-ботов» или компьютерные программы для регулярного просмотра веб-страниц с целью кражи адресов электронной почты.

Можно выделить две основные и эффективные стратегии изменения адресов для остановки большинства спам-ботов [6]. Первый вариант – это изменение адресов на сайте таким образом, чтобы они были недействительными, но легко исправлялись людьми, второй - скрыть адреса на страницах, чтобы спам-боты не могли их найти.

Пример реализации первого метода: создание недействительного веб-адреса путем включения случайного текста таким образом, чтобы спам-боты не могли различить их как часть адреса. Однако, пользователи (люди) должны знать, что нужно удалить текст, прежде чем отправлять что-то на данный адрес. На примерах ниже один и тот же адрес указан несколькими разными способами:

cyber@**REMOVETHIS**example.com;
cyber**УДАЛИТЬ**@example.com;
kyber@example.**k**om (замените *k* на *c*).

Спам-боты собирают эти скрытые веб-адреса, однако, когда спамеры пытаются отправить им сообщения, они не проходят. Это приводит к увеличению сетевого трафика, а также к дополнительному трафику на почтовом сервере. Также, законные посетители веб-сайта могут ошибочно исправить адрес электронной почты и не смогут отправить сообщение.

Следующая стратегия основана на сокрытии веб-адресов от спам-ботов. Если пользователь решил скрыть адреса от спам-ботов, ему важно понимать, как работают спам-боты. Ими обычно обнаруживаются веб-адреса путем поиска текстовых шаблонов, которые напоминают адреса электронной почты. Например, адреса электронной почты содержат символ «**@**». Поэтому спам-

боты сканируют текст веб-страницы в поисках данного символа. Как указано ниже, если удалить символ @ из веб-адресов, спам-ботами не будут распознаны веб-адреса:

cyber**(at)**example.com;
cyber**СОБАКА**example.com;
cyber**AT**example**DOT**com.

Этим способом эффективно скрывается адрес электронной почты, но его проблема такая же, как и при использовании первого метода: возможность неверного прочтения ссылки другим пользователем.

Более сложная версия сокрытия адреса, которая по-прежнему позволяет пользователям видеть адреса без каких-либо видимых изменений, включает использование кодов символов ASCII. Коды ASCII аналогичны машинному языку компьютера, используемому для обозначения символов с веб-страницы. Например, символ @ может быть представлен либо с помощью самого символа, либо с использованием соответствующего кода ASCII: **@** [7].

Вывод. Бот-технология продолжает опережать юридические и этические проблемы, поскольку многие контрмеры только замедляют активность ботов, руководству потребуется не только разработать новые меры противодействия ботам, но и решить правовые и этические проблемы, которые продолжают возникать. Важно иметь в виду, что боты не всегда являются плохими и имеют множество положительных применений как в коммерческих, так и в некоммерческих приложениях. Во многих случаях опасения касаются этических вопросов, а не юридических. Одной из наиболее важных технологических задач является установление правовых и этических границ для новых технологий при разработке эффективных мер борьбы с ботами для предотвращения коммерческого мошенничества, устранения социальной инженерии и защиты личной информации при общении в Интернете.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 20-011-00371, 19-311-90025) в СПбГУ, и при частичной финансовой поддержке бюджетной темы (проект № 0073-2019-0002) в СПб ФЦП РАН.

Список использованных источников

1. Москаленко А. А., Лапонина О. Р., Сухомлин В. А. Разработка приложения веб-скрапинга с возможностями обхода блокировок //Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 15. – №. 2.

2. Bonderud, D. Chatbots: the costs of robotic relationship building // ForbesBrandVoice – 2017.

3. Гончаров Н.О. Современные угрозы бот-сетей //Молодежный научно-технический вестник. – 2014. – №10. – С.34-37

4. Liu L. et al. Bottracer: Execution-based bot-like malware detection //International Conference on Information Security. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. – С. 97-113.

5. Шибков Д. А., Савилова У. А., Яковлева Д. А. CAPTCHA как метод защиты веб-сайтов от ботов //Материалы конференций ГНИИ "Нацразвитие". Апрель 2018. – 2018. – С. 129-132.

6. Bressler L. A., Bressler M. S. Beware the evil bots: e-commerce thieves and spreaders of «fake news»//182962 – Journal of Technology Research. – 2019.

7. Prince M. B. et al. Understanding How Spammers Steal Your E-Mail Address: An Analysis of the First Six Months of Data from Project Honey Pot //CEAS. – 2005.

УДК 003.26
ГРНТИ 81.96

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕТОДА СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ, ОСНОВАННОГО НА ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЗАДЕРЖКАХ.

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

В данном докладе, будут представлены основные сведения о методе сетевой стеганографии, основанном на преднамеренных временных задержках. Основной акцент будет сделан на описание данного метода, его особенности, практическую реализацию и способы обнаружения. В результате описаны два основных способа обнаружения данного метода, а также экспериментальная реализация одного из них.

методы сетевой стеганографии, изменение структуры передачи пакетов, Wireshark, Pcap4j.

Основная особенность сетевой стеганографии заключается в том, что скрытая информация передается по компьютерным сетям с учетом особенностей работы протоколов передачи данных. Чаще всего принцип работы методов сетевой стеганографии обусловлен изменением параметров передачи одного или нескольких сетевых протоколов модели OSI или TCP/IP. Большинство данных подходов создает значительные излишние подозрения, поскольку напрямую изменяются поля заголовков пакетов. Метод, основанный на преднамеренных временных задержках, отличается высоким уровнем скрытности, поскольку временные задержки считаются повседневным явлением в поведении сетей и не вызывают лишних подозрений. [1, 2, 3, 4]

Описание метода, основанного на преднамеренных временных задержках.

Данный метод основывается на модуляции времени ожидания между пакетными передачами. Он фактически использует обычный трафик, внося задержки по времени между передаваемыми пакетами. Например, для реализации азбуки Морзе, можно предположить, что короткая временная задержка между двумя последовательными пакетами кодирует двоичный ноль, а длительная временная задержка кодирует двоичную единицу.

В общем случае, предположим, что Алиса собирается обменяться информацией с Бобом и отправляет данные со своего компьютера путем кодификации информации в виде временных задержек между пакетами, (рисунок 1).

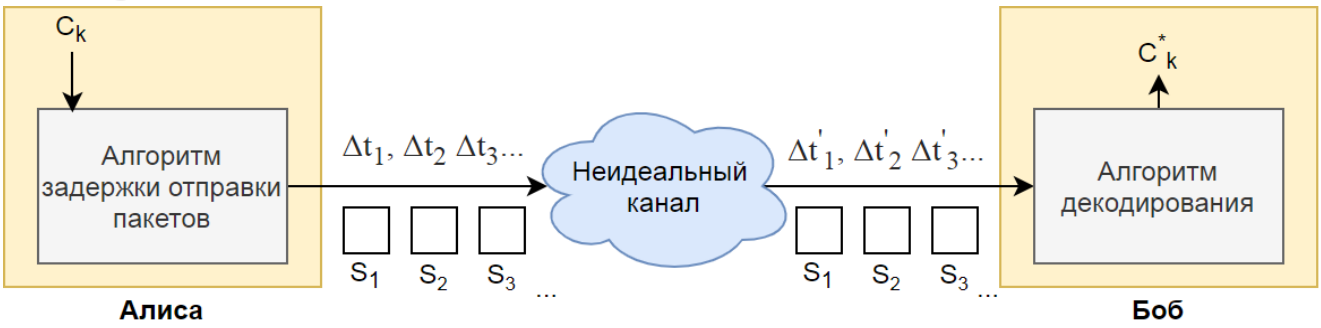


Рис. 1: Схема скрытого канала, основанного на изменении межпакетных задержек.

В качестве наглядного примера, можно представить, что Алиса может выполнить инструкцию ping на компьютер Боба. Таким образом компьютер Боба получает последовательность icmp пакетов с задержками между последовательными пакетами $\Delta t'1$ секунд, $\Delta t'2$ секунд, $\Delta t'3$ секунд и так далее. [5]

С абстрактной точки зрения этот метод сводится к отправке символов источника через шумный канал и декодированию сообщения в месте назначения.

Фактически считается, что задержки на компьютере прибытия не совсем такие же, как на компьютере отправления из-за шума в Интернете. Любое устройство пересылки (маршрутизаторы, межсетевые экраны, коммутаторы) будет создавать небольшую задержку. Эта задержка будет изменяться в настоящем времени, что приводит к нарушению межпакетного времени и делает канал зашумленным.

В результате реализации метода на стороне Боба составляется таблица задержек, полученных при помощи анализатора сетевого трафика (например, Wireshark), которые в дальнейшем сравниваются со значениями в таблице кодировок, которую Бобу необходимо получить от Алисы.

Алисе, в ходе изучения сети, следует выбрать оптимальную систему кодировки, которая будет максимизировать пропускную емкость канала Шеннона, поскольку она устанавливает верхнюю границу максимального количества безошибочных цифровых данных.

Составляется определённая таблица задержек при отправлении пакетов получателю. Сравнивается вносимое значение задержки с результирующим при получении. Как только такая таблица будет заполнена, емкость Шеннона, представленная дискретным каналом без памяти, может быть оценена с помощью алгоритма Аримото-Блахута[6].

Поскольку характеристики сети постоянно меняются (например, появляются задержки или происходят перегрузки и т.д.), Алиса не сможет выбрать входное распределение, которое максимизирует пропускную способность канала для всех случаев. Таким образом, можно предположить, что ей лучше использовать некое универсальное входное распределение, которое хорошо работает для нескольких возможных каналов, при разных состояниях сети.

Способы обнаружения метода, основанного на преднамеренных временных задержках.

Первый способ [6], основанный на концепциях теории информации, требует глубокого изучения ситуации в сети. Необходимо провести ряд мероприятий по исследованию сети, с учетом того, что Алиса попытается выбрать распределение, которое максимизирует пропускную способность канала Шеннона.

Для этого необходимо воспользоваться следующими инструментами:

1. **Сетевой монитор**, который будет фиксировать фактическое распределение задержки между пакетами для каждого активного соединения.

2. **Алгоритм Аримото-Блахута**, который, основываясь на результатах таблицы задержек, рассчитывает наилучшее распределение задержек ввода, учитывая пропускную способность канала Шеннона.

3. **Алгоритм сходства**, который сравнивает два распределения вероятностей на входных символах: одно полученное после мониторинга сетевого трафика и одно получено для максимизации пропускной способности канала при помощи алгоритма Аримото-Блахута.

Второй способ [6] основан на простой идее, что если используется четное количество входных символов, число пакетов со средней задержкой очень мало по сравнению с максимальным количеством пакетов для любой заданной задержки. Статистический анализ межпакетных задержек предоставляет хорошие данные для классификации между обычным сетевым трафиком и трафиком, который обусловлен модуляцией межпакетных задержек.

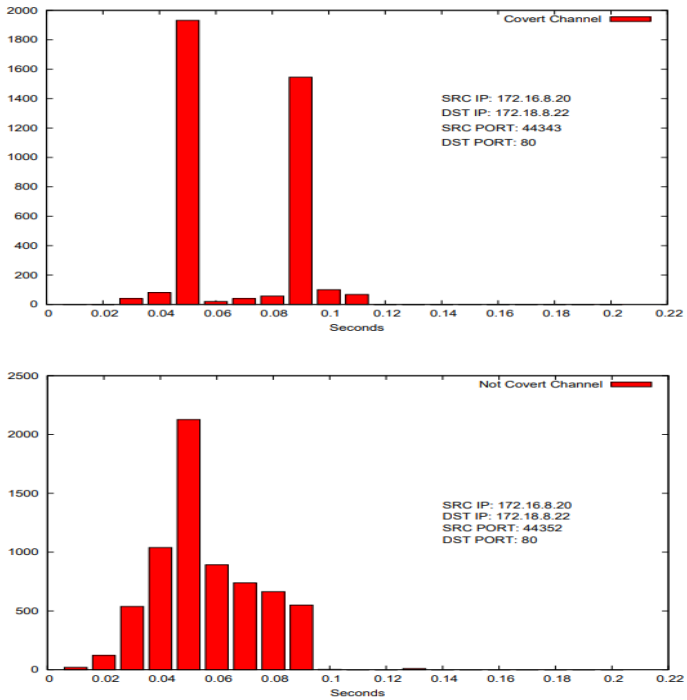


Рис. 2 а) б): Гистограммы, характеризующие статистический анализ задержек для скрытого и нормального канала, соответственно.

Мы используем эту характеристику для статистического сравнения скрытого канала связи с обычным сетевым трафиком.

Способ основан на предположении, что для канала с четным количеством входных символов межпакетные задержки будут сосредоточены вокруг двух различных значений (то есть двух различных задержек), в то время как в обычной связи, где задержки являются более
или менее случайными, Δt распространяется вокруг одного значения (т.е. имеет нормальное распределение. (рисунок 2б).

Глядя на рисунки 2а и 2б, разница между двоичным скрытым каналом и обычным трафиком становится очевидной. Для скрытого канала выборочное среднее значение μ межпакетных задержек будет где-то между двумя пиками. Следовательно, количество пакетов в гистограмме в этой точке будет очень низким. Однако, если взглянуть на нормальную схему трафика, среднее значение задержек между пакетами будет находиться в центре большого всплеска. В частности, чем меньше отношение C_{μ}/ C_{max}, тем выше вероятность наличия скрытого канала связи. Поэтому для расчета вероятности наличия скрытого канала мы можем воспользоваться следующей формулой:

$$P_{CovChan} = 1 - \frac{C_{\mu}}{C_{max}}$$

- где C_{μ} - это число пакетов, соответствующих средней задержке, а C_{max} - это число пакетов, соответствующее максимальной задержке.

При помощи IDE Intellij Idea и библиотеки Pcap4j можно реализовать экспериментальный макет, автоматизирующий подсчет вероятности наличия скрытого канала.

```
private Map<Float, Integer> getDelayPackets(PcapHandle handle, int size) throws
NotOpenException {int countPackets = 0; long startTime = 0;
   Map<Float, Integer> receivedPackets = new HashMap<>();
   DecimalFormat decimalFormat = new DecimalFormat("#.##");
   while (true) {
Packet packet = handle.getNextPacket();
      if (packet == null) {continue;} else {if (countPackets == 0) {
            startTime = handle.getTimestamp().getTime();} else {
        long currentDelay = (startTime - handle.getTimestamp().getTime()) / 1000;
            BigDecimal bigDecimal = new BigDecimal(currentDelay);
receivedPackets.put(bigDecimal.setScale(2,RoundingMode.DOWN).floatValue(),
receivedPackets.get(bigDecimal.setScale(2,RoundingMode.DOWN).floatValue() + 1));}
countPackets++;}
if (countPackets == size) {break;}}return receivedPackets;}
private float getCovertChannelChance(Map<Float, Integer> delayPackets, int size) {
   float resultDelaysSum = 0; int maxCount = 0;
   for (Float delay : delayPackets.keySet()) {resultDelaysSum += delayPackets.get(delay);}
   for (Integer integer : delayPackets.values()) {if (integer > maxCount) {maxCount = integer;}
   return 1 - ((new BigDecimal(resultDelaysSum / size).setScale(2,
RoundingMode.DOWN).floatValue()) / (maxCount));}
```

Список используемых источников.

1. Белкина, Т. А. Аналитический обзор применения сетевой стеганографии для решения задач информационной безопасности / Т. А. Белкина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2018. № 11 (197). С. 36-44. [Электронный ресурс], URL: https://moluch.ru/archive/197/48821/ (дата обращения: 20.10.2020).

2. Wojciech Mazurczy, Milosz Smolarczyk, Krzysztof Szczypiorski Hiding Information in Retransmissions,in Telecommunication Systems 52(2), May 2009 [Электронный ресурс],URL: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0905/0905.0363.pdf (дата обращения 20.10.2020)

3. K. Ahsan, Covert Channel Analysis and Data Hiding in TCP/IP, M.A.Sc. thesis, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto, August 2002 , [Электронный ресурс],URL: https://github.com/emintham/Papers/blob/master/Ahsan,Kundur-%20Practical%20Data%20Hiding%20in%20TCP-IP.pdf (дата обращения:20.10.2020).

4. Костырин А.С., Красов А.В. “Обзор возможностей реализации канальной стеганографии на основе протоколов сетевого и транспортного уровней модели OSI. ”//В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017) Сборник научных статей VI Международной научно-технической и научно-методической конференции. Под редакцией С.В. Бачевского. 2017. С. 437-443. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32578305 (дата обращения: 23.10.2020)

5. Красов А.В., Степанов Е.И. “Практическое применение сетевой стеганографии на примере протокола ICMP . ” //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. 510-513. [Электронный ресурс], URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35231625 (дата обращения: 01.11.2020)

6. Vincent Berk, Annarita Giani, George Cybenko, Detection of Covert Channel Encoding in Network Packet Delays , Department of Computer Science - Dartmouth College Technical Report TR536, Revision 1 August 2005, revised November 2005 , [Электронный ресурс],URL:http://team.gray-world.net/cn/papers/detection_cc_encoding_network_pkts_delay_149.pdf(дата обращения: 20.11.2020).

УДК 004.056
ГРНТИ 20.53.19

АКТУАЛЬНОСТЬ СТЕГАНОГРАФИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

И. А. Куликов, К.А. Ахрамеева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются методы стеганографических систем в компьютерных играх. Предложены разделение систем по способам сокрытия и создания цифровых водяных подписей.

стеганография, стеганография с учетом содержимого, стегоанализ, компьютерные игры

Введение

Проблему защиты информации актуальна еще с древних времен. На протяжении развития человечества было придумано много способов защиты, одним из которых является стеганография. Ее задача которой состоит в том, чтобы скрыть факт передачи сообщения. И для этого сообщение, которое необходимо передать, встраивается в некоторый не вызывающий подозрений объект.

Одним из популярных видов развлечений на данный момент являются компьютерные игры. В них сочетаются много видов информации – визуальная, звуковая, текстовая. А сервисы цифровой дистрибуции, наподобие онлайн-магазинов и библиотек, облегчают к ним доступ. Данные факторы делают компьютерные игры потенциальным объектом для создания и использования стеганографических систем.

Методы стеганографии в компьютерных играх

Для сокрытия информации в компьютерных играх используется стеганография с учетом содержимого [1] (*от англ. content-aware steganography*). Ее отличие от классических стеганографических алгоритмов, которые встраивают информацию только в синтаксическое представление информации, заключается в том, что она скрывает информацию в семантической интерпретации элементов игры.

Методы сокрытия можно разделить на три группы:

1. Сокрытие в игровых механиках
2. Сокрытие в повествовательных элементах игры
3. Смешанный (гибридный) метод

Метод сокрытия в повествовательных элементах можно поделить еще на несколько групп, которые основываются на виде используемой информации:

1. Сокрытие в визуальной части игры

2. Сокрытие в звуковом сопровождении
3. Сокрытие в тексте
4. Смешение вышеперечисленных методов

Для сокрытия информации в перечисленных группах можно использовать различные методы вложения, например [2]: стегосистемы с вложением в наименьшие значащие биты, с вложением в широкополосные сигналы, с вложением с использованием адаптивной модуляции процедуры квантования и прочее.

Такое разнообразие методов дает огромное количество возможностей для создания стеганографических систем внутри компьютерной игры.

Классификация

Стеганографические системы внутри компьютерных игр можно классифицировать по методу извлечения информации человеком [3]:

1. Статические – человек получает информацию при запуске игры, взаимодействие с игровыми механиками не предусматривается
2. Динамические – информацию можно получить только активно играя в игру

Примером статической системы может служить игры типа Tetris, разработанная Алексеем Пажитновым, где информацию можно закодировать в цветных блоках. В данном случае нет необходимости играть в игру – достаточно сделать снимок экрана при старте, а затем извлечь скрытую информацию.

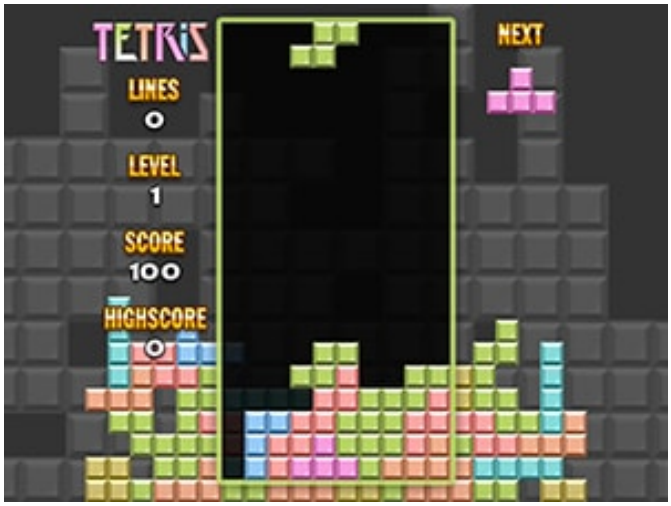


Рис. 1 – игровое поле Tetris

Динамическая система предоставляет большее количество методов извлечения информации, так как игровых механик огромное множество, и они определяются сеттингом и жанром игры.

Примеры извлечения в динамических системах:

1. Игры в жанре “Бродилка”: на игровой сцене находятся метки или предметы с текстом – части скрытого сообщения. Собрав все из них в определенном порядке можно узнать смысл этого сообщения.
2. Онлайн-игры в жанре “Песочница” (от англ. “Sandbox”) игроки могут использовать различные предметы для модификации игрового окружения. Преобразуя мир с помощью доступных инструментов, можно передавать сообщения напрямую (к примеру, рисовать на игровой карте с помощью различных объектов) или же используя заранее созданную внеигровую систему условных обозначений.
3. Игры в жанре “RPG” (от англ. “Role-Playing Game”): распространена механика заданий для игрока – получение и выполнение заданий от неигровых персонажей. Сообщение может быть скрыто среди диалогов с персонажами или выдаваться частями при выполнении заданий [4].

Цифровые водяные знаки в играх

Одним из первых способов применения ЦВЗ в играх считается добавление «пасхального яйца» программистом Уоренном Робинетом в игру “Adventure” [5]. Это было сделано разработчиком намеренно – компания “Atari” не указывала на упаковке имена разработчиков, поэтому Уоррен Робинет решил добавить в игру «дополнительную комнату», в которую может зайти игрок и увидеть имя человека, создавшего эту игру.

Это «пасхальное яйцо» можно классифицировать как нульбитовую ЦВЗ[6], так как никакой другой информации, кроме имени разработчика, в нее не вкладывалось. Но в играх так же могут использоваться и многобитовые ЦВЗ.

Для борьбы с цифровым пиратством создаются различные системы защиты, типа «Denuvo». И сложность таких систем может является причиной падения производительности в играх, что уменьшает, а иногда и вовсе портит пользовательский опыт. Поэтому внутри игры можно добавить «пасхальное яйцо», в котором следует указать регистрационный ключ продукта, полученный игроком при покупке. Таким образом, если будет множество пиратских копий, по этому ключу можно будет сразу найти человека, который нелегально создал и/или распространил эти пиратские копии.

Заключение

В современных играх представляется множество видов информации, которую можно использовать для сокрытия в ней секретной информации. При этом методы извлечения являются малозаметными и сторонними наблюдателями могут быть приняты за простое прохождение игры или следование игровым механикам.

Так же с помощью ЦВЗ можно усилить защиту игры от создания пиратских копий и отслеживания лиц, которые занимаются нелегальным распространением таких игр.

Список используемых источников

1. Chance Gibbs, Narasimha Shashidhar. StegoRogue: Steganography in Two-Dimensional Video Game Maps – Электронный документ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.semanticscholar.org/paper/StegoRogue%3A-Steganography-in-Two-Dimensional-Video-Gibbs-Shashidhar/c2b2c98fb2141231fff76c21ffb32bc4f479fe93, свободный

2. Коржик В.И., Небаева К.А., Герлинг Е.Ю., Догиль П.С., Федянин И.А. Под общей редакцией профессора В.И. Коржика. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки // Санкт-Петербург, Том Часть 1 Цифровая стеганография, 2016.

3. Anton Mosunov, Vineet Sinha, Heather Crawford, John Aycock, Daniel Medeiros Nunes de Castro, Rashmi Kumari. Assured Supraliminal Steganography in Computer Games – Электронный документ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://amosunov.files.wordpress.com/2015/07/2013_wisa_talk.pdf, свободный

4. Kemal Saharso, Rinaldi Munir. Development of Noiseless Steganography Method in Role-Playing Game Resa – Электронный документ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.semanticscholar.org/paper/Development-of-Noiseless-Steganography-Method-in-Saharso-Munir/86c332f02cd067c7866dfd4773eb01d3d5bfcb52, свободный

5. James Hague. Halcyon Days: Warren Robinett – Электронный документ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dadgum.com/halcyon/BOOK/ROBINETT.HTM, свободный

6. Коржик В.И., Жувикин А.Г., Анфиногенов С.О., Флаксман Д.А., Кочкарёв А.И., Алексеев В.Г., Федянин И.А. Под общей редакцией профессора В.И. Коржика. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки // Санкт-Петербург, Том Часть 2 Цифровые водяные знаки, 2017.

УДК 004.056
ГРНТИ

СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

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

Статья посвящена одному из наиболее действенных методов обеспечения информационной безопасности — сертификации средств защиты информации. В данной статье рассмотрены аспекты, связанные с системами сертификации средств защиты информации на соответствие требованиям по обеспечению безопасности информации. Кратко описаны виды систем сертификации и сформулированы их характерные особенности.

средства защиты информации, сертификация, система сертификации, декларирование, подтверждение соответствия, защита информации.

Введение

Развитие информационных технологий (ИТ) неразрывно сопряжено с вопросом об обеспечении защиты информации. Информационная безопасность (ИБ) может обеспечиваться разными способами, однако наиболее распространенным и простым из них является использование средств защиты информации (СЗИ). Главным критерием при выборе СЗИ является наличие необходимых функций обеспечения ИБ, в зависимости от вида информации, а также назначения информационной системы в которой она обрабатывается. Подтверждение обеспечения реализации СЗИ необходимого перечня функций осуществляется оценкой соответствия данного средства требованиям ИБ. Наиболее действенным методом оценки соответствия является сертификация. В данном методе важную роль играет система сертификации средств защиты информации (далее — Система) и для полного понимания что из себя представляет данная Система, необходимо иметь четкое представление о том, что такое СЗИ и их сертификация.

Под средством защиты информации подразумевается техническое, программное или программно-техническое средство, предназначенное для предотвращения угроз, нацеленных на нарушение целостности, конфиденциальности и доступности информации.

Сертификация СЗИ представляет собой форму подтверждения соответствия данных средств требованиям по ИБ, установленным нормативной документацией (техническими регламентами, стандартами и т.д.) и правовыми актами в области защиты информации [1], а также техническим заданием, техническими условиями и заданием по безопасности, согласованными заявителями на сертификацию.

Процедуре подтверждения соответствия подлежат такие СЗИ как [2]:

– средства противодействия иностранным техническим разведкам;

– средства технической защиты информации, включая средства, в которых они реализованы;
– средства обеспечения безопасности ИТ, включая защищенные средства обработки информации.
–

Система сертификации [2].

Система сертификации средств защиты информации представляет собой «многоуровневый комплекс» проверок в который входят правила выполнения работ по оценке соответствия СЗИ, участники системы и правила функционирования системы в целом.

Системы создаются федеральными органами по сертификации, такими как: Федеральная служба безопасности Российской Федерации (ФСБ); Федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации (ФСТЭК); Министерство обороны Российской Федерации (МО).

Участники созданных Системы включают в себя: федеральный орган по сертификации СЗИ (ФСТЭК, ФСБ и МО); центральный орган системы сертификации СЗИ; органы по сертификации СЗИ; испытательные центры (лаборатории); заявителей (разработчики, поставщики, потребители СЗИ).

При создании системы сертификации преследуются следующие цели:

– реализация статьи 28 Закона РФ «О государственной тайне»;
– реализация требований государственной системы защиты информации в РФ от технических разведок и от ее утечки по ТКУИ;
– создание условий для качественного и эффективного обеспечения потребителей сертифицированными СЗИ;
– обеспечение национальной безопасности РФ в ИТ-сфере;
– содействие формированию рынка защищенных ИТ;
– формирование и осуществление единой научно-технической и промышленной политики в ИТ-сфере.
–

Схемы сертификации [2]

В основе любой системы сертификации средств защиты информации лежит метод проверки соответствия средства установленным требованиям ИБ. Данные методы являются схемами сертификации.

Выделяют следующие схемы сертификации СЗИ:

– для единичного образца (проводится испытание образца СЗИ);
– для партии (проводятся испытания выборки образцов СЗИ);
– для серийного производства (проводятся испытания выборки образцов СЗИ и проверка организации его производства).

Так же в каждой из схем предусмотрена проверка организации технической поддержки средства защиты информации.

Виды систем сертификации

В зависимости от области применения средства защиты информации, а также его назначения и класса, подтверждение соответствия СЗИ может носить обязательный или добровольный характер.

Обязательная сертификация и декларирование соответствия предусмотрены для СЗИ (средств контроля СЗИ), предназначенных для защиты сведений, содержащих государственную тайну также иных сведений с ограниченным доступом, подлежащих защите в соответствии с действующим законодательством. Системами обязательного подтверждения соответствия являются системы ФСБ, ФСТЭК и МО [3].

В остальных случаях осуществляется добровольная сертификация средств защиты информации по инициативе заявителя (разработчика, изготовителя, поставщика или потребителя СЗИ) [1].

Важно отметить, что каждая Система, в рамках законодательства РФ и своей компетенции, сама определяет: перечень СЗИ, подлежащих оценке соответствия; характеристики, на соответствие которым осуществляется сертификация СЗИ; правила выполнения работ по оценке соответствия СЗИ и порядок их оплаты; участников данной Системы и т.д.

Система обязательной сертификации [4]

Система обязательной сертификации средств защиты информации создается федеральным органом по сертификации. Данная Система используется при оценке соответствия СЗИ подлежащему обязательной сертификации, утвержденных постановлением Правительства РФ [1].

Процедура подтверждения соответствия в данной Системе, производится исходя из требований нормативной документации и законодательных актов РФ, и включает в себя следующее.

- подача и рассмотрение заявки на проведение сертификации СЗИ;
- проведение испытания СЗИ в испытательных лабораториях (центрах) и (при необходимости) аттестации их производства (сроки оговариваются в договоре между заявителем и испытательной лабораторией);
- проведение экспертизы результатов испытаний, оформление, регистрация и выдача сертификата соответствия;
- осуществление контроля за соблюдением правил обязательной проверки соответствия и за СЗИ прошедшими оценку соответствия.

В выдаваемый федеральным органом сертификат входит:

- наименование и местонахождение: заявителя; изготовителя СЗИ; органа по сертификации, который выдал сертификат;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого проводилась сертификация;
- информация о: СЗИ; проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях; документах, которые заявитель предоставил в орган по сертификации;
- срок действия сертификата.

Сертификат соответствия может выдаваться как на серийно выпускаемые СЗИ, на поставляемую партию или на единичный экземпляр.

Система добровольной сертификации [4]

Добровольная и обязательная сертификация СЗИ проводятся аналогично друг другу, однако добровольное подтверждение соответствия инициируется заявителем и проводится для установления соответствия документам по стандартизации, исходя из условий договора.

Главным отличием системы добровольной сертификации является то, что она может быть создана одним (или несколькими) юридическим лицом и (или) индивидуальным предпринимателем. Данные Системы аналогичны системам сертификации созданным федеральными органами по сертификации и регистрируется федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

В основном добровольная сертификация применяется для повышения конкурентоспособности.

Декларирование [4]

Декларирование является формой подтверждения соответствия средств защиты информации требованиям технических регламентов. Данный метод схож с обязательной сертификацией, но имеет ряд принципиальных отличий.

Анализируя нормативные документы [1-4], становится очевидно, что процедуры сертификации и декларирования идентичны по структуре и требуют одинакового набора документов. Однако при декларировании изготовитель средства самостоятельно формирует доказательственные материалы в целях подтверждения соответствия СЗИ требованиям технического регламента (третья сторона привлекается лишь в случае, если невозможно подтвердить соответствие без ее участия). Доказательственными материалами может служить техническая документация, результаты собственных исследований (испытаний) и измерений и иные документы.

Результатом декларирования является получение изготовителем декларации соответствия. Это документ, в котором сам производитель СЗИ подтверждает качество своего средства. Декларация содержит сведения о СЗИ аналогичные сведениям в сертификате соответствия и заверяется производителем или уполномоченным органом.

Существенное отличие в декларировании и сертификации заключается в распределении ответственности за допущенные ошибки при проведении процедуры подтверждения соответствия. При сертификации изготовитель обращается в стороннюю организацию (орган по сертификации, испытательная лаборатория (центр)), которая производит испытания образцов СЗИ и выносит вердикт о его соответствии требованиям по обеспечению ИБ, поэтому ответственность за ошибки, допущенные в ходе сертификации, несет исключительно сторона, выдающая сертификат. В случае декларирования,

ответственность за недостоверность данных в декларации единолично несет изготовитель.

Заключение

Исходя из рассмотренных аспектов, можно сделать вывод о том, что вариации систем сертификации позволяют подобрать оптимальный способ подтверждения соответствия разных видов средств защиты информации требованиям по обеспечению безопасности информации. Реализация в Системах возможности добровольной сертификации позволяет стандартизировать самые доступные для потребителей СЗИ. Именно наличие разных видов Систем делает сертификацию одним из наиболее действенных методов обеспечения безопасности информации.

Список используемых источников

1. Постановление Правительства РФ от 26 июня 1995 г. N 608 «О сертификации средств защиты информации» [Электронный ресурс] // URL: http://base.garant.ru/102670/. (дата обращения 12.11.2020).
2. Положение о сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации. [Электронный ресурс] // URL: https://fstec.ru/component/attachments/download/306. (дата обращения 12.11.2020).
3. Приказ ФСБ РФ от 13 ноября 1999 г. N 564 «Об утверждении положений о системе сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности для сведений, составляющих государственную тайну, и о ее знаках соответствия». [Электронный ресурс] // URL: http://base.garant.ru/181478/. (дата обращения 12.11.2020).
4. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 28.11.2018) «О техническом регулировании» [Электронный ресурс] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/e596a53de93e2aee1e6423fa3248341aaed82999/. (дата обращения 13.11.2020).

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ СИГНАЛА РЕЧИ В БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

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

В работе представлена методика обнаружения фальсификации речи с разложением в спектр звука. Полученные численные характеристики звука формируют вектор признаков для обучения глубокой нейронной сети. Настройка весовых коэффициентов нейронной сети выполняется таким образом, чтобы входной вектор, описывающий характеристики речи, классифицировался в выходном векторе, как фальсифицированная либо обычная речь.

глубокая нейронная сеть, биометрические данные, аутентификация, классификация

Введение.

Биометрией называется система распознавания личностей по одной или нескольким поведенческим или физическим чертам. К поведенческим чертам относятся черты, связанные с поведением человека. Это могут быть его походка, манера речи, почерк и т.д. Под физиологическими чертами понимается все, что относится к форме тела, а именно отпечатки пальцев, форма и черты лица, запах, сетчатка глаза, голос и др. В индустрии информационных технологий биометрические данные являются основным объектом при использовании в качестве формы управления идентификаторами доступа и контроля доступа.

Системы аутентификации, использующие биометрические данные людей для удостоверения их личности, называются биометрическими.

Биометрическая аутентификация подразумевает процесс проверки подлинности личности посредством предъявления своего биометрического образа и путем преобразования данного образа в соответствии с определенным заранее протоколом аутентификации.

Методы биометрической аутентификации делятся на следующие классы [1]:

- статические методы, основой которых являются физиологические данные человека, которые присутствуют у него в течение всей жизни и которые не могут быть скопированы, потеряны или украдены;
- динамические методы, которые основаны на поведенческих характеристиках человека, т.е. на особенностях, характерных для подсознательных движений в процессе воспроизведения или повторения какого-либо обыденного действия.

Необходимыми критериями биометрических параметров являются [1]:

- всеобщность (признак должен присутствовать у всех людей);

- уникальность (с биометрической точки зрения отрицается факт существования более одного человека с одинаковыми поведенческими и физическими параметрами);
- постоянство (необходимость в постоянстве измеряемых биометрических параметров во времени для корректной аутентификации);
- измеримость (должна существовать возможность измерения признака каким-либо фиксирующим устройством для дальнейшего занесения в базу данных);
- приемлемость (общество не должно быть против измерения и сбора биометрических параметров).

В данной работе в качестве основного биометрического параметра будет рассматриваться уникальность голоса человека.

Идентификация – это присвоение объекту уникального имени – идентификатора, и сравнение этого параметра со всем перечнем присвоенных идентификационных имен. Идентификатор должен однозначно характеризовать объект, т.е. два разных объекта не должны обладать одинаковыми идентификаторами.

Идентификация личности по характеристикам аудиосообщений может проводиться по следующим характеристикам:

- тональность – высота основного тона голоса, которая измеряется в Гц и строится вокруг движений голосовых связок;
- громкость, насыщенность – параметр, зависящий от силы, количества энергии, которую человек вкладывает в произношение тех или иных звуков;
- тембр голоса – это уникальное для каждого человека звучание звуков/слогов;
- фонетика – индивидуальное для каждого человека произношение слогов, звукосочетаний, а также закономерность соединения звуков в речевую цепочку. Сюда также входит произношение и акцент.

Для идентификации личности необходимо сравнить характеристики голоса из аудиосообщения с характеристиками голоса из базы данных или добавить данные характеристики при отсутствии в базе данных. Так как тональность легко подделать, то на эту характеристику не стоит обращать большого внимания. Другая же характеристика – тембр голоса – отличается от человека к человеку из-за разности формирования голосовых связок (поэтому по нему уже можно сильно различать личности), представляет собой уникальный обертоновый окрас основного тона голоса. Тембр можно увидеть в виде пиков по бокам от основного тона и его гармоник.

При произношении одного и того же слова двумя разными людьми спектрограммы будут различаться, следовательно может проходить идентификация по спектрограммам.

По вертикальной оси рисунка 1 откладывается высота тона. По различиям в спектрах рядом с основным тоном (самый яркий цвет на спектрограмме) можно различать тембр голоса. По фонетике различия могут прослеживаться в совокупности по вертикальной оси (частота, высота тона) и горизонтальной

оси (время). Такие различия возникают ввиду того, что каждый человек в обычных условиях произносит одну и ту же фразу по-разному, что обусловливается разным произношением звукосочетаний, акцентом, диалектом и т.д.

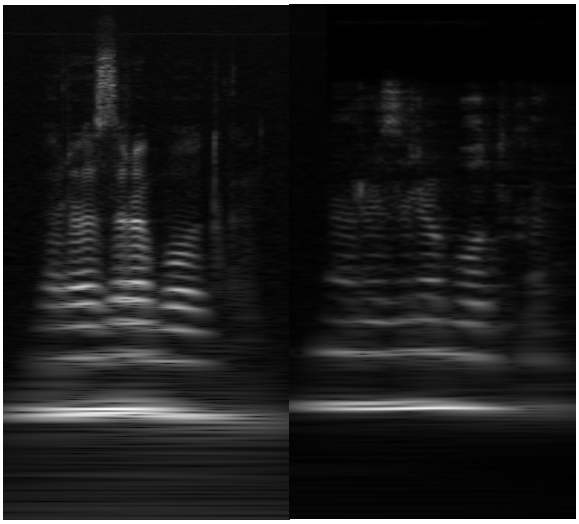


Рис. 1. Образцы спектрограмм

Всякая схема распознавания работает в следующих двух режимах:

- режим регистрации;
- режим идентификации.

Режим регистрации представляет собой последовательное выполнение следующих действий [2]:

- получение речевого потока;
- извлечение признаков;
- запись в базу данных;
- перенастройка системы классификации.

Режим идентификации заключается в следующих этапах [2]:

- получение речевого потока;
- извлечение признаков;
- сравнение с порогом;
- классификация.

Из описания режимов видна их схожесть между собой. Обоим необходимо получение речевого аудио потока и вычисление основных признаков полученных данных. Отличие же состоит в последующей обработке потоков. В режиме регистрации поток необходимо запомнить для последующего использования, поскольку работа с основными признаками является более эффективной, чем работа с сырыми данными. При этом в режиме идентификации сохранять данные нельзя, поскольку система не имеет никакой обратной связи на данном этапе работы и не может быть полностью уверена в принадлежности голоса конкретному лицу.

Методика обнаружения фальсификации сигнала речи.

Методика обнаружения фальсификации сигнала речи подразумевает под собой выполнение следующих этапов работы:

1. этап подготовки образцов;
2. этап преобразования сигнала образцов в спектральный вид;
3. этап обучения глубокой нейронной сети;
4. этап проверки результатов обучения нейронной сети.

Системой в данной методике называется программа, выполняющая математические вычисления. Человек, работающий с данной системой и контролирующий этапы ее работы, является оператором системы.

На первом этапе производится обрезка фраз разных экземпляров речи: обычной человеческой речи, синтезированной речи, речи, прошедшей преобразование с целью имитации конкретного лица, и пр. Далее каждый образец помечается либо как обычная речь, либо как фальсифицированная речь. Данный этап выполняется оператором системы. На рисунке 2 приведен пример образцов речи.

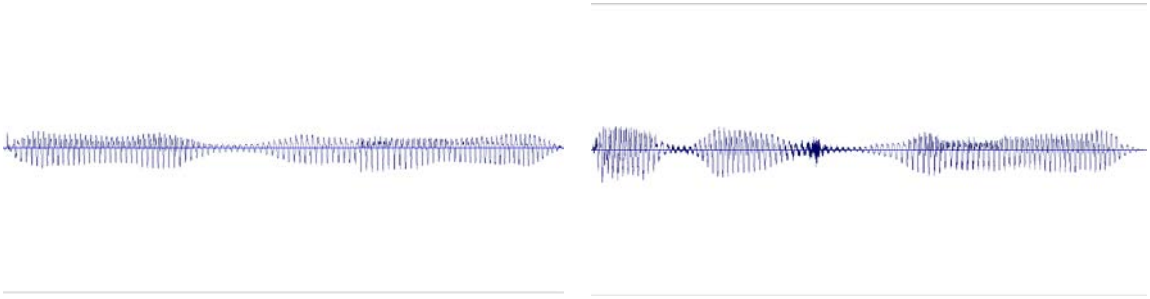


Рис. 2. Пример образцов обычного и фальсифицированного сигнала речи соответственно

На втором этапе производится преобразование сигнала в спектральный вид. Происходит это посредством дискретного преобразования Фурье с использованием окна Хемминга [3]. Данный этап выполняется системой и контролируется оператором.

Третий этап методики заключается в обучении глубокой нейронной сети для классификации по полученному набору спектров из второго этапа и меток о наличии фальсификации из первого этапа. Данный этап также выполняется системой.

На четвертом этапе производится проверка результата классификации речи после прохождения через нейронную сеть тестовых данных, не участвовавших в обучении нейронной сети, оператором. В ходе проверки оценивается текущая эффективность нейронной сети, и принимаются решения о дальнейшем её обучении. Исходом проверки может являться:

- сохранение модели обученной нейронной сети для дальнейшего использования, если результат удовлетворителен;
- исправление и/или перезапись образцов на этапе 1, увеличение количества образцов речи, если результат неудовлетворителен.

Четвертый этап выполняется оператором.

Заключение.

В данной работе определены характеристики голоса, по которым может проводиться идентификация и которые будут использоваться для разработки системы классификации речевого сигнала на основе глубокой нейронной сети.

Рассмотрены режимы работы систем биометрической идентификации.

Разработана и описана методика обнаружения фальсификации сигнала речи на основе глубокой нейронной сети. Направление дальнейших исследований – проведение экспериментов по оценке разработанной методики и определение набора признаков, характеризующих речевой сигнал.

Список используемых источников

1. Биометрические системы аутентификации. [Электронныйресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8 (дата обр. 20.11.2020). – Заглавие с экрана.

2. Текстонезависимая идентификация по голосу. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/336516/ (дата обр. 20.11.2020). – Заглавие с экрана.

3. Спектральный анализ на ограниченном интервале времени. Оконные функции. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.dsplib.ru/content/win/win.html (дата обр. 20.11.2020). – Заглавие с экрана.

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СХЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА

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

В статье представлен краткий обзор математического аппарата, используемого для построения схем электронного голосования на основе схем разделения секрета. В честности, рассмотрены концепции схемы электронного голосования на основе гомоморфных и модулярных схем разделения секрета.

электронное голосование, схема разделения секрета, участники, представители, бюллетень

Голосование – это способ принятия решения группой людей, при котором общее мнение выбирается путем подсчета голосов членов комиссии[1].

Электронное голосование – термин, определяющий различные виды голосования, охватывающий как электронные средства голосования, так и технические электронные средства подсчета голосов[1]. Одной из разновидностей электронного голосования является процедура выборов посредством сети Интернет. Данная технология, по сравнению с традиционным голосованием, позволяет с более высокой скоростью обрабатывать бюллетени, экономить время на их заполнение, отображать ход голосования в реальном времени, а также способно эффективно масштабироваться. При этом участникам выборов не требуется приходить на избирательный участок, что позволяет облегчить процедуру голосования.

Однако, поскольку система электронного голосования в основном основывается на интернет-платформе, важнейшей проблемой для нее являются риски безопасности, которые могут возникнуть при ее реализации. Для снижения таких рисков за последние десятки лет было предложено большое количество различных протоколов, которые связаны с конфиденциальностью, индивидуальной проверкой, а также надежностью, доступностью и т.д. Помимо этого, в таких протоколах реализованы различные технологии, среди которых слепая подпись, гомоморфное шифрование, доказательство с нулевым разглашением и т.д.

С развитием криптографии было предложено множество протоколов со своими особенными свойствами. В последнее время в данной области проводятся многочисленные исследования, а во многих странах приняты открытые стандарты электронного голосования.

Система электронного голосования должна удовлетворять следующим требованиям[2]:

- **аутентификация**: голосовать могут только уполномоченные избиратели, данные о которых могут быть взяты из паспорта или другого

аналогичного документа, удостоверяющего личность. Списки об избирателях заранее составляются избирательной комиссией (ИК);

- **уникальность**: ни один избиратель не может голосовать более одного раза, что предотвращает принуждение или покупку голосов;
- **точность**: системы голосования должны вести корректный учет голосов. Если избиратель попытается повторить голосование или изменить свой выбор, система должна это предотвратить;
- **целостность**: никто не имеет права доступа к изменению голоса. Системы должны работать надежно, чтобы предотвратить электоральные мошенничества или атаки извне системы. Так же не допустима фальсификация результатов тех легитимных избирателей, которые не захотели принять участие в голосовании;
- **результат** голосования каждого избирателя должен оставаться втайне от других участников, включая избирательную комиссию;
- **подтверждение голоса**: система голосования должна отправить электронное письмо избирателю, чтобы оповестить, что его голос был принят системой правильно. Так же в конце выборов избирателям может быть отправлена информация с результатами голосования, где указывается победивший кандидат.

Рассмотрим схему электронного голосования на основе гомоморфных схем разделения секрета, которые подразумевают, что композиции частных секретов являются частными секретами композиции секретов. Под гомоморфным шифрованием понимается особая форма шифрования, которая позволяет производить определенные математические действия с зашифрованным текстом и получать зашифрованный результат, который соответствует результату операций, выполняемых с открытым текстом. Такое свойство схем разделения секрета позволяет использовать их для построения схем электронного голосования.

Задача разделения секрета сводится к разделению данных, которое предполагает, что для выделения основного секрета необходимо объединение частных секретов (теней) нескольких лиц в количестве не менее некоторой заданной величины. Заранее определенные подмножества участников, которые способны восстановить истинное значение секрета, называются разрешенными, а все вместе они образуют структуру доступа.

Например, схема разделения секрета Асмута-Блума обладает свойством $(+,+)$-гомоморфности при условии использования попарно взаимно простых модулей одной степени в кольце полиномов от одной переменной над полем Галуа F_q. В данной схеме секрет вычисляется согласно китайской теореме об остатках:

$$c_1(x) = C_1(x)\ \left(mod\ m_0(x)\right),\ c_2(x) = C_2(x)\ \left(mod\ m_0(x)\right),$$

где C_1, C_2 – промежуточные секреты, соответствующие секретам c_1 и c_2 соответственно[3,4]. По свойствам сравнений:

$$c_1(x) + c_2(x) = C_1(x) + C_2(x)\ \left(mod\ m_0(x)\right).$$

Сумма $C_1(x) + C_2(x)$ аналогичным образом соответствует суммам частных секретов $s_i^1(x) + s_i^2(x)$. При этом попарно взаимно простые модули остаются прежними, что является необходимым условием гомоморфности.

Пусть $A_1, A_2, \dots, A_m$ – голосующие, $B_1, B_2, \dots, B_t$ – выборные представители. В данных схемах электронного голосования есть также доверительное лицо B, задача которого заключается в подведении итогов голосования. Значения v_+ и v_- присваиваются голосами «да» и «нет» соответственно. Процесс голосования включает следующие этапы[3]:

1. Каждый участник схемы электронного голосования A_j разделяет свой голос на частные секреты и посылает их B_i. При этом разделение происходит по соответствующей схеме разделения секрета со свойством $(+,+)$-гомоморфности.
2. B_i складывают полученные ими голоса. По свойству $(+,+)$-гомоморфности суммы голосов являются частными секретами соответствующего итога голосования, а, значит, сумма голосов может быть посчитана без нарушения приватности схемы.
3. B вычисляет конечный итог голосования, используя набор частных сумм голосов, переданных ему выборными представителями.

Рассмотрим схему электронного голосования на основе модулярной схемы разделения секрета. Пусть, как и ранее, $A_1, A_2, \dots, A_m$ – голосующие, $B_1, B_2, \dots, B_t$ – выборные представители, B – доверительное лицо. Процесс голосования в данном случае включает следующие этапы[3]:

1. B выбирает некоторую (k,t)-пороговую структуру доступа Г для выборных представителей, генерирует и публикует последовательность Асмута-Блума $(m_0(x),\ m_1(x), \dots, m_t(x))$ попарно взаимно простых модулей одной и той же степени n.
2. B публикует значения a_+ и a_-, где $a_+,\ a_- \in F_q[x]$ – нормированные многочлены степени меньше n.
3. Каждый голосующий A_j выбирает маску выборов $v_j(x) \in F_q[x]$ степени меньше n, для своего голоса $a_j(x) \in \{a_+(x), a_-(x)\}$ и формирует бюллетень $V_j(x) = a_j(x) + v_j(x)$. Далее он случайным образом генерирует полином $p_j(x) \in F_q[x]$ степени меньше $(k-1)n$, и вычисляет промежуточный бюллетень $CV_j(x) = p(x)m_0(x) + V_j(x)$.
4. Каждый голосующий A_j секретно пересылает B_i подбюллетень $V_{ij}(x) = CV_j(x)\ mod\ m_i(x)$ для $j = \overline{1,m}$ и $i = \overline{1,t}$.
5. Каждый B_i вычисляет частный «замаскированный» результат выборов $T_i(x) = \sum_{j=1}^{m} V_{ij}\ (x)\ mod\ m_i(x)$ и секретно посылает его B для $i = \overline{1,t}$.
6. B получает окончательный «замаскированный» итог $T(x) = \sum_{j=1}^{m} V_j\ (x)$ посредством решения системы $C(x) \equiv T_i(x)\ mod\ m_i(x),\ i \in D$ с использованием китайской теоремы об остатках для некоторого разрешенного множества D, и затем $T(x) = C(x)\ mod\ m_0(x)$. В силу того, что обобщенная схема Асмута-Блума

$(+_{m_0}, +_{m_1}, \dots, +_{m_t})$-гомоморфна, значения $T_1(x), \dots, T_t(x)$ являются частными секретами $T(x)$.

7. Каждый голосующий $A_j, j = \overline{1,m}$, секретно пересылает B свою маску $v_j(x)$.
8. B вычисляет сумму голосов $R(x) = \sum_{j=1}^{m} a_j(x)$ как $R(x) = T(x) - \sum_{j=1}^{m} v_j(x)$.
9. Количество ответов «да» и «нет» может быть получено как решение уравнения $v_+(x)z + v_-(x)y = R(x)$. Если значения $v_+(x)$ и $v_-(x)$ выбираются так, что степень полинома $v_+(x)$ меньше степени полинома $v_-(x)$, то это решение можно найти следующим образом: $t_- = r_{\text{степ } R(x)}$, где $r_{\text{степ } R(x)}$ – старший коэффициент многочлена $R(x)$, $t_+ = p_{\text{степ } R(x)}$, где $p_{\text{степ } R(x)}$ – старший коэффициент многочлена $P(x) = R(x) - t_- a_-(x)$. При этом порядок поля q должен быть достаточно большим, $q > m$. B публикует результат голосования (t_+, t_-).

Эта схема электронного голосования не позволяет никакому подмножеству избирателей или доверительных лиц связать голос избирателя с самим избирателем, т.е. определить какой избиратель за кого проголосовал. Преимуществом полиномиальных схем модулярного разделения секрета является их теоретико-информационная стойкость: полиномиальная модулярная схема, в общем случае – совершенная, а в пороговом – идеальная [5]. Помимо этого, такие схем имеют более широкий спектр возможностей по генерации параметров: в качестве исходного поля используется любое поле F_q, а количество параметров зависит от степеней модулей участников в $F_q[x]$, что позволяет построить множество схем даже для небольших простых q.

В целях предотвращения фальсификации итогов необходимо дополнить требования к системе электронного голосования следующими пунктами:

- любой желающий может проверить достоверность результата;
- протокол должен работать и в тех случаях, когда некоторые участники ведут себя нечестно.

Для реализации таких требований необходимо использование схем проверяемого разделения секрета, которые предоставляют всем участникам разделения возможность проверить, что ими получены корректные доли секрета. Такая схема гарантирует существование секрета, который участники смогут восстановить в дальнейшем, даже если само распределение было умышленно нарушено или изменено. Однако перед интеграцией такого класса схем разделения секрета в схемы электронного голосования необходимо подвергнуть их глубокому анализу.

Целесообразность развития удаленного электронного голосования состоит не только в удобстве и сокращении затрат времени, но и в использовании такой системы в случае невозможности очного проведения голосования. За последний год многие предприятия и учебные заведения продолжали свою деятельность строго в дистанционном формате. Для того

чтобы они были способны нормально функционировать и принимать решения, появляется необходимость в применении удаленного электронного голосования. Но для его использования необходимы корректная организация голосования и применение соответствующих средств защиты.

Список используемых источников

1. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка // С.И Ожегов, Н.Ю. Шведова. – 3 изд., стер. – Москва: Азъ, 1996. – 907 с.Коржик В.И., Яковлев В.А. Основы криптографии: учебное пособие: СПб.: СПбГУТ, 2016. 295 с.
2. Коржик В.И., Яковлев В.А. Основы криптографии: учебное пособие: СПб.: СПбГУТ, 2016. 295 с.
3. Шенец Н.Н. Модулярное разделение секрета и системы электронного голосования // Вестник БГУ. Сер. 1. 2011. №1, С. 101-104.
4. Галибус Т.В. Модулярная реализация специальных структур доступа // Информатика, октябрь-декабрь, 2007, №4. Защита информации. С. 118-124
5. Галибус Т.В., Матвеев Г.В. Верификация параметров модулярного разделения секрета // Вестник БГУ. Сер. 1. 2015. №1, С. 76-79.

УДК 004.056.2
ГРНТИ 20.53.23

АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Р.Д. Стародубов, Р.Б. Петрив
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф.М. А. Бонч-Бруевича

В настоящее время число пользователей, использующих устройства с беспроводным выходом в Интернет, непрерывно растет, что в свою очередь провоцирует рост и количество злоумышленников, которые пытаются получить доступ к данным других пользователей с целью их дальнейшего использования в личных целях. В данной статье отображено актуальное состояние безопасности беспроводных сетей, мониторинг которого необходим для грамотного обеспечения конфиденциальности, целостности доступности информации в современных компьютерных сетях.

информационная безопасность, беспроводные сети, Wi-Fi сети

В настоящее время беспроводные сети обладают больших рядом преимуществ, одним из которых является мобильность, что позволяет получать доступ к сети в любой момент времени в радиусе ее действия. На сегодняшний день подключение к Wi-Fi сети, с некорректными настройками безопасности, является уязвимым, в силу того, что передаваемые по сети данные, могут быть перехвачены третьими лицам, а значит конфиденциальная информация может стать открытой для злоумышленников.

Для перехвата всех необходимых данных достаточно находиться в зоне действия сети Wi-Fi, где непосредственно расположено само электронное устройство. Направлением атаки злоумышленников может быть не только нарушение каждой из составляющей данных: конфиденциальности, доступности, целостности, но и перехват информации с целью дальнейшего использования в личных целях. [1] Учитывая вышеизложенные факты существует необходимость обеспечения безопасности в беспроводных сетях не менее, чем в проводных.

Наиболее распространенными на сегодня являются беспроводные сети стандарта IEEE 802.11n. Принципы построения и конфигурации беспроводных систем данного стандарта описаны в [2,3]. Одним из важных критериев безопасного функционирования сетей, является отсутствие уязвимостей. Повсеместное использование уязвимостей и неуклонный рост возможностей злоумышленников, указывает на необходимость подробного изучения данного вопроса, что описано в работах [4,5].

Главной проблемой беспроводных сетей является осуществление безопасности информации при работе в сети, чему уделено внимание в [6,7].

Важно отметить, что Wi-Fi сети за последние годы получили огромное распространение. Большинство ведущих компаний мира активно используют быстро развивающуюся технологию Wi-Fi, а так же предоставляют своим клиентам Wi-Fi услуги. В последнее время большое количество различных

устройств производятся со встроенной поддержкой Wi-Fi, например, мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки или любое другие устройства из всего многообразия гаджетов. Для подключения к беспроводной сети необходимо лишь прибывать в радиусе её действия, опции по определению Wi-Fi сетей и настройке их необходимых параметров происходят автоматически. Устройство, которое находится в радиусе действия нескольких Wi-Fi сетей, имеет возможность подключаться либо к той точке, выбор которой производит сам пользователь, либо автоматически – к сети, с самым мощным уровнем сигнала. Также происходит периодическая проверка точки доступа с лучшим уровнем сигнала. Беспроводная сеть Wi-Fi обладает следующими преимуществами, главными из которых являются:

- организация, эксплуатация и масштабирование сети без использования кабеля
- возможность динамического изменения топологии сети;
- возможность использования одной точки доступа несколькими пользователями;
- простота проектирования и реализации. [1]

Важно иметь в виду, что по сравнению с проводными сетями, Wi-Fi сети имеют ряд существенных отличий. Wi-Fi сети не имеют «контролируемой среды» – т.е. кабеля, физический доступ к которому можно контролировать и пропускать весь трафик через системы обнаружения и предотвращения вторжений IDS/IPS. Средой передачи являются радиоволны, которые можно как принимать проходя мимо, так и глушить с помощью некоторых бытовых устройств. Одной из наиболее распространённых и популярных угроз является тот факт, что любой пользователь может купить маршрутизатор и развернуть Wi-Fi сеть «из коробки» с конфигурацией по-умолчанию. При этом пользователи могут находиться в любой точке зоны покрытия, а беспроводные устройства видеть друг друга. В виду перечисленных выше и других причин, целью злоумышленников гораздо чаще становятся именно Wi-Fi, чем проводные сети. [8]

Wi-Fi в настоящее время считается не только самой популярной технологией беспроводного доступа, но и самой удобной с точки зрения несанкционированного получения и передачи информации. [9]

Разработка новых стандартов и протоколов безопасностей беспроводных сетей ведет к выявлению уязвимостей и прекращению поддержки ранее используемого оборудования, которое, однако остается широко распространенным в быту рядовых пользователей, в малом бизнесе и в крупных организациях. Одновременно с этим постоянно развиваются, и становится всё более доступны приложения и оборудование для проведения атак. Снижается минимальный необходимый уровень знаний и технической оснащенности злоумышленника для ее успешной реализации. Информация о существующих уязвимостях и практических способах реализации атак с их использованием постоянно появляется не только на специализированных ресурсах, посвященных информационной безопасности, но и на популярных

развлекательных ресурсах. Всё это может привести к росту числа осуществляемых атак на сетевое оборудование и электронные устройства пользователей, использующие подключения к сети интернет.

Успешная атака на сеть Wi-Fi позволяет не только перехватывать чувствительную информацию, а также производить атаки на пользователей беспроводной сети и использовать полученный доступ в сеть с целью осуществления других противоправных действий. При успешной атаке на беспроводные сети организаций злоумышленник способен получить доступ к ресурсам её ЛВС, проводить атаки на пользователей беспроводных точек доступа, а также развивать атаку для получения доступа к внутренним ресурсам компании. Учитывая популярность таких сетей в корпоративном сегменте, ущерб для бизнеса и отдельных пользователей может быть огромным.

Основные проблемы организации защиты беспроводных сетей WiFi:

- Учитывая общие сетевые уровни как проводной, так и беспроводной сети WiFi, важно отметить, что большинство атак, применяемых в проводной сети, будут работать и против клиентов беспроводной сети WiFi.
- Поиск злоумышленника, фальшивой точки доступа WiFi или зараженного компьютера и предотвращение попыток доступа или атак может быть усложнено в силу свойств физической природы радиосигналов
- Критические факторы обеспечения безопасности, такие как управляемые точки доступа сети WiFi и централизованная архитектура сети доступа WiFi-стандарта.

Проведенный анализ проблем безопасности беспроводных сетей показал, что данные сети подвержены большому количеству атак, и защита от них требует специальных мер. Учитывая вышеизложенные факты, можно отметить острую необходимость постоянного обучения как студентов, так и действующих специалистов в сфере информационной безопасности, дающего возможность постоянно повышать свой профессиональный уровень, узнавать об актуальных способах атак на сетевое оборудование, оценки сложности их реализации и способах противодействия этим атакам.

Список используемых источников

1. Аржаков А.В., Атавина А.В., Зарешин С.В., Сильнов Д.С. Анализ защищенности общедоступных Wi-Fi сетей на улицах Москвы // Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ". - 2016. - С. 118-124

2. Беделл П. Сети. Беспроводные технологии. – М.: НТ Пресс, 2008. – 448 с.

3. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н. Беспроводные сети Wi-Fi. М.: БИНОМ, 2007. – 178 с.

4. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 640 с.

5. Хансен Д. Атаки на беспроводные сети Электронный ресурс. / Д. Хансен [Электронный ресурс]. – URL: http://www.securitylab.ru/analytics/216360.php (дата обращения 17.11.2020).

6. Edney W. Real 802.11 Security: Wi-Fi Protected Access and 802.11i / W. Edney, A. Arbaugh – Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2003. – 186 p.

7. Райан Р. Защита от хакеров беспроводных сетей: «ДМК Пресс», 2005. – 480 с.

8. Белорусов Д. И., Корешков М. С. WiFi-сети и угрозы информационной безопасности. // Специальная техника. 2009. № 6, С 79-84.

9. Василенко К. А. Wi-Fi сети: угрозы безопасности и технологии защиты // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (28), С 89-91.

УДК 004.056.2
ГРНТИ 20.53.23

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВОМ ТРАФИКЕ

Д.Д. Стародубова, Р.Д. Стародубов, И.А. Ушаков
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф.М. А. Бонч-Бруевича

Обнаружение аномалий в сетевом трафике на сегодняшний день является одной из наиболее острых проблем обеспечения информационной безопасности компьютерных сетей. Данная работа посвящена анализу методов машинного обучения с целью дальнейшего применения для обнаружения аномалий сетевого трафика. В статье проводится краткий теоретический обзор каждого метода, а также приводится анализ релевантных работ, посвящённых представленным методам.

информационная безопасность, сетевой трафик, обнаружение аномалий, машинное обучение, сетевые атаки

Обнаружение аномалий – нахождение последовательностей или единичных экземпляров данных, которые отклоняются от предполагаемого нормального поведения т.е. являются аномальными [1].

В настоящее время, учитывая стремительное развитие и модификацию вредоносного программного обеспечения (ПО), а также активный рост уровня хакерства, антивирусное ПО не способно в полной мере защитить пользователей компьютерных сетей от действий злоумышленников. Всё чаще, помимо использования статистических методов, которые анализируют соответствие конкретного действия в сети определённым шаблонам и записям журналов (брандмауэры), становится популярным и востребованным анализ поведения трафика во время работы сети. Подвергая анализу определённые параметры, можно выявить в какой момент времени в поведении трафика появляются признаки аномальной активности. Анализ сетевого трафика на предмет аномалий в сети на сегодня является актуальным методом выявления атак, так как помогает обнаруживать злоумышленника еще на этапе подготовки атаки.

Значительное количество работ посвящено возможностям применения методов глубокого обучения в целях обнаружения и классификации сетевых атак. Проводится достаточно исследований для выявления определенных параметров гарантирующих обнаружение аномалий при работе сети, которые впоследствии смогут на протекающие в ней процессы. При поиске аномалий на базе методов машинного обучения предполагается построение системы, которая совершенствуется на основе предыдущих знаний [2].

В [3] подробно рассмотрены подходы по обнаружению аномалий на основе статистических моделей и машинного обучения. В работе [4] проведен анализ возможности автоматической кластеризации пакетов для системы обнаружения аномалий в корпоративных сетях. Аномальными считаются

большие кластеры с высокой плотностью, а также малые или разреженные кластеры. Далее на основе полученных данных обучаются алгоритмы бинарной классификации. Подробный анализ методов обнаружения аномалий числовых и символических данных, отображен в [5].

В последнее время все чаще для классификации трафика и выявления сетевых атак используются современные методы машинного обучения, исходные данные представляют собой некую выборку объектов. Под объектом сетевого трафика может быть принят пакет данных, сетевой поток, набор значений за временной интервал. Каждый из объектов выборки может быть описан набором признаков, каждый из которых имеет один из следующих типов: бинарный, номинальный, порядковый, количественный. Набор и тип признаков может ограничиваться используемыми алгоритмами обнаружения. В некоторых случаях могут использоваться попарные отношения сходства между объектами вместо значений анализируемого объекта. Подобные сходства можно выразить, используя расстояния между объектами или с помощью матрицы сходства.

Принято сопоставлять выборке объектов - метки классов или использовать неразмеченную выборку. Метки, которые соответствуют объектам, могут указывать на принадлежность данных к нормальному или аномальному классу. Исходная выборка данных разделяется на обучающую - для настройки или обучения алгоритмов, а также на проверочную, нацеленную на качественный анализ обученного алгоритма. С учетом разметки обучающей выборки можно выделить два типа обучения: обучение с учителем и обучение без учителя. Методы первого типа требуют наличия метки класса для каждого объекта обучающей и тестовой выборки. Методы второго типа, т.е. без учителя не требуют размеченной выборки.

Методы машинного обучения позволяют обучать алгоритмы с применением некого обучающего набора данных для решения различных задач. Преимущественной задачей методов машинного обучения является восстановление зависимости между множеством входных объектов и множеством ответов.

Детектирование аномалий сетевого трафика - одна из прикладных задач обеспечения информационной безопасности, для разрешения которой исследуются возможности применения следующих методов машинного обучения.

Метрические методы классификации. Задача классификации состоит в присвоении на входе каждому объекту алгоритма - метки класса на выходе. При построении алгоритма классификации применяется обучающая выборка, содержащая множество объектов с присвоенными каждому метками класса. Алгоритм, подверженный обучению, должен сопоставлять любому объекту метку класса независимо от того встречался ли он в обучающей выборке. Метрические методы классификации основаны на определении понятия сходства или расстояния между объектами. Основополагающим понятием

является то, что объекты, которые принадлежат одному классу, правило схожи между собой.

Метод опорных векторов. Данный метод относится к линейным методам классификации. Сутью метода опорных векторов является нахождение такой оптимальной гиперплоскости, которая бы разделяла объекты, принадлежащие к разным классам. Оптимальной принято считать такую гиперплоскость, в которой ближайшие к ней объекты классов будут находится максимально далеко.

Методы кластеризации. Задачей кластеризации является разбиение множества объектов на определенное число кластеров по некоторому набору признаков. Главное отличие задачи кластеризации от классификации состоит в том, что во время обучения алгоритма кластеризации, как правило, не используются данные о принадлежности объекта к какому – либо кластеру.

Методы искусственных нейронных сетей. В машинном обучении большой группой методов являются методы, которые основаны на искусственных нейронных сетях. Главным элементом искусственной нейронной сети является искусственный нейрон. Нейронная сеть образована таким образом, что все нейроны соединены связями, обладающими некоторым весом.

Обучение нейронной сети производится путем настройки весов связей между нейронами, а также весов связей, которые идут от нейронов смещения. Веса связей задаются рандомно. При подаче объекта из обучающей выборки на вход нейронной сети и получения значения на выходе происходит вычисление величины ошибки. В зависимости от типа метода обучения (обучение с учителем или без) ошибка вычисляется как мера отклонения полученного ответа нейронной сети от ожидаемого.

Одним из популярных методов обучения нейронных сетей принято считать метод обратного распространения ошибки. Идея данного метода состоит в корректировке весов связей методом градиентного спуска учитывая допущенную ошибку нейронами предыдущего слоя. Для решения задачи обнаружения аномалий используется полносвязная нейронная сеть прямого распространения с одним скрытым слоем. Сеть обучается по методу обратного распространения ошибки.

Особенности описанных методов машинного обучения приведены в таблице 1.

Проведя анализ описанных выше методов можно отметить, что высокие вычислительные затраты, а также сложность адаптации к предметной области являются недостатками методов машинного обучения. Однако, анализ методов детектирования аномалий показал, что для обеспечения надежной передачи данных в современных компьютерных сетях анализ трафика жизненно необходим, так как посредством него существует возможность производить прогнозирование поведения процессов сети.

Таблица 1. Особенности методов машинного обучения при обнаружении аномалий

Метод/Группа методов	Требования к выборке	Изменяемые параметры	Достоинства	Недостатки
Метрические методы классификации	Отсутствие аномальных объектов	Число соседей, расстояние в пределах которого объекты являются соседними	Не требуется время на обучение	Неустойчивость к погрешностям
Метод опорных векторов	Присутствие малого процента аномалий	Процент аномалий в данных	Высокая скорость работы	Чувствительность к шуму и выбросам в обучающей выборке
Методы кластеризации	Присутствие аномальных и нормальных объектов	Число кластеров, размер нормального кластера	Простота реализации	Сложность определения количества кластеров и начальных центров
Методы искусственных нейронных сетей	Требования к выборке в зависимости от сети	Число скрытых слоев, число нейронов в слоях	Гибкость и масштабируемость	Сложность в объяснении результатов

Таким образом, изучение и решение проблемы обнаружения аномалий в сетевом трафике является важным элементом организации стабильного и безопасного функционирования любой телекоммуникационной сети.

Список используемых источников

1. Baek S., Kwon D., Kim J., Suh S.C., Kim H., Kim I. Unsupervised Labeling for Supervised Anomaly Detection in Enterprise and Cloud Networks. 2017 IEEE 4th International Conference on [15] Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud). New York, NY

2. Omar, S., Ngadi, A., and Jebur, H. Machine Learning Techniques for Anomaly Detection: An Overview // International Journal of Computer Applications. — 2013. — Vol. 79, no. 2. — Pp. 33–41.

3. Bodström T., Hämäläinen T. State of the Art Literature Review on Network Anomaly Detection with Deep Learning / O. Galinina, S. Andreev, S. Balandin, Y. Koucheryavy (Eds.) // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. NEW2AN 2018, ruSMART 2018. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 11118. Springer, Cham, 2018. Pp. 64-76. DOI: 10.1007/978-3-030-01168-0_7

4. Hodge, V. and Austin, J. A survey of outlier detection methodologies // Artificial Intelligence Review. — 2004. — Vol. 22, no. 2. — Pp. 85–126.

5. Agyemang, M., Barker, K., and Alhajj, R. A comprehensive survey of numeric and symbolic outlier mining techniques // Intelligent Data Analysis. — 2006. — Vol. 10, no. 6. — Pp. 521–538.

6. Браницкий, А.А., Котенко, И.В. Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак // Труды СПИИРАН. - 2016. - 2(45). - С. 207-243.

7. Шелухин, О.И. Обнаружение вторжений в компьютерные сети (сетевые аномалии): учеб. пособие / Д.Ж. Сакалема, А.С. Филинова, О.И. Шелухин . — М. : Горячая линия — Телеком, 2013. — 221 с.: ил.;

УДК 004.05
ГРНТИ 50.41.01

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ КОНТРОЛИРУЕМОЙ РАЗРАБОТКИ ЗАЩИЩЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

Важным этапом в создание программного обеспечения является организационные моменты, а именно методика разработки этого приложение. Большую часть итогового успеха определяет именно выбранный подход. Среди популярных методик можно выделить Program Evaluation and Review Technique и Critical Path Method, которые имею свои как достоинства, так и недостатки.

жизненный цикл программного обеспечения, разработка программного обеспечения, управления проектами, методы управления проектами

Перед созданием любого программного обеспечения (ПО) предшествует организация разработки этого приложения. Именно выбранный подход в большой степени определяет итоговый успех проекта, так как без верно подобранной методики сложно наладить стабильную работу в команде, безопасность программы и функциональную устойчивость. Выбор методики разработки в основном зависит от специфики проекта, размера финансирования и особенностей работников [1]. Разработка любого программного обеспечения подразумевает под собой наличие жизненного цикла (рис.1).

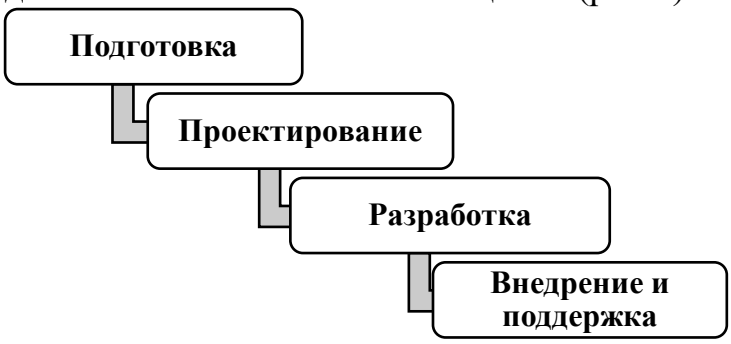


Рис. 1. Жизненный цикл программного обеспечения

Существуют различные методики организации разработки программного обеспечения, которые определяют, как будет идти данный цикл. Все стадии жизненного цикла ПО применяются в любой, какая бы не была выбрана, модели разработки, однако их порядок и продолжительность могут отличаться. Наиболее популярные модели разработки программного обеспечения: каскадная, водопад, инкрементная, итеративная, спиральная. Главным

недостатком является то, что ошибки в организации могут быть проанализированы только после завершения проекта. Это обуславливается тем, что процесс разработки программного обеспечения весьма динамичен и непостоянен. Набор задач и требований могут меняться в течение всего жизненного цикла ПО. Ценой ошибки может статья задержка выпуска в продакшен, неправильный расход имеющихся ресурсов. Опираясь на данные факты, поставлена задача по созданию методики организации контролируемой разработки защищенного программного обеспечения, которая позволит оценить вероятность успешного выполнения проекта [2].

Под методикой понимается совокупность правил и алгоритмов для достижения каких-либо целей. В нашем случае целью является конечная разработка программного обеспечения, а задачей научной работы создание модели процесса ведения проекта. Помимо методики разработки, необходимо также учесть аспект безопасности. В Российской Федерации аспект безопасной разработки регулируется с помощью нормативного документа ГОСТ Р 56939-2016 [3]. Готовое ПО должно быть защищенно от возможных уязвимостей. Но, прежде чем создать методику, необходимо рассмотреть уже существующие. Наиболее известными являются метод критического пути (Critical Path Method, CPM) и метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (Program Evaluation and Review Technique, PERT) [4].

Метод критического пути (Critical Path Method, CPM) – это инструмент для управления проектами, позволяющий вести его пошагово и определить критические и некритически задачи, что предупреждает проблемы со сроками. В основе лежит математический алгоритм [5]. Суть заключается в разбитие проекта на несколько видов работ, после чего определяются важные и второстепенные задачи (рис.2). Следовательно, возможно предупреждение проблем со сроками.

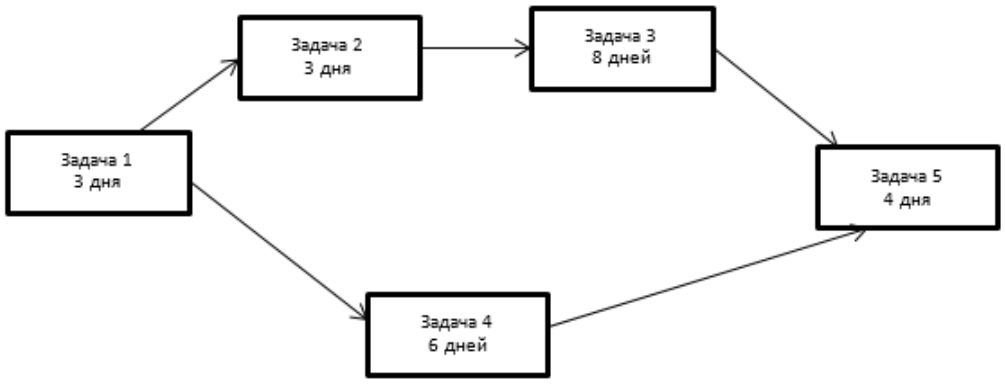


Рис. 2. Пример диаграммы CPM

В CPM критический путь – это наибольшая по длительности цепочка задач. Все задачи в рамках пути критически важны и не могут быть отложены без вреда для проекта.

Преимущества метода критического пути:

- Оптимизация временных затрат за счет понимая затраченных ресурсов на каждую задачу
- Четкие зависимости одних задач от других
- Отображение проекта в графическом виде
- Определение важных/критических задач

Несмотря на перечисленные преимущества, данная методология также имеет свои недостатки:

- При огромном количестве нестабильных переменных сложно спрогнозировать сроки проекта
- Сложность применения CPM в проектах с повышенными рисками выполнения
- Метод не учитывает колебания во времени продолжительности работ, что влияет на общее время завершения проекта

Метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (Program Evaluation and Review Technique, PERT) – этот метод разработан для планирования больших и сложных проектов. Он осуществляет глубокую оценку программы до ее начала, начиная с общей оценки. PERT предполагает оценку временных характеристик необходимых работ, а также вероятность их благоприятного завершения [6]. Схожесть с методом критического пути заключается в рассмотрение проекта как совокупность отдельных задач. Проект при использовании PERT проходит несколько этапов:

1. Определение всех задач для завершения проекта.
2. Определение наилучшей последовательности выполнения этих задач.
3. Оценка сроков выполнения.
4. Разработка диаграммы PERT.
5. Расчет запасов для выполнения задач.
6. Выполнение оценки критического пути.

При оценке сроков выполнения отдельных задач, которые в совокупности представляют проект, обычно составляется таблица с фиксацией сроков и последовательностью выполнений заданий. И только после этого можно перейти к созданию PERT-диаграммы, которая даст четкое визуальное представление о ходе выполнения проекта. В диаграмме рассматриваются события, а также оптимистические, пессимистические и ожидаемые сроки их выполнения.

Преимущества PERT:

- Дает визуальное представление о проекте и его задачах
- Дает представление об ожидаемом времени завершение проекта, а также обеспечивает оценку вероятности завершения до указанной даты
- Предоставляет отчет по задержкам в работе
- Структурированных подход и четкий график

Недостатки методики PERT:

- Не лучший вариант для простых проектов
- При увеличении числа одновременно выполняемых работ увеличивает размер ошибки
- Необходим достаточный опыт у менеджеров проекта для анализа критических путей

Таким образов, сравнив два метода, можно сделать выводы, что и CPM, и PERT схожи между собой. Однако ключевым различием между ними является то, что PERT допускает колебания в сроках выполнения, а CPM делает упор, что длительность работы можно оценить с достаточно высокой степенью. Но оба этих метода имеют свои как недостатки, так и преимущества. Рассмотрев каждую методику, можно сделать выводы, что при организации разработки защищенного программного обеспечения возможна разработка новой математической модели, которая нивелируют минусы PERT и CPM, что является целью дальнейшего исследования. Также стоит цель по рассмотрению модели нарушителя для защищенной разработке ПО. Учитывая данные требования в ближайшем времени будет исследована концепция DevSecOps.

Список используемых источников

1. Катаев М.Ю., Ху Ли Да, Булышева Л.А. Методика оценки риска разработки программного обеспечения на основе бизнес-процессов // ПРИРОДНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ (СИБРЕСУРС-23-2017) Доклады (материалы конференции) 23-ей международной научно-практической конференции. / Изд-во: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск) 2017, с. 133-144.
2. Полицын С.А Математическая модель и система планирования проектов разработки программного обеспечения: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.13.18 / Полицын Сергей Александрович. Моска, 2014. 20 с.
3. ГОСТ Р 56939-2016. Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования. М.: Изд-во Стандартинформ, 2018, 20 с.
4. Фридлянов М.А. Методы и приемы управления проектами в сфере промышленного производства // Проблемы рыночной экономики 2017, № 3, с.17-24.
5. Полушкин Д.П, Чернова Е.В. Метод критического пути в решении прикладных задач ИТ-компании // Международный студенческий научный вестник / Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью "Информационно-технический отдел Академии Естествознания" (Пенза) 2017, с. 43.
6. Blagovisny D.YU., Goryachev V.S., Semenova A.V., Kuterin D.A. Оценка сроков проекта с использованием модификации метода PERT // Theoretical & Applied Science / Изд-во: Теоретическая и прикладная наука (Тараз) 2019, с. 331-335.

УДК 004.5
ГРНТИ 81.93.29

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРОВ И КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.

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

В условиях развития мира объем данных, которые приходится обрабатывать неуклонно растет. Эти данные носят самый разный характер и анализ совокупности этих данных может показывать различные результаты, к примеру, предсказывать будущий уровень населения Земли. Вся совокупность таких данных будет называться статистическими данными. Они представляют собой набор объектов и признаков, их характеризующих. Данная информация проходит различную обработку, при которой используются различные методы статистического анализа, а затем предстает в удобном для понимания виде, чаще всего это графики, диаграммы и подобные им. Автор, используя подходы статистического анализа, производит разбор данных по уязвимостям, предоставленных Национальным Институтом Стандартов и Технологий.

статистический анализ, методы статистики данных, уязвимости, обработка статистических данных

Введение

Анализ данных и статистика — вещи одного порядка. Если статистика первооснова и источник информации, то анализ данных — это инструмент для ее исследования, и зачастую анализ данных без статистики невозможен.

В анализе статистических данных можно выделить аналитический этап и описательный. Описательный этап — последний, он включает представление собранных данных в удобном графическом виде. Аналитический этап — это анализ, заключающийся в использовании одного из следующих методов:

- статистического наблюдения – систематического сбора данных по интересующим характеристикам;
- сводки данных, в которой можно обработать информацию после наблюдения; она описывает отдельные факты как часть общей совокупности или создает группировки, делит информацию по группам на основании каких-либо признаков;
- определении абсолютной и относительной статистической величины; абсолютная величина придает данным количественные характеристики в индивидуальном порядке, в независимости от других данных; относительные величины описывают одни объекты или признаки относительно других;
- метода выборки – использовании при анализе не всех данных, а только их части, отобранной по определенным правилам (выборка может быть случайной, стратифицированной, кластерной и квотной);

- корреляционного и регрессионного анализа — выявляет взаимосвязи данных и причины, по которым данные зависят друг от друга, определяет силу этой зависимости;
- метода динамических рядов — отслеживает силу, интенсивность и частоту изменений объектов и явлений; позволяет оценить данные во времени и дает возможность прогнозирования явлений.

Данная работа носит больше практический характер и нацелена на сбор данных для последующего анализа, создание статистической базы данных, которая будет использована, чтобы произвести анализ данных по уязвимостям в компьютерах и киберфизических устройствах. Уязвимости, используемые для исследования, являются новыми, обнаруженными в 2020 году.

Выборка данных для анализа.

Данные для анализа находятся в базе данных NVD (National Vulnerability Database) от Национального Института Стандартов и Технологий (NIST, США)[1]. Их хранение производится в файлах формата «.json», что значит о необходимости создания или использования программы, которая считает и запишет данные в более удобный для обработки вид. Автором была создана программа-парсер, которая считывает и записывает необходимые данные и сохраняет их в новый файл в формате «.csv». Данный формат файла реализует табличный вид загруженных в него данных с разделителем (чаще в виде запятой или точки с запятой). На рисунке 1 представлена часть содержимого полученного файла.

CVE-2020-15703								
CVE-2020-15708								
CVE-2020-15778	a	openbsd	openssh	*	*	*	*	*
CVE-2020-15778	a	openbsd	openssh	8.3	-	*	*	*
CVE-2020-15778	a	openbsd	openssh	8.3	p1	*	*	*
CVE-2020-15897	o	arista	eos	*	*	*	*	*
CVE-2020-15897	o	arista	eos	*	*	*	*	*
CVE-2020-15897	o	arista	eos	*	*	*	*	*
CVE-2020-15897	o	arista	eos	*	*	*	*	*
CVE-2020-15906	a	tiki	tiki	*	*	*	*	*
CVE-2020-15914								
CVE-2020-15917	a	claws-mai	claws-mai	*	*	*	*	*
CVE-2020-15931	a	netwrix	account_l	*	*	*	*	*

Рис. 1. Часть данных, полученных с помощью программы-парсера.

Можно также заметить, что некоторые уязвимости, внесенные в базу NVD, ещё не обладают с подробной информацией, поэтому в нашем файле эти уязвимости идут без содержания.

Статистика проявления уязвимостей.

Применяя к полученным данным метод кластерной выборки данных (кластерный анализ)[2], для первого анализа мы выделяем из всего банка данных 2 группы: идентификаторы уязвимостей и вендоров. На основе этих

двух групп производим анализ и распределяем уязвимости по каждому из вендоров. Производится обобщение данных, исключение повторений (факторный метод)[3] и в итоге общее число уязвимостей мы распределили между всем числом вендоров, сократив объем данных для работы. И после, мы разбиваем вендоров на группы в зависимости от количества уязвимостей, приходящихся на каждого вендора в отдельности. Данные действия позволили отобразить статистику проявления уязвимостей у компаний. Данная статистика отражена на круговой диаграмме на рисунке 2.

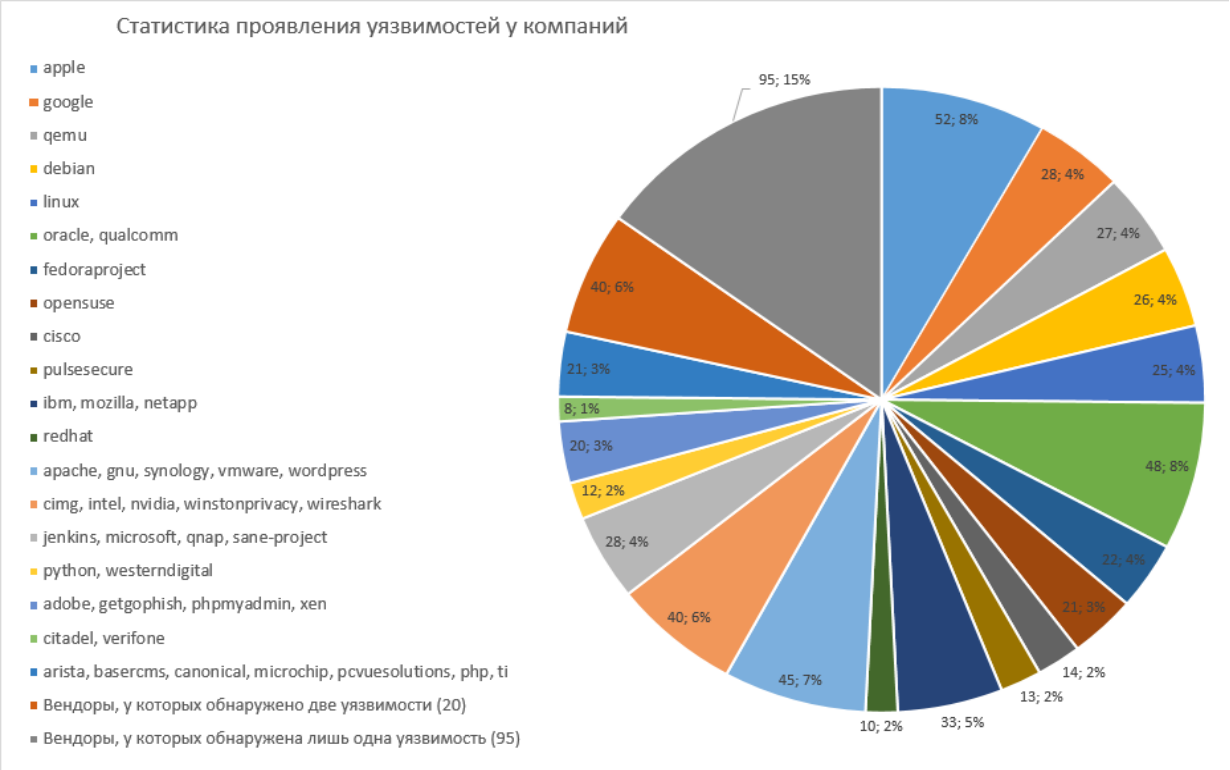


Рис. 2. Диаграмма проявления уязвимостей у компаний в 2020 году.

По диаграмме видно, что в 2020 году больше всего новых уязвимостей проявилось у Apple, Google и Qemu, где Apple обгоняет второе место почти в 2 раза.

Используя тот же самый подход для второго анализа выделяется 3 группы: объекты, вендоры и продукты. Под объектами в данном случае понимаются объекты, в которых обнаруживаются уязвимости: приложения, операционные системы и аппаратное обеспечение (печатные платы). Используя модель построения круговой диаграммы определяем соотношение уязвимостей к объектам уязвимостей. Данное соотношение представлено на рисунке 3.

Из диаграммы видно, что суммарное количество уязвимостей выше, чем на рисунке 2. Происходит это по причине того, что одна уязвимость может проявляться сразу в нескольких объектах. Подавляющее большинство уязвимостей приходится на операционные системы, поэтому рассмотрим подробнее именно их.

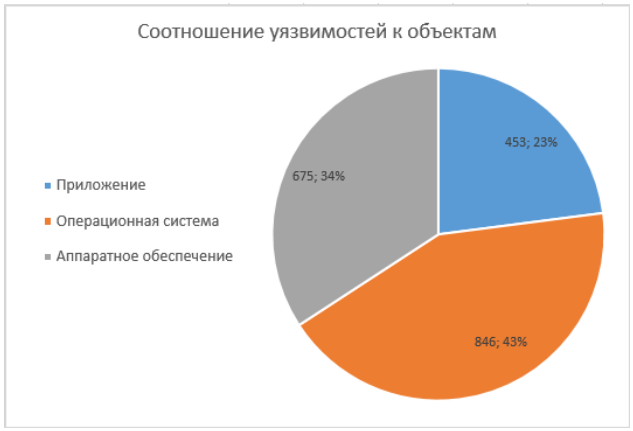


Рис.3. Диаграмма соотношения уязвимостей.

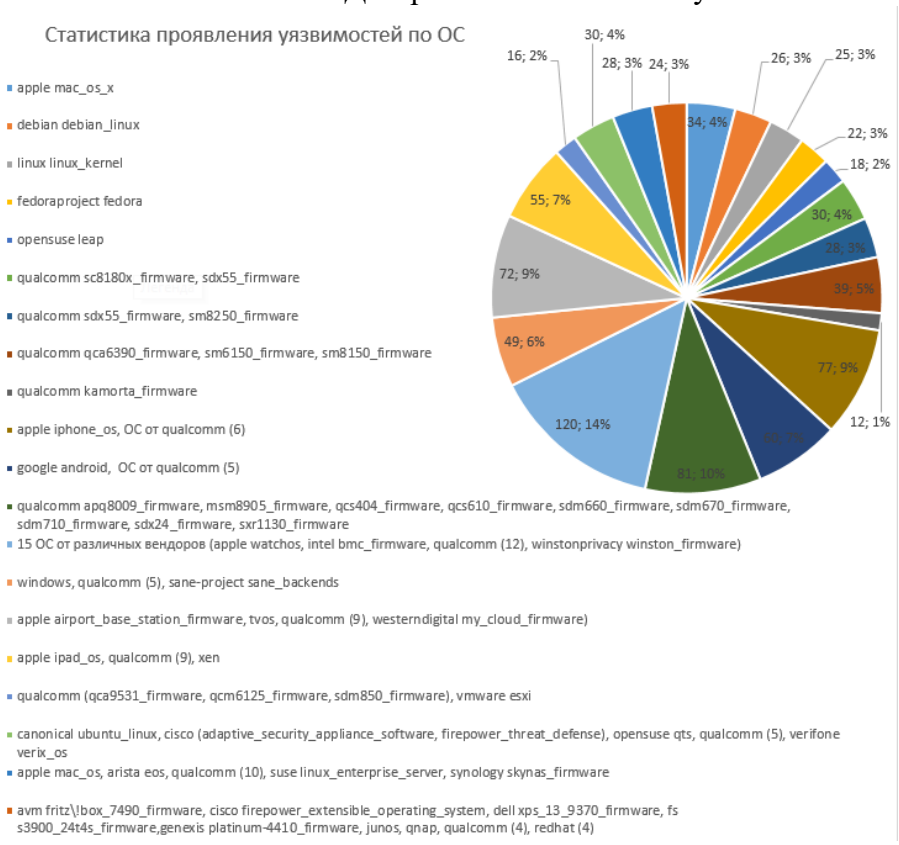


Рис. 4. Диаграмма проявления уязвимостей у операционных систем в 2020 году.

Проводим третий анализ, используя уже полученные ранее группы, но из группы объектов уязвимостей выделим только те, что относятся к операционным системам. Далее, как и в первом анализе, применяем факторный метод к отобранным данным и повторяем действия. Только распределяются операционные системы на группы, а не вендоры. Благодаря этому получаем статистику проявления уязвимостей по операционным системам. Эта статистика представлена на рисунке 4 в виде круговой диаграммы.

По диаграмме понятно, что в 2020 году у операционной системы Mac OS X от компании Apple проявилось больше всего уязвимостей. Но если подсчитать,

то компания Qualcomm обгонит Apple по причине того, что операционные системы Qualcomm присутствуют почти в каждой группе.

Заключение.

В данной работе рассмотрены возможности статистического анализа данных, их применение для обработки большого количества данных, возможности структуризации и визуализации данных после использования методов статистической обработки данных. Результатом стало получение диаграмм после проведения анализа данных и последующий разбор информации, содержащийся на этих диаграммах. Статистика является мульти-дисциплиной, так как она использует методы и принципы, заимствованные из других дисциплин. Статистика помогает произвести оценку масштаба того или иного явления, а также разработать систему методов для анализа и изучения. Статистика, несомненно, связана с математикой, так как для выявления закономерностей, оценки и анализа объекта исследования требуется ряд математических операций, методов и законов, а систематизация результатов находит отражения в виде графиков и таблиц.

Список используемых источников.

1. База данных NVD [Электронный ресурс] – URL: https://nvd.nist.gov/ (дата обращения 09.11.2020)

2. Обзор методов статистического анализа данных [Электронный ресурс] – URL: http://statlab.kubsu.ru/ (дата обращения 18.11.2020)

3. Статистические методы - Факторный анализ [Электронный ресурс] – URL: https://www.statmethods.ru/ (дата обращения 18.11.2020)

УДК 004.056
ГРНТИ 49.37.29

АНАЛИЗ РЕЛЕВАНТНЫХ РЕШЕНИЙ ОПТИМИЗАЦИИ МЕЖСЕТЕВЫХ ЭКРАНОВ ДЛЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОРПОРАТИНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

И.А. Ушаков, В.А. Федоров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В данной статье рассматриваются особенности разработки и применения межсетевых экранов следующего поколения. Уделяется внимание вопросам ускорения работы межсетевых экранов, а также точности обнаружения различных угроз в корпоративных компьютерных сетях. Рассмотрены релевантные решения, направленные главным образом на оптимизацию политик безопасности существующих межсетевых экранов.

Cisco, D-FRI, firewall, политики безопасности, stateful

В настоящее время наблюдается значительный рост количества кибератак на компьютерные сети различных организаций. Это происходит потому, что сеть содержит множество уязвимостей, которые используются злоумышленниками для получения несанкционированного доступа к компьютерной системе с целью кражи или повреждения важной информации организации. Следовательно, межсетевые экраны (МСЭ) являются стандартным требованием и важным инструментом обеспечения безопасности сетевой инфраструктуры компаний. Существуют различные типы межсетевых экранов, однако в настоящее время наиболее перспективными являются межсетевые экраны следующего поколения (NGFW). Данный вид МСЭ обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными межсетевыми экранами.

С развитием сетей количество правил в брандмауэрах быстро увеличивалось, что приводило к снижению производительности сети. Кроме того, поскольку большинство реальных брандмауэров страдают от конфликтов политик, вредоносный трафик может быть разрешен или наоборот законный трафик может быть заблокирован. Также, из-за сложности политик МСЭ очень важно уменьшить их количество, сохраняя при этом семантику правил неизменной. Вышеперечисленные проблемы приводят к необходимости разработки методов оптимизации МСЭ для их применения в больших современных корпоративных сетях.

Рассмотрим один из подходов к проектированию межсетевых экранов, основанный на многомерной матрице. В данном решении применена идея сжатия политик межсетевого экрана (FPC), используемая в целях сжатия многомерных правил МСЭ на основе некоторой геометрической модели.
Идея расширенного сжатия политик межсетевого экрана (FPC): при наличии МСЭ создать еще один МСЭ, семантически эквивалентный ему, но имеющий

больше бесконфликтных правил. Таким образом, критерий оптимизации межсетевого экрана – сведение набора правил к минимуму их размеров при сохранении семантической эквивалентности. Это также уменьшит максимальную задержку при последовательной обработке проходящих пакетов. Другим критерием оптимизации является обеспечение бесконфликтности правил. [1] Cheng et al. представил подход к проектированию межсетевых экранов на основе многомерной матрицы. В предлагаемом методе сначала создается матрица дизайна межсетевого экрана (FDM). Затем посредством некоторых алгоритмов генерации и сжатия создаются правила межсетевого экрана, которые не пересекаются и не конфликтуют. На рисунке 1 показан пример этого решения. Предполагается, что существует три правила как показано на рис. 1a, поскольку эти правила имеют одно и то же решение, их можно дополнительно сжать до двух правил (рис. 1*b*).

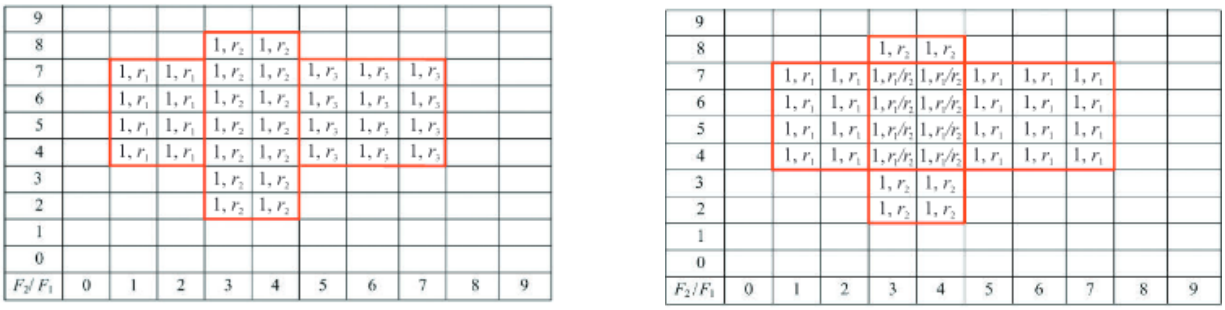


Рис. 1. Пример сжатия перекрывающихся правил

Основная идея метода FPC заключается в следующем: Используется алгоритм FDM для сопоставления правил межсетевого экрана в одном или нескольких многомерных прямолинейных многоугольниках. Каждый многомерный многоугольник разделяется на набор ячеек сетки, чтобы эти ячейки сетки можно было объединить более удобным образом. Высчитывается эвристический алгоритм, основная идея которого – определить многомерный прямоугольник, покрывающий как можно больше ячеек сетки на каждом этапе.

Далее рассмотрим так называемые stateful firewall, или МСЭ с отслеживанием состояния. Они устраняют ограничения стандартных межсетевых экранов, поскольку отслеживают все пакеты, принадлежащие существующему потоку, с обоих направлений с помощью таблицы сеансов (таблицы состояний). Основное преимущество межсетевого экрана с отслеживанием состояния состоит в том, что он более безопасен, чем межсетевой экран без отслеживания состояния, поскольку администратору больше не нужно писать правила фильтрации для разрешения обратного трафика. Это закрывает дыру в безопасности, открытую правилами, разрешающими возвращаемый трафик, который может быть использован злоумышленником для запуска атак типа отказ в обслуживании (DoS).

Таблица состояний отслеживает активные соединения и проверяет пакеты на предмет того, являются ли они частью предыдущего активного сеанса или нет. Если пакеты имеют свойства, соответствующие тем, которые ожидает таблица сеансов, то пакеты пересылаются без какой-либо обработки. Состояние отслеживается до тех пор, пока соединение не будет разорвано или пока не будет достигнут предварительно настроенный тайм-аут. Список правил в stateful firewall становится короче, поскольку для описания потока достаточно одного правила, тогда как для описания того же потока в МСЭ без сохранения состояния необходимо два правила. [2]

Для сокращения времени обработки, предлагаемая архитектура использует две разные структуры данных для информации о входящем сеансе. Одна используется для идентификатора сеанса: Prot, Src-IP, Src-P, Dst-IP, Dst-P, другая для отслеживания состояния сеанса и тайм-аута: состояние, время ожидания. Также, предлагаемая архитектура таблицы сеансов использует запись onehash для каждого соединения (вместо двух разных хеш-функций). Это уменьшает потребление пространства памяти, время вычислений хеширования и фильтрации. Предлагаемая архитектура таблицы сеансов представлена на рис.2.

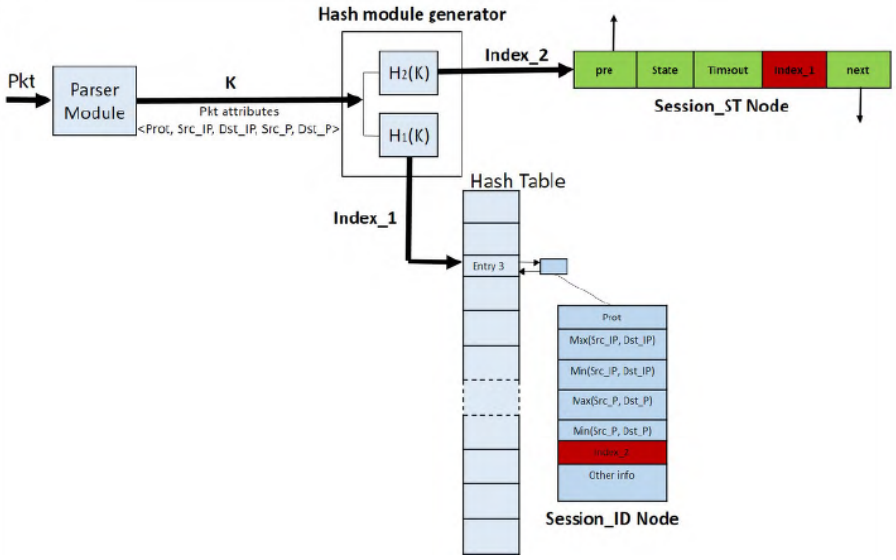


Рис. 2. Архитектура и принцип работы таблиц сеансов

Блоки памяти Session_ID и Session_ST связаны друг с другом с помощью адресов Index_1 и Index_2. Хэш-модуль генерирует индексы и управляет записями сеанса на основе пяти атрибутов, извлеченных из принятого пакета. В генераторе модуля хеширования используются две хеш-функции: $H1(k)$ и $H2(k)$. $H1(k)$ используется для генерации хеш-индексов, указывающих на Session_ID, и для устранения коллизий, чтобы добиться более быстрого поиска в таблице сеансов. Другая хэш-функция $H2(k)$ используется в целях генерации адресов

для соответствующего Session_ST для улучшения обработки тайм-аутов таблицы сеансов. [3]

Рассмотрим подход, представляющий D-FRI-CiscoFirewall. Он выполняет относительный анализ приоритетных событий безопасности и может прогнозировать комплексные ситуации безопасности, пока нет подходящих правил. В частности, этот подход поддерживает создание динамической базы правил, основанной на изменении сетевых условий и плотности трафика. [4,5,6,7]. Схема комплексного решения D-FRI-CiscoFirewall совместно с Cisco ASA представлена на рис. 3, и содержит три компонента: межсетевой экран Cisco ASA, систему «нечеткого вывода» и систему D-FRI.

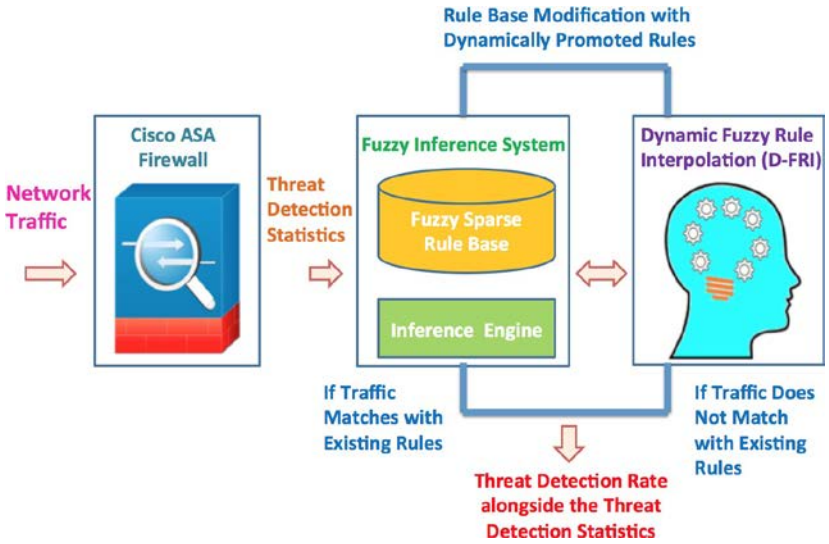


Рис. 3. Схема совместного решения D-FRI и CiscoASA

Разработанная система «нечеткого вывода» основана на разреженной базе правил, в которой, вполне вероятно, некоторым угрозам безопасности могут не соответствовать никакие правила. Это означает, что любое обнаружение угрозы посредством таких наблюдений потребует применения системы D-FRI. Эта система выполняет интерполяцию при отсутствии каких-либо правил для получения приблизительного результата. Позже она сохраняет все интерполированные результаты с целью динамического продвижения правил в будущем. Когда накапливается заданное количество интерполированных результатов, механизм динамического обучения обобщает эти результаты в правила, которые можно продвигать и объединять с исходной разреженной базой правил, тем самым повышая эффективность и точность будущих выводов. [8]

В данной статье были рассмотрены методы ускорения и оптимизации работы межсетевых экранов следующего поколения. Выбор конкретного метода зависит от различных факторов. Например, от возможностей и потребностей организации, от сложности сети, а также от ее величины. Наиболее популярным на данный момент решением является решение от

компании Cisco за счет своей надежности и проработанности. Также широко используемым на сегодняшний день является решение stateful firewall, поскольку в силу особенностей работы защищает сеть от некоторых непреднамеренных ошибок системного администратора. Решение, основанное на многомерной матрице, на данный момент является не до конца изученным, в связи с чем, пока не имеет большой популярности среди организаций.

Список используемых источников

1. Y. Cheng, W. Wang, G. Min, and J. Wang, A new approachto designing firewall based on multidimensional matrix,Concurrency and Computation: Practice and Experiencevol. 27, no. 12, pp. 3075–3088, 2015.

2. Hank and Foo. (2016).Stateful Firewalls. [Online]. Available: http://docplayer.net/3420645-Stateful-firewalls-hank-and-foo.html

3. Trabelsi Z., Zeidan S. Resilence of Network Stateful Firewalls against Emerging DoS Attacks: A Case Study of the BlackNurse Attack //2019 IEEE/ACS 16th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA). – IEEE, 2019. – С. 1-8.

4. Naik N. et al. D-FRI-Honeypot: A Secure Sting Operation for Hacking the Hackers Using Dynamic Fuzzy Rule Interpolation //IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence. – 2020.

5. Tan Y. et al. Curvature-based sparse rule base generation for fuzzy rule interpolation //Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. – 2019. – Т. 36. – №. 5. – С. 4201-4214.

6. Zhang P., Shen Q. A Novel Framework of Fuzzy Rule Interpolation for Takagi-Sugeno-Kang Inference Systems //2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). – IEEE, 2019. – С. 1-6.

7. Naik N. et al. Cyberthreat hunting-part 1: triaging ransomware using fuzzy hashing, import hashing and YARA rules //2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). – IEEE, 2019. – С. 1-6.

8. Naik N. et al. D-FRI-CiscoFirewall: Dynamic fuzzy rule interpolation for Cisco ASA Firewall //2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). – IEEE, 2019. – С. 1-6.

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Секция 3.1.
Интеллектуальные коммуникационные технологии

УДК 004.891
ГРНТИ 20.51.17

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ СХЕМ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

А. В. Бабаева, В. Л. Литвинов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Легализация (отмывание) денежных средств или иного имущества – это серьезное экономическое преступление. Внедрение новых интеллектуальных технологий анализа данных позволит повысить эффективность работы превентивных мер Центрального банка Российской Федерации и банковской системы в целом в данной области.

противодействие отмыванию доходов и финансированию терроризма, анализ транзакций кредитных организаций, интеллектуальные системы поддержки принятия решений, банковский сектор

В Российском законодательстве легализация (отмывание) доходов, полученных преступным путем, – это совершение деяний, направленных на придание правомерного вида владению, пользованию и распоряжению денежными средствами и иным имуществом, которое приобретено незаконным путем, а также получение доходов от незаконной торговли наркотиками, создания фирм-однодневок, финансовое мошенничество и другие преступления.

В качестве прикрытия для таких преступлений используются обычные финансовые операции или обычная хозяйственная деятельность. Это называется сомнительными операциями.

Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» (далее – Федеральный закон № 115-ФЗ) – основа российского законодательства по противодействию отмыванию денежных средств. Повышение эффективности функционирования системы противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма (далее – ПОД/ФТ) является важной задачей как на уровне государства, так и на международном уровне, потому что незаконные финансовые операции часто носят трансграничный характер.

Системы и технологии, посредством которых осуществляются процессы ПОД/ФТ, в значительной степени построены на системах поддержки принятия решений. Для существующих программных продуктов анализировать огромные объемы транзакций достаточно сложно. Поэтому внедрение в данной сфере новых технологий, основанных на искусственном интеллекте, помогающих эффективно

решить поставленные задачи, является дальнейшим направлением для развития.

Интеллектуальный анализ данных – это метод поддержки принятия решений, основанный на анализе зависимостей между данными. Процессы интеллектуального анализа можно разделить на три большие группы: поиск зависимостей, прогнозирование и анализ аномалий.

Поиск зависимостей заключается в просмотре базы данных с целью автоматического выявления зависимостей. Сложность данного процесса заключается в отборе действительно важных зависимостей из огромного числа существующих в базе данных.

С помощью традиционных систем мониторинга кредитные организации, как правило, сегментируют своих клиентов по различным отраслям деятельности, объему оборотов, размеру прибыли и другим факторам. Но объекты из одного сегмента, полученного в результате такой классификации, не всегда ведут себя одинаково. Использование искусственного интеллекта в области ПОД/ФТ даст возможность проводить анализ транзакций, выявлять различные закономерности и создавать новые более релевантные сегменты, размещая в них участников финансовых рынков на основе их поведения.

Прогнозирование предполагает, что при заданных условиях система может заполнить недостающие данные и запросить недостающие значения. Система должна сама анализировать содержимое базы данных и прогнозировать значения показателей.

Использование прогнозов дает возможность применять превентивные меры при работе с сомнительными операциями, проводить дополнительный анализ при проведении транзакций для определенных участников финансовых рынков [1].

Анализ аномалий – это процесс поиска подозрительных данных, сильно отклоняющихся от устойчивых зависимостей.

Если выполняется транзакция, которая выходит за пределы обычных параметров для сегмента участника финансовых рынков, который был отнесен к этому сегменту системой ранее, он подвергается дополнительному анализу. Таким образом, эффективность предупреждений о мошеннических операциях возрастает по сравнению с использованием традиционного анализа.

Значительным преимуществом использования искусственного интеллекта следует отметить возможность анализировать различные ссылки, делая определенные выводы, идентифицируя участников сомнительных операций. В современных условиях существует возможность сбора и анализа данных из открытых источников, в том числе с сайтов социальных сетей, чтобы помочь установить уровень риска для различных участников финансовых рынков [2].

Выявление системой новых форм финансовых преступлений и финансирования преступлений могут инициировать проведение дополнительных проверок и расследований. Системы искусственного интеллекта могут в режиме реального времени обрабатывать огромный массив данных – электронные письма, телефонные звонки, финансовую и бухгалтерскую отчётность – и выявлять модели поведения, которые с первого взгляда могут быть незаметны даже самому опытному специалисту данной области.

На этапе разработки модели и применении методов искусственного интеллекта необходимо определиться с ключевыми показателями для выявления сомнительных клиентов и операций: уклонение от выплат налоговых обязательств; крупный дебетовый оборот; обналичивание денежных средств; взаимодействие с сомнительными контрагентами; проведение крупных операций после регистрации и другие.

При анализе финансового состояния клиента для определения размера оборотов и других показателей удобно использовать модели линейной регрессии. Для достижения наилучшего результата интеллектуальные системы должны использовать не только подход ModelDriven, в основе которого лежат классические модели, но и DataDriven, который основан на исторических данных. Массив транзакций и операций анализируется по сложным математическим алгоритмам, подключаются методы предсказания и прогнозирования.

Кроме очевидных плюсов внедрения интеллектуальных технологий в систему ПОД/ФТ, есть и определенные сложности.

Финансовая отрасль очень динамично развивается, изменяется и методология, правовое регулирование, связанное с вопросами ПОД/ФТ. Например, в 2020 году ЦБ РФ и Росфинмониторинг выпустили целый ряд документов, касающихся послабления мер контроля в связи со сложной эпидемиологической обстановкой, изменением характера и условий работы.

Каждые такие изменения должны иметь отражения и в программном обеспечении, иначе они могут рассматриваться искусственным интеллектом как отклонение от устойчивых зависимостей [3].

Следующая проблема в использовании искусственного интеллекта в ПОД/ФТ – это качество входных данных, используемых для обучения нейронов. При недостоверности данных, обрабатываемых системой, эффективность ее работы вызывает большие сомнения.

Во избежание перечисленных проблем следует внимательно подойти к процессу построения модели системы с использованием искусственного интеллекта, к ее первичной валидации, а также проводить постоянный мониторинг рисков модели, актуализировать ее методологию (рис. 1).

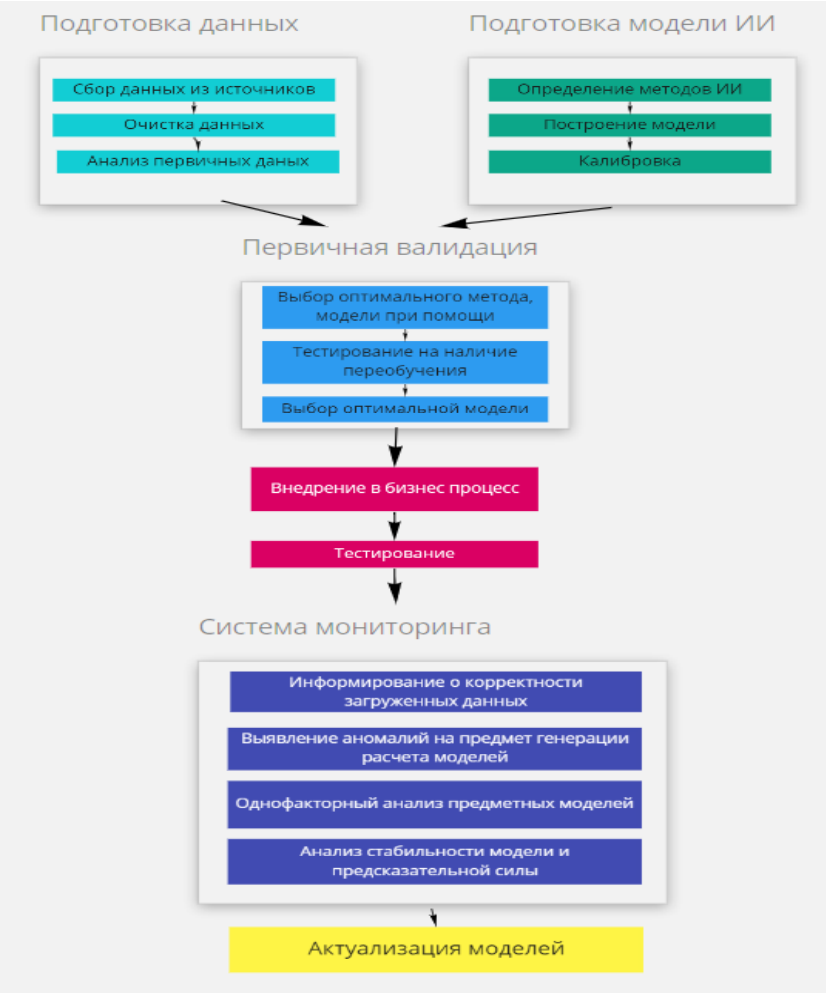


Рис. 1. Процесс построения модели системы с использованием искусственного интеллекта

Современный подход к ПОД/ФТ пытается идти в ногу с деятельностью по отмыванию денег, а искусственный интеллект предлагает дополнительные возможности повысить эффективность в выявлении и предотвращении мошеннических схем. Поэтому, несмотря на все перечисленные сложности и недостатки, инновации с применением искусственного интеллекта должны рассматриваться как новый этап в развитии процесса ПОД/ФТ, а минимизация рисков, связанных с их применением, – как направление для дальнейшего развития в данной области.

Список используемых источников

1. Липанова И. А. Информационные технологии. Поддержка принятия решения. Обработка данных: учебное пособие / И. А. Липанова, О. Ю. Ильяшенко, Е. Е. Андрианова; рец.: О. Ю. Сабинин, Т. Ю. Ковалева; 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. 52 с.

2. Андрианова Е. Е. Управление данными. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие / Е. Е. Андрианова, И. А. Липанова, О. Ю. Сабинин; рец.: О. Ю. Ильяшенко, Е. В. Давыдова ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб.: СПбГУТ, 2016. 38 с.

3. «Дайджест новостей правового регулирования финансовых рынков» - II квартал 2020 г. Центральный банк РФ. [Электронный ресурс]. URL:https://cbr.ru/ (дата обращения 09.11.2020). 53 с.

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

И.Б. Бондаренко Д.Н. Дедовский
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В настоящее время необходимость автоматизированного тестирования в разработке программного обеспечения (ПО) общепризнана и неоспорима. Традиционные методы разработки тестов вручную уже не могут обеспечить быстрое и качественное тестирование современных программных систем. Автоматизированное тестирование поможет не только исключить влияние человеческого фактора, но и быстро вводить созданный продукт в эксплуатацию. В первой части работы будет рассмотрена проблематика ручного тестирования. Во второй части, будут приведены статистические показатели, которые продемонстрируют эффективность применения автоматизированного тестирования компаниями. В третье части будут описаны типы тестирования, которые можно автоматизировать. В четвёртой части будут описаны специальные средства, которые можно использовать для проведения автоматических тестов. В пятой части, будут рассмотрены современные методы, которые применяются для разработки автоматизированных тестов. В заключительной части будет подведены итоги.

автоматизированное тестирование ПО, проблемы ручного тестирования ПО, методы автоматизации тестирования, типы тестирования, преимущества автоматизированного тестирования, средства автоматизированного тестирования

Проблема ручного тестирования программного обеспечения заключается в следующем:

1. Человеческий фактор. Хотя UI и может быть протестирован только вручную, люди часто склонны к неэффективности. Ряд ошибок может быть незамеченным.
2. Трудоемкость повторного использования. Провести серию стандартных автоматических тестов проще, чем протестировать проект вручную после внесения даже небольших изменений.
3. Невозможность нагрузочного тестирования. Нельзя смоделировать большое количество пользователей вручную.

Для решения вышеперечисленных проблем, зачастую применяются различные методы автоматизированного тестирования.

Автоматизация тестирования является важной частью конвейера доставки программного обеспечения любой организации, на рынок. Компания, которая использует автоматизированные тесты, способна выпускать обновления для программного обеспечения в короткие сроки.

Данное предположение доказывает опрос, проведенный за три года с 2014 по 2016 год, которые демонстрирует, что, если в 2014 году выпуски новых обновлений для приложений даже не были ежемесячными, то в 2015

году 57%, как сообщалось, компании, которые использовали автоматизированные тести могли выпускать обновления в производство либо еженедельно, либо даже несколько раз в день. Сообщается, что около четверти выпускают обновления кода ежемесячно, и только 10% выпускают его ежеквартально. К 2016 году 66% развертывали обновления еженедельно или чаще. [2]

Автоматизацию можно осуществлять абсолютно для разных типов тестирования. Типы тестов автоматизации определяют, какие наборы тестов можно автоматизировать.

Для успешной автоматизации того или иного типа тестирования, необходимы качественные инструменты. Однако в некоторых случаях, использование сторонних инструментов не даст должного результата. В таких ситуациях, разработчики сами создают программы для тестирования продукта. Разработка автоматизированных тестов – это сама работа по разработке программного обеспечения. Тесты должны быть разработаны, закодированы и проверены, прежде чем вы действительно сможете их использовать.

При разработке автоматизированных тестов для программного продукта, могут быть использованы следующие передовые методы:

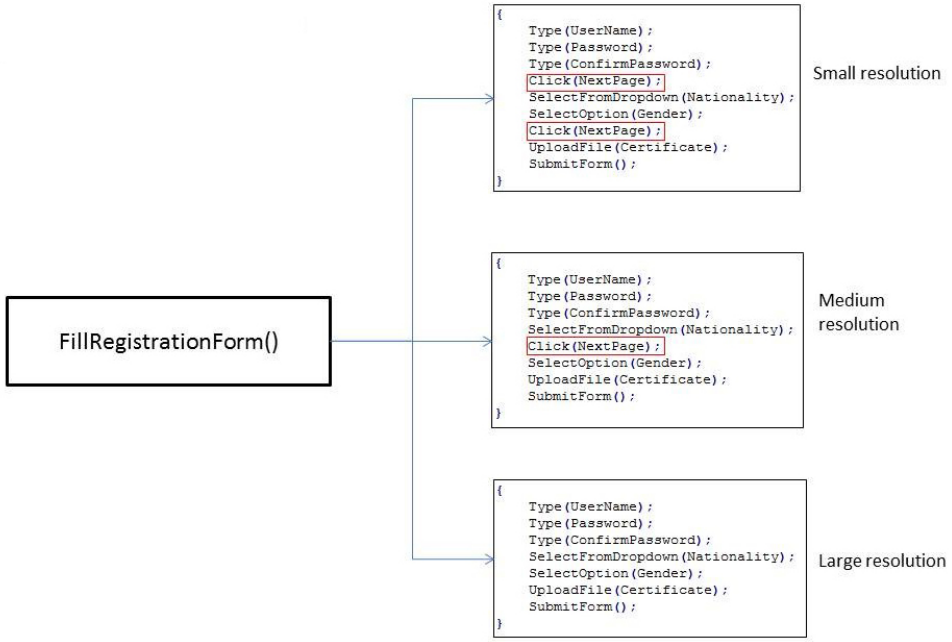


Рис. 1. Примеры ключевых слов низкого уровня

1. Реализация общих тестов для различных ситуаций. Обычно ручные триггеры необходимы для тестирования приложений на разных устройствах, платформах, браузерах и на разных размерах экрана, хотя тестирование можно автоматизировать. Для автоматического запуска тестирования используются ключевые слова низкого уровня в зависимости от устройства, с которым они взаимодействуют (рисунок 1). [4]

2. Автоматизация тестирования API. У API отсутствует графический интерфейс, а тестирование API требует тестирования на функциональность, надежность, производительность и безопасность на уровне сообщений и выполняется вручную. Можно написать сценарий с глобальной переменной для автоматизации таких вызовов API. Первый запрос выдает токен, который будет храниться в глобальной переменной и использоваться для последующих вызовов API. [4]

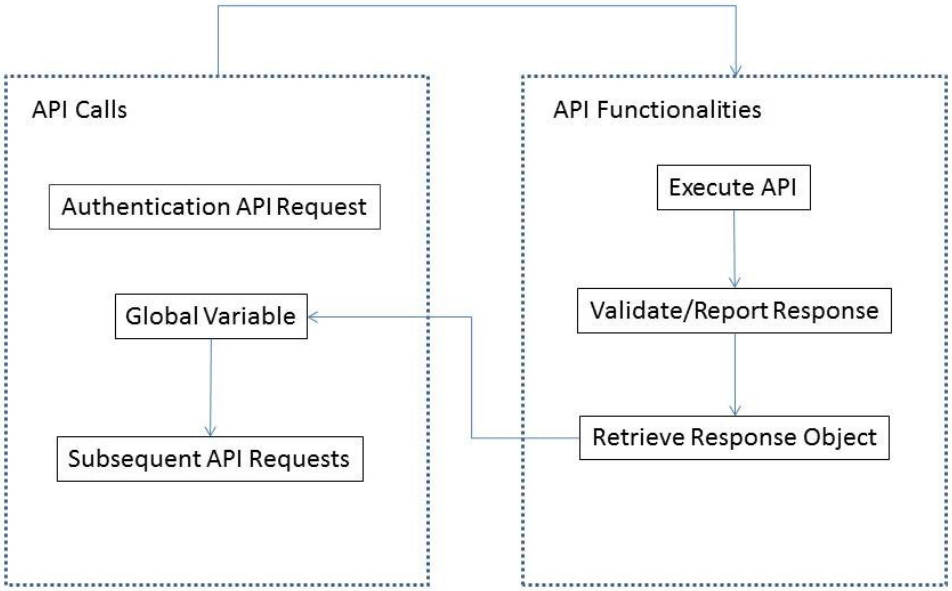


Рис. 2 .Пример автоматизации тестирования API

3. Тестирование веб-сервисов. Для тестирования веб-сервисов необходимо изменить входные данные, чтобы проверить наличие вариаций. Это требует изменения входной структуры XML / JSON каждый раз, чтобы приспособиться к изменению данных. Это также снижает необходимость запоминания уже используемых переменных, чтобы избежать дублирования, которое может привести к новым ошибкам.

4. Тестирование обновлений. При тестировании обновленных функций в веб-службах каждый раз необходимо создавать новый идентификатор пользователя, чтобы кеш не влиял на результат.

Однако для тестировщика это может быть непросто. Чтобы преодолеть это, можно написать сценарий для восстановления базы данных путем удаления новых изменений или очистки, чтобы можно было повторно использовать ту же информацию.

5. Проверка ключевых слов. Для веб-сервисов одним из важнейших способов генерирования трафика, является соответствующая реклама, которая обеспечит хорошую посещаемость.

Ключевые слова важны, и только при правильном выборе они окажут необходимое влияние. Например, реклама товаров, связанных со спортом, должна появляться, если контент посвящен спорту.

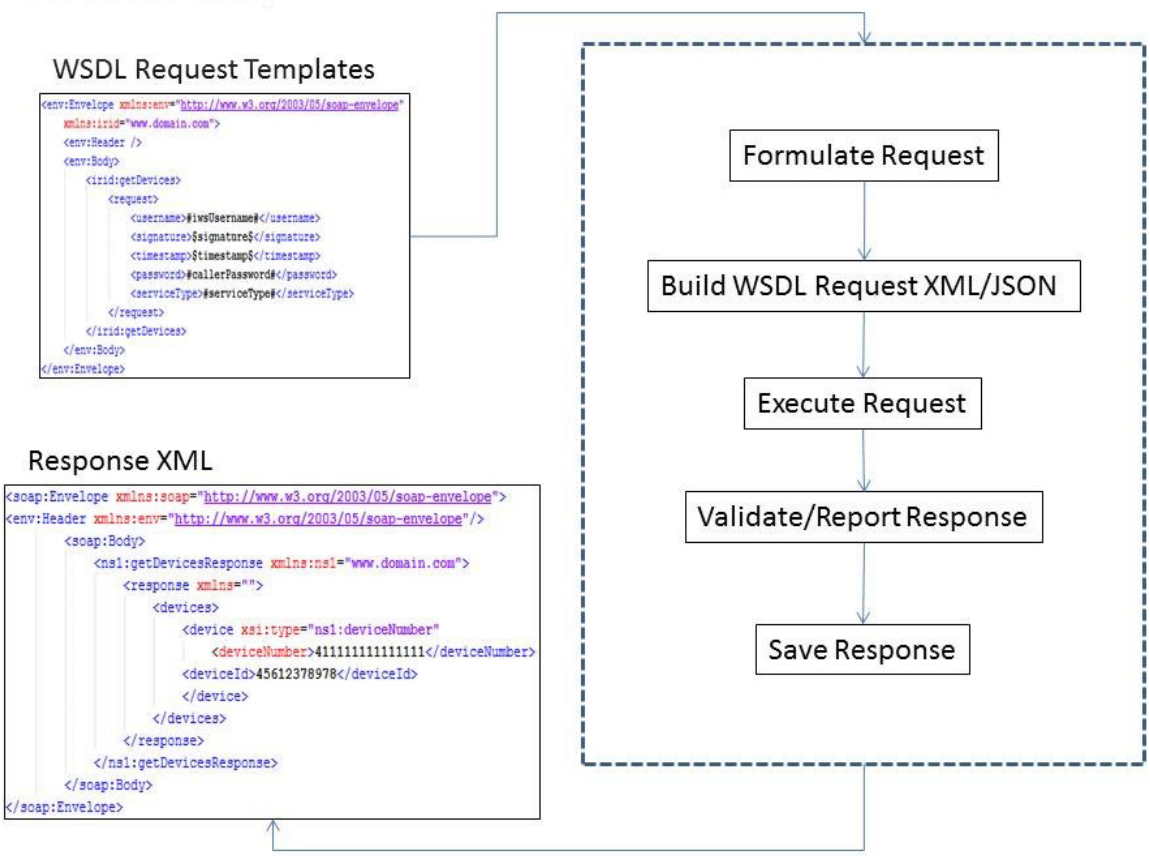


Рис. 3. Пример тестирования веб сервисов

Технологии автоматизированного тестирования – полезны и повышают качество продукта, а их применения является ценным и повышает привлекательность компании для клиентов. Следует стремиться их применять и совершенствовать. Рассмотренные методы автоматизации, позволяют освободить ресурсы, которые необходимы для того, чтобы сосредоточиться на областях, требующих ручного вмешательства и человеческого интеллекта. Рассмотренные средства автоматизации имеют свой уникальный набор возможностей, необходимый для решения постоянно меняющихся задач в области автоматического тестирования ПО. Благодаря таким инструментам появляется возможность осуществлять непрерывное тестирование и интеграцию, а также эффективно управлять процессом тестирования и получать отчет о проделанной работе.

Хотя автоматизированное тестирование имеет свои неоспоримые преимущества, к сожалению, им нельзя полностью заменить ручное тестирование программного продукта. Для успешного поиска ошибок и их устранения, необходимо комбинировать ручные и автоматизированные методы тестирования.

Список используемых источников

1. Дунаев А.А., Смолин И.Ю., Методы, алгоритмы и системы для автоматизации контроля и тестирования программ // Информатика и прикладная математика, N 19, 2013, С. 27-29.

2. 7 Techniques for Automated Testing [Тест]. – https://www.indiumsoftware.com/blog/automated-testing-techniques (Дата обращения 16.10.2020).

3. Types Of Automation Testing And Some Misconceptions [Тест]. – https://www.softwaretestinghelp.com/automation-testing-tutorial-2 (Дата обращения 17.10.2020).

4. Кравченко П.П., Бирюков С.В. Автоматизация тестирования программных интерфейсов приложений: метод и средства // Известия ЮФУ. технические науки, N 3 (128), 2012, С. 227-232.

5. What Are the Types of Automation Testing? [Тест]. – https://www.testim.io/blog/what-are-the-types-of-automation-testing (Дата обращения 17.10.2020)

УДК 621.3.019.3
ГРНТИ 47.14.23

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА НАДЕЖНОСТЬ

И. Б. Бондаренко, К. С. Николаев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Обеспечение высокой надежности сложных электронных систем – важнейшая задача при их разработке, производстве и ремонте. Для выполнения этой задачи необходимо выполнить множество действий, одно из которых это прогнозирование вероятностей отказов электроэлементов. В статье рассматриваются такие проблемы при прогнозировании отказов, как незавершённость методов оценки надежности, отсутствие информации об отказах при испытаниях малой выборки высоконадежных электроэлементов, отсутствие актуальных данных для расчетов математических моделей вероятности отказов систем электроэлементов.

прогнозирование, надежность, ускоренные испытания, отказы, электронные средства

Современные изделия радиоэлектронной промышленности являются сложными системами, содержащими тысячи разнородных электрорадиоэлементов: пассивных и активных. Их интенсивность отказов находится в пределах 10–6…10–9 1/ч, что делает затруднительным проведение испытаний на надежность отдельных блоков и электронных средств (ЭС) в целом. Использование ускоренных испытаний позволяет решить эту проблему, но лишь отчасти, так как возникают другие проблемы, описанные в статье. При проведении испытаний на надежность высоконадежной элементной базы количество отказов стремится к нулю. Интерпретация результатов ускоренных испытаний зависит не только от условий их проведения, но и от видов отказов, определение которых является нетривиальной задачей для полупроводниковых компонентов. Еще одной актуальной задачей является необходимость в расчётах показателей надежности для продления срока службы ЭС, отслужившего тридцать и более лет.

Поэтому, проблема прогнозирования отказов по результатам испытаний на надежность ЭС, а также на основе накопленной статистики по отказам является актуальной.

Обеспечение высокой надежности сложных электронных систем требует от производителей проведения их разносторонних испытаний. С одной стороны время испытаний ограничено, но с другой, чтобы оценить надежность изделий, необходимы цензурированные и максимально длительные испытания, особенно когда число отказов относительно

невелико. Следовательно, необходимы более совершенные методы оценки надежности.

Надежность – комплексный показатель качества, который представляется функцией многих аргументов [1, 2]. Так как на ЭС воздействует множество внешних факторов, то предсказать их влияние на изделие во времени не представляется возможным. Это объясняется различным действием на электроэлементы разного типа, работающих на определенных эффектах в веществах. Например, при действии повышенной температуры на полупроводниковые приборы могут наблюдаться следующие эффекты: изменение коэффициента усиления, увеличение обратных токов и утечки заряда, развитию дефектов в кристаллической решетке. Причем отказы могут стать проявлением как медленных процессов деградации в полупроводниках, так и стремительно развивающихся из-за нарушения изоляции между элементами [3].

Еще одна проблема заключается в том, что за время испытаний небольшой выборки высоконадежных электроэлементов, например, используемых в военной технике, отказов может быть не зафиксировано вовсе. При этом интенсивность отказов λ(t), вычисляется по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}, \quad (1)$$

где $f(t)$ – частота отказов; $p(t)$ – вероятность безотказной работы.

А так как:

$$f(t) = \frac{n(t)}{N(t) \quad \Delta t},$$

где $n(t)$ – количество отказов за время Δt; $N(t)$ – число элементов, поставленных на испытания; Δt – время испытаний.

Тогда с учетом (1), получим:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N(t) \quad \Delta t} : \frac{N_и}{N(t)} = \frac{n(t)}{N_и \quad \Delta t}, \quad (2)$$

где $N_и$ – количество исправных элементов к концу испытаний.

Поэтому показатель надежности $\lambda(t)$, вычисляемый по формуле (2) теряет смысл. В этом случае результаты испытаний необходимо либо спрогнозировать, либо предсказать, основываясь на анализе механизмов отказа элементов ЭС.

Еще одним способом сократить расходы и время ввода изделий электронной промышленности в эксплуатацию является проведение ускоренных испытаний [4, 5]. Это позволяет сократить время испытаний при нормальных условиях с 5…10 лет до приемлемого уровня. Таким образом удается накопить статистику отказов компонентов ЭС.

Но переход от испытаний в нормальных условиях к ускоренным требует пересмотра закона распределения наработки до отказа из-за возрастания ошибки. Так при расчете надежности ЭС с использованием экспоненциального закона, занижение оценки средней наработки до отказа системы составляет k1/2, где k – число элементов (при условии их последовательного соединения).

Более достоверную оценку показателей надежности при испытании небольшой выборки можно обеспечить, имея дополнительную априорную информацию, например, значение коэффициента вариации.

Установлено, что коэффициент вариации распределения отказов при диффузионном распределении совпадает с коэффициентом деградации, а последний может быть определен на основе исследования как процессов разрушения (прочности, усталости, изнашивания и др.), так и статистических данных об отказах при испытаниях и эксплуатации изделий-аналогов. Для любого электронного изделия коэффициент вариации лежит в диапазоне 0,5…1,2 [6, 7].

Так же последнее время актуальными стали вопросы продления сроков службы оборудования со сроками эксплуатации в тридцать и более лет. При такой длительной эксплуатации возникают вопросы, связанные не столько с истекшими сроками службы оборудования и систем, например, кораблей и подводных лодок, сколько с выработкой этим оборудованием ресурса.

Выполнение полноценных замен оборудования при работах по восстановлению боевой готовности зачастую невозможно ввиду отсутствия поставок такого оборудования. Замена же на современные аналоги сопряжена с большим объемом модернизационных работ и порой экономически невыгодна. Исходя из этого так же возникает актуальная необходимость в расчётах показателей надежности для последующего продления межремонтного срока службы оборудования.

Основной задачей на данном этапе является определение остаточного гамма-процентного ресурса электроэлементов до их перехода в неработоспособное или предельное состояние.

Принятым методом расчета надежности, согласно ГОСТ 27.301 [8], является метод прогнозирования. Данный метод основан на использовании статистических данных о достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения показателей надежности систем, аналогичных или близких к рассматриваемой.

Однако для большого количества оборудования, построенного на радиоэлектронных компонентах, как говорилось ранее, отсутствует необходимая и достаточно полная статистическая информация об отказах.

Следовательно, возникает необходимость работы с математическими моделями расчета эксплуатационной интенсивности отказов и обращения

к справочной информации по базовой интенсивности отказов и других коэффициентов моделей [9, 10, 11].

В открытом доступе имеется не так много справочников, посвященных показателям надежности электроэлементов российского производства, и к сожалению информация, находящаяся в них, устарела, «актуальные» на данный момент справочники датируются 2004-2006 годами. Проблема в том, что в РФ системы сбора и обработки информации не функционируют качественно даже в области вооружения и военной техники.

Использование данных о аналогах необходимого оборудования зарубежного производства зачастую невозможно из-за введенной в РФ политики «импортозамещения», что исключает применение справочников США и Китая.

Рассматриваемые в статье проблемы крайне важны при прогнозировании вероятностей отказов электрооборудования. Нельзя однозначно утверждать, что причиной их возникновения является текущий уровень нормативной базы, но факт наличия данных недостатков налицо. К тому же вопрос отсутствия достоверной и актуальной информации о показателях надежности, необходимой для проведения полноценного анализа, лишь укрепляет эти выводы. Но только комплексный подход к их решению сможет привести к продуктивной работе в будущем.

Список используемых источников

1. ГОСТ 27.003-2016. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике состав и общие правила задания требований по надежности. – Взамен ГОСТ27.003-90 М.: Стандартинформ, 2017. 23 с.
2. ГОСТ 27.004-2015. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Модели отказов. Основные положения. – Введ. 01.01.99. К.: изд. Госстандарта Украины, 1999. 45 с.
3. ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М.: Издательство стандартов, 1996 г. 23 с.
4. ГОСТ 27.402-95 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля времени наработки до отказа (на отказ). Часть 1. Экспоненциальное распределение. М.: Издательство стандартов, 1996. 41 с.
5. ГОСТ 27.410-87 Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы испытаний на надежность. М., 1988. 114 с.
6. Стрельников В.П. К оценке параметров формы DN-распределения в условиях единичных отказов// Математичні машини і системи. – 2012. - №1. – С. 189-193.
7. Стрельников В.П. Новая технология исследования надежности машин и аппаратуры // Математические машины и системы. – 2007. – №34 – С. 227-238.
8. ГОСТ 27.301–95. Надёжность в технике. Расчёт надёжности. Основные положения. – Взамен ГОСТ 27.410–87 в части п. 2. – Введ. 01.01. 97. М.: Издательство стандартов, 2002. 12 с.
9. Надёжность изделий электронной техники для устройств народнохозяйственного назначения: справочник / Разработан в соответствии с руководящим документом РД 50-670–88. М.: ВНИИ «Электронстандарт», 1990. 188 с.

10.Надёжность электрорадиоизделий / Прытков С.С., Горбачева В.М., Борисов А.А., и др. М.: ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ», 2004. 574 с.

11.Надёжность электрорадиоизделий / Прытков С.С., Горбачева В.М., Борисов А.А., и др. М.: ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ», 2006. 641 с.

УДК 378.14
ГРНТИ 14.35.01

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ НА УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ

В.А. Власова, И.А. Зикратов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Актуализирована ситуация применения персонализации траектории обучения в вузе. Предложена методика оценки влияния персонализации траектории обучения на успеваемость студентов. Описана концепция использования результатов персонализации траектории обучения студентов для рекомендации траекторий обучения будущим студентам, на основании которой может быть построена рекомендательная система построения персонализированной траектории обучающегося.

персонализация обучения, индивидуальная образовательная траектория, высшее образование, элективные дисциплины.

С каждым годом все больше высших учебных заведений используют персонализацию образовательных траекторий вместо обычных, неизменяемых в процессе обучения, образовательных траекторий. Применение персонализированных траекторий обучения влечет за собой модификацию образовательного, исследовательского, административного процессов в вузах с учетом индивидуальных особенностей, интересов и способностей студента [1].

Целью работы является оценка влияния персонализации траектории обучения на успеваемость студентов. Данный вопрос актуален на сегодняшний день, поскольку с помощью персонализации траекторий обучения вузы ставят перед собой цель улучшить качество образования студентов, в том числе и с помощью улучшения их успеваемости и повышения мотивации к обучению.

Согласно рабочему учебному плану выбранной программы в процессе обучения студент изучает обязательные дисциплины и т.н. элективные дисциплины, т.е. дисциплины по выбору. Персонифицировать образовательные траектории обучающихся позволяет именно вариативность элективных дисциплин, которые объединены в блоки дисциплин по выбору. Данные блоки дисциплин представлены в учебных планах образовательных программ и определяются определенным набором компетенций.

Формирование персонализированной образовательной траектории начинается с выбора одной из нескольких дисциплин в одном блоке

дисциплин по выбору. Поскольку количество преподавателей и бюджет, выделяемый вузом на обучения элективным дисциплинам, ограничен, обеспечить работу всех предложенных в блоке дисциплин по выбору невозможно. Поэтому для студентов открываются некоторые из дисциплин, которые набрали наибольшее количество желающих обучаться. Дисциплины, которые набрали меньшее количество желающих обучаться, не открываются, студенты в такие группы не зачисляются.

При таком подходе к формированию групп студенты делятся на две категории: те, кто выбрал определенную для изучения дисциплину, и она была открыта для изучения в вузе, и те, у кого по выбранной дисциплине не сформировалась группа, и они были зачислены в группу для изучения другой, не выбранной им дисциплине.

Возникает вопрос о состоянии успеваемости таких студентов. Предлагается выделить три основных категории студентов – «студенты-отличники», «студенты-хорошисты» и «студенты-троечники». Практика показывает, что студенты, относящиеся к категории «студенты-отличники» проявляют стремление к учебе и имеют высокие результаты в изучении всех дисциплин учебного плана. В то же время студенты третьей категории, как правило, не показывают высоких результатов также по всем дисциплинам. С точки зрения анализа статистических данных обучения такие категории не представляют интереса для исследования.

Интерес представляют студенты, относящиеся ко второй категории – «студенты-хорошисты». Статистические данные успеваемости студентов этой категории могут варьироваться при изучении разных дисциплин. Отсюда можно сделать вывод, что успеваемость таких студентов в определенной степени зависит от существующих у них предпочтений. Если содержание изучаемой дисциплины соответствует предпочтениям «студента-хорошиста», то результат ее изучения будет высокий. И наоборот в противном случае.

Таким образом, предполагается, что персонализация образовательной траектории обучающихся может повлиять на улучшение успеваемости «студентов-хорошистов».

Исходя из этих фактов, авторы выдвигают гипотезу, состоящую в том, что анализ статистики успеваемости данных студентов итогам изучения позволит выявить интерес и мотивацию к изучению определенных дисциплин, что в свою очередь, может послужить основой для построения рекомендательной системы вуза.

Для подтверждения данной гипотезы предполагается составить «портрет» «студента-хорошиста» на основании кортежа данных его успеваемости в течении всего обучения по обязательным и элективным дисциплинам, и выявить, какие дисциплины изучались успешно.

В качестве исходных статистических данных для анализа выступают обезличенные данные результатов обучения 103 студентов шести групп

бакалавриата факультета «Информационные системы и технологии», обучавшихся в период с 2016 по 2020 год в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича. Набор данных содержит в себе данные об изученных дисциплинах, о типах аттестации по дисциплине (зачет или экзамен), оценках каждого студента из 6 групп по всем обязательным и выбранным им элективным дисциплинам.

Следует отметить, что имеющиеся на сегодняшний день данные не дают возможности рассмотреть полностью весь учебный след студента за период обучения на бакалавриате: отсутствуют данные о пересдачах экзаменов и зачетов и количестве раз их пересдач; дисциплины с формой аттестации “зачет” без оценки не дает представления об успешности обучения студентом по этой дисциплине. Возможно, в дальнейшем потребуется иметь более полные сведения о результатах обучения.

На основе имеющихся статистических данных планируется составить представление о студентах и дисциплинах, а именно:

– проследить общую успеваемость студентов на примере одной группы, одной дисциплины (как обязательной, так и дисциплины по выбору);

– составить перечень дисциплин, выделив: дисциплины, по результатам изучения которых практически все студенты имеют либо высокие оценки, либо низкие, практически одинаково успешные или неуспешные для всех в силу своих причин, а также дисциплины с не дифференцированным оцениванием.

Такие дисциплины не представляют интереса в качестве статистических данных.

Анализу будут подлежать дисциплины с разной успеваемостью у студентов. На основании полученного перечня дисциплин можно проследить изменение успеваемости «студентов-хорошистов», выявить наиболее популярные и непопулярные среди таких студентов дисциплины, улучшение или ухудшение успеваемости после их изучения.

Также для полноты исследования планируется дополнить исходные статистические данные об успеваемости студентов данными о том, какая элективная дисциплина была выбрана каждым студентом в каждом блоке дисциплин по выбору и изучал ли он в итоге выбранную дисциплину или же ему была назначена другая. После получения этих данных можно будет проследить, влияет ли персонализация траектории обучения выбранными студентом дисциплинами более положительно на качество обучения, чем обучение назначенным дисциплинам по выбору.

Таким образом предполагается, что, основываясь на результатах анализа полученных данных, выявленных закономерностях между типом данного студента, его способностями, наклонностями, интересами и результатом прохождения выбранной им траектории обучения, можно

будет рекомендовать студентам, поступающим в высшее учебное заведение на выбранные образовательные программы, рациональную для них персональную траекторию обучения, в том числе и с помощью интеллектуальных систем. Для подобной рекомендации персональной траектории обучения авторы планируют двигаться в направлении разработки методики построения интеллектуальных рекомендательных систем построения индивидуальных образовательных траекторий обучения студентов, в том числе основываясь на онтологическом подходе [3].

Список используемых источников

1. Птицына Л.К., Птицын А.В., Птицын Н. А. Индивидуализация и персонализация процессов формирования компетенций при подготовке кадров для сферы ИТ-технологий // Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXVI международной научно-методической конференции. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. 628 с.

2. Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 N 301 (ред. от 17.08.2020) "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" [Электрон. ресурс] // Консультант Плюс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220229/.

3. Благов Е.Ю., Лещева И.А., Щербан С.А. Онтологический подход в практике образовательной деятельности: формирование траекторий индивидуального профессионального развития студентов. // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 5. С. 26–39.

УДК 65.011.56
ГРНТИ 50.10.43

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ЗРЕНИЯ

А.Н. Губин, В.А. Пасынкова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются определение и главные принципы реализации систем искусственного зрения, актуальность их применения на текущий момент, и также главные тенденции развития технологий разработки соответствующих систем.

системы искусственного зрения, техническое зрение, компьютерное зрение, распознавание объектов, сегментация.

Наибольшую часть информации в окружающем нас мире люди воспринимают при помощи зрения. При этом что следует делать людям, которые лишены данной возможности последствием травм или врожденных болезней? Недавние научные достижения продемонстрировали, что в некоторой степени разрешить данную проблему способны системы искусственного зрения, быстро развивающиеся на текущий момент.

Первое упоминание о данной технологии было выявлено в предсказаниях Бенджамина Франклина в XVIII в. В 1751 г. Бенджамин Франклин установил, что электричество воздействует на зрение, а в середине предыдущего века предположения Франклина были подтверждены. Было выявлено, что электростимуляция кортекса подлинно позволяет людям без зрения воспринять фосфены или точки света.[1]

В нынешнее время под системами искусственного зрения представляют программно-аппаратные системы, которые способны извлекать данные из изображений, которые были получены со зрительных сенсоров. Поскольку человеческий зрительный аппарат до сих пор до конца не изучен, при разработке систем искусственного зрения появляется перечень следующих проблем:

— Сложность в предварительной обработке изображений;

— При этом алгоритмы анализа и разбора изображений чаще всего достаточно сложны в реализации с точки зрения программы. Выделение контуров предметов и объектов требует значительных вычислительных мощностей и продолжительного времени. Также не исключены проблемы и ошибки в определении объектов;

— В частых случаях в подобных системах используют монокулярное видение, приводящее к плоскому отображению проекции объекта, следственно, к потере данных о его пространственно-временных характеристиках;

— Действующие системы искусственного зрения не могут полностью произвести оценку свойств и пространственно-временных характеристик активных объектов.[2]

В общем и целом, принцип работы систем искусственного зрения одинаковый. С технической точки зрения данные системы состоят из камеры, которая захватывает изображение, платы ввода изображения, которая отвечает за оцифровку, и платы управления движением, которая отвечает за перемещения камеры в окружающем пространстве.

Работа такого устройства построена на классических процессах технического или машинного зрения, которые реализуют выделение, идентификацию и преобразование видеоинформации. Данная работа основана на поочередном прохождении 6 (шести) этапов:

1. Получение данных / информации — за восприятие или получение информации в подобных устройствах в большей степени отвечает маленькая камера. Камера может быть встроена, например, в очки;
2. Первичная обработка полученной информации — процесс требуется для улучшения качества отображения некоторых элементов, и также для устранения лишних шумов и помех, что в большей части увеличивает вероятность корректного распознавания объектов сцены;
3. Сегментация — данный этап содержит в себе разделение сцены на атомарные части для дальнейшего выделения интересующих нас объектов;
4. Описание — После этапа сегментации, в котором был приобретен массив необходимой информации, требуется выявить характерные параметры, которые необходимы для последующего выделения интересующих нас объектов сцены для дальнейшего их распознавания;
5. Определение объекта — данный этап будет осуществлен в следствии идентификации объектов в соответствии с техническим набором данных;
6. Интерпретация — финальный этап в работе устройства для искусственного зрения, в котором совершается установка принадлежности объекта к определенной группе, также в данном этапе будет определен зрительный образ объекта.[3]

По результатам получения визуальной информации, оная направляется на сервер и преобразуется в электронные сигналы при помощи ресивера. В зависимости от того, где и как будет использована данная система, в роли сервера может выступать как маленькое карманное устройство, которое можно постоянно переносить с собой, так и промышленные серверы, которые построены на базе классических шин PCI и PCIe.

Если говорить о случае систем для слабовидящих людей, последующая передача может осуществляться на чип, внедренный в сетчатку глаза. Раньше сигналы подавались через кабель, который соединял сервер с камерой, но с нынешним развитием IT-технологий системы были модифицированы и перешли передаче данных без проводов. Подобный способ, безусловно, имеет свои минусы, но существенно увеличивает степень удобства для использования человеком.[4]

На уровне чипа производиться расшифровка данных, которые были получены, и дальнейший перевод информации в достаточно слабые электрические сигналы. Через решетку из электродов данные сигналы стимулируют сетчатку и направляют импульсы на глазной нерв. После этого изображение воспринимается человеческим мозгом в виде образа объекта. Вне зависимости от того, что искусственное зрение описывали только писатели-фантасты, на сегодняшний день уже создан перечень продуктов, который нашел свое использование в самых разнообразных сферах, в том числе медицина, военная индустрия и робототехника.

Таким образом компания IMI INTELLIGENT MEDICAL IMPLANTS GMBH реализовала систему ретинального импланта, которая состоит из трех частей: сам имплант из пятидесяти электродов, очки, в которые встроена небольшая камера, компоненты для беспроводной передачи радиосигнала и процессор для воссоздания функций обработки изображений как у здоровой сетчатки. Этот аппарат позволяет пациентам до шести месяцев отличать различные предметы, картинки и распознавать свет. Наиболее детальные испытания производятся в нескольких центрах Европы.

Аналогом данного устройства является аппарат OrCam — реализация ученых из США. Данное устройство выступает небольшой камерой, которую закрепляют на дужке очков. Камера выполняет сканирование пространства, которое окружает человека. Далее после того как данные будут переданы в базовый модуль, выполняется анализ изображения, далее оно преобразовывается в звуковое сообщение, поступающее в наушник, который имеет костную проводимость. Данный аппарат позволяет даже полностью слепым людям не только читать газеты, рекламные вывески, указатели и книги, но при этом идентифицировать продукты питания и вещи в магазинах.[5]

К сожалению, на текущий момент OrCam может различать только английский печатный текст, однако, как информируют разработчики данного устройства, в ближайшее время система сможет распознавать разные языки, написанный от руки текст и даже лица людей. Наиболее существенное преимущество данного аппарата – это абсолютная независимость от качества и корректности связи. Данное свойство позволяет обеспечить стабильную и качественную работу устройства при любых обстоятельствах и условиях. При этом единственным на текущий

момент устройством, которое возможно приобрести, является «искусственный глаз» Argus II от производителя Second Sight. Искусственный глаз использует электроды, которые вживляются в глаз человека. Это дает возможность восстановить зрение человеку даже с полностью нефункционирующей сетчаткой. При этом, стоит отметить, что данная разработка имеет в себе некоторые минусы. Поскольку в основе данного устройства лежит беспроводная передача энергии при помощи радиоволн, при увеличении длины электромагнитной волны достаточно проблемно наполнить глаз минимально требуемым количеством энергии. Данный момент сейчас мешает увеличить разрешение систем.

Искусственное зрение сейчас нашло возможность применения и в авиации. Не так давно аэрокосмическое агентство NASA продемонстрировало систему для гражданских самолетов, которая способна точно и отчетливо показывать пилоту местность при различных погодных условиях. Специальный сервер на борту самолета по данным со спутников детально устанавливает местоположение данного самолета, далее координаты соотносятся с трехмерной картой. После чего цветное изображение выводится на мониторы, которые расположены в кабине пилота. Таким образом, пилот всегда может видеть истинную картину окружающего пространства вне зависимости от каких-либо погодных условий. При этом о текущем состоянии взлетной полосы пилота предупреждает специализированная система нотификаций. По информации от пресс-службы NASA, испытания этой разработки прошли с большим успехом, и в ближайшее время данной системой для искусственного зрения будут обеспечены все гражданские самолеты. Это даст возможность существенно сократить процент авиакатастроф.

Следует выделить, что на текущий момент как в Российской Федерации, так и за границей достаточно активно производится реализация систем для искусственного зрения. Эксперты стараются усовершенствовать характеристики остроты воспроизведения изображений, поскольку микросхемы, которые используются сейчас, достаточно сложно добиваются уровня зрения 20/1260. Производится поиск новейших технических решений, что даст возможность системам в совершенной мере соответствовать всем требованиям в части производительности, гибкости и надежности.

При этом заинтересованность к системам такого рода возрастает ежедневно, и на это есть определенный перечень причин. Первая причина — это то, что данные системы являют собой прорыв в медицинской области. Если раньше шанс на исключение заболевания у пациента с нарушениями сетчатки были крайне малы, то сейчас вероятность восстановления зрения достаточно реалистична.

Кроме этого, искусственный глаз позволяет открыть возможность и перед здоровыми людьми. Поскольку увеличение остроты зрения могло

пригодиться, например, пилотам, автомобилистам или военнослужащим. В виду этого можно без труда заявить, что в ближайшее время системы искусственного зрения смогут открыть перед нами колоссальное будущее.

Список используемых источников

1. Саврасов Ф.В., Дёмин А.Ю. Управление, вычислительная техника и информатика // Методы оптимизации динамического формирования маршрута движения транспортных средств;
2. Шадрин С.С., Иванов А.М., Синицкин И.В., Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Разработка и экспериментальные исследования автомобильной системы контроля движения в полосе;
3. Тимошенко О. Б., Азаров А. В., Кириери Е. М., Енна Е. С. Беспилотный транспорт будущего // Молодой ученый. — 2019. — №8.2. — С. 44-46.;
4. Ибрагимов В.В., Арсентьев Д.А. Алгоритмы и методы распознавания личности в условиях современных информационных технологий // Вестник МГУП имени Ивана Федорова. — 2015. — № 1. — С. 67–69.
5. Винокур А.И., Иванько А.Ф., Иванько М.А. Информационные системы в издательском деле: учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУП, 2015, — 232с

УДК 004.054
ГРНТИ 20.53.01

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ИНСТРУМЕНТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

И.А Зикратов. М. А. Морера Боррото
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Цель статьи заключается в выработке практических рекомендаций по использованию инструментов автоматизации тестирования, применяющих искусственный интеллект. Были рассмотрены различные варианты инструментов тестирования, благодаря которым возможно существенно сократить время специалистов по тестированию программного обеспечения. Выявлены общие достоинства и недостатки инструментов при внедрении в существующие автоматизированные тесты и при создании автоматизированных тестов с нуля. Результаты исследования могут быть использованы разработчиками и тестировщиками программного обеспечения.

тестирование программного обеспечения, автоматизация, искусственный интеллект

Тестирование программного обеспечения является неотъемлемой частью процесса разработки программного обеспечения. Цель тестирования – это нахождение дефектов до того, как их найдут пользователи. [1] Если продукт не соответствует спецификации и/или здравому смыслу — это дефект (отклонение фактического результата от ожидаемого). Непрерывное ручное тестирование может быть крайне ресурсозатратным, в то время как автоматизация тестирования увеличивает скорость выполнения проверок. Однако, в автоматизации тестирования бывают свои недостатки, например, результаты выполнения автоматизированных тестов как правило требуется проверять вручную, на что может уходить много времени, поддержка стабильности автоматизированных тестов, написание автоматизированных тестов может занимать много времени.

Применение инструментов автоматизации тестирования, использующих искусственный интеллект, позволяет избежать данных недостатков.

Рассмотрим основные этапы внедрения автоматизации тестирования в процесс разработки программного обеспечения (рис.1). На первом этапе определяется набор инструментов и технологии, которые будут применяться в автоматизации. На следующем этапе происходит формирование сценариев. Далее следует реализация тестов их запуск, анализ результатов выполнения и поддержка. При этом этапы 3-6 могут быть итеративными в зависимости от применяемой методологии

разработки программного обеспечения. В данной статье предполагается, что использование автоматизации тестирования является целесообразным.

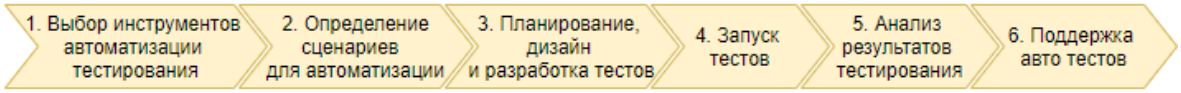


Рис. 1. Основные этапы создания автоматизированных тестов

Рассмотрим архитектуру конкретных продуктов, использующих искусственный интеллект. Под архитектурой будем подразумевать структурную схему взаимодействия кода автоматизированного теста с продуктом, использующим искусственный интеллект

- AppliTools

С помощью данного продукта можно выявлять ошибки в пользовательском интерфейсе. AppliTools использует машинное обучение и искусственный интеллект для выявления дефектов в пользовательском интерфейсе тестируемого продукта. Applitools позволяет гибко настраивать тесты под различные форматы отображения (мобильный вид, полноценный сайт и т.д.). [2]

Архитектура автоматизированных тестов, использующих данный продукт, представлена на рисунке 2:

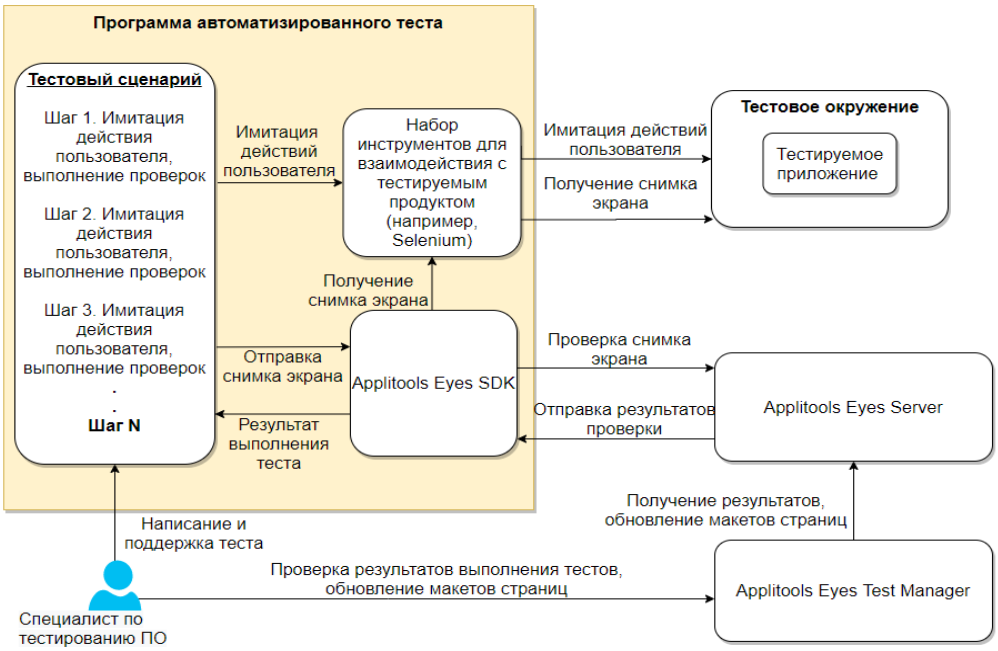


Рис. 2. Архитектура автоматизированных тестов с использованием AppliTools

В процессе разработки автоматизированных тестов предполагается использование Eyes SDK (Software development kit) (рис.2), необходимого для взаимодействия с сервером Applitools. На этапе запуска тестов происходит анализ снимков экрана, сделанных во время выполнения тестов. Анализ использует искусственный интеллект и происходит на сервере Applitools, где эти снимки сравниваются с заранее

подготовленными макетами страниц тестируемого продукта. Анализ результатов выполнения тестирования происходит с помощью веб-интерфейса Eyes Test Manager (рис.2). Поддержка автоматизированных тестов предполагает обновление макетов страниц при изменении интерфейса тестируемого продукта.

- Testim

Testim использует машинное обучение для ускорения и упрощения поддержки автотестов. Testim фокусируется на поддержании стабильности автоматизированных тестов, что для многих специалистов является большой проблемой. Одной из целью Testim является уменьшение порога вхождения в автоматизированное тестирование и предоставления возможности создавать автоматизированные тесты людям без опыта в этом. [3]

Архитектура автоматизированных тестов, использующих данный продукт, представлена на рисунке 3:

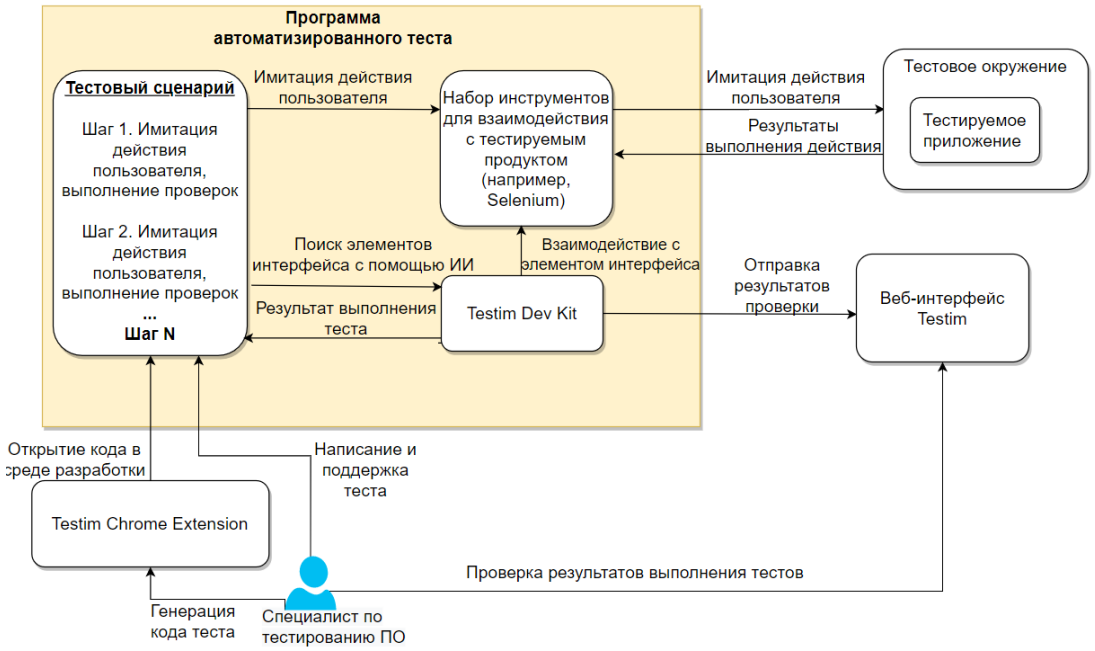


Рис. 3. Архитектура автоматизированных тестов с использованием Testim

На этапе создания автоматизированных тестов предполагается использование Testim Dev Kit или запись автоматизированных тестов с помощью расширения для браузера Google Chrome. Искусственный интеллект в данном продукте применяется для поиска элементов пользовательского интерфейса на веб-страницах тестируемого продукта. Это позволяет делать запуски тестов более стабильными и существенно сокращает время, затрачиваемое на поддержку автоматизированных тестов. Результаты выполнения тестов можно смотреть в веб-интерфейсе Testim (рис. 3).

- Report Portal

Report Portal – это продукт с открытым исходным кодом, использующий веб-интерфейс. Данный инструмент позволяет собрать в одном месте результаты выполнения автоматизированных тестов для различных проектов по тестированию. С помощью применения данного продукта становится возможным просматривать тестовые сценарии и связанные с ними данные (логи тестов, шаги тестовых сценариев, снимки экрана и т.д.), автоматически определять какие тестовые сценарии могут не выполняться из-за дефектов в тестируемом продукте, а какие связанными с проблемами автоматизации. [4]

Архитектура автоматизированных тестов, использующих данный продукт, представлена на рисунке 4:

Рис. 4. Архитектура автоматизированных тестов с использованием Report Portal

Сам продукт устанавливается на отдельном сервере, а взаимодействие автоматизированного теста с сервером происходит с помощью SDK (рис. 4). Искусственный интеллект в данном продукте используется для анализа результатов выполнения автоматизированных тестов, а продукт анализирует результаты тестов на основании предыдущих запусков тестов, что позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на анализ результатов выполнения тестов.

В статье были рассмотрены различные инструменты автоматизации тестирования, использующие искусственный интеллект. В различных инструментах искусственный интеллект используется на разных этапах создания автоматизированных тестов, но во всех случаях одним из основных преимуществ использования инструментов является экономия времени специалистов по тестированию программного обеспечения.

В результате исследования инструментов можно сделать следующие выводы:

1. Инструменты автоматизации тестирования, применяющие искусственный интеллект, существенно сокращают время реализации определенных этапов разработки программы автоматизированных тестов.

2. Инструменты автоматизации тестирования могут накладывать ограничения на создание автоматизированных тестов (использование определенного языка программирования или определенных фреймворков), что может сделать нецелесообразным применение данных инструментов для уже реализованных автоматизированных тестов. Такие инструменты имеет смысл применять в автоматизации, создаваемой с нуля.

3. Для существующих автоматизированных тестов проще всего использовать инструменты, позволяющие анализировать результаты выполнения тестов с помощью искусственного интеллекта, так как это не требует серьезных изменений в коде самих тестов, но позволяет экономить время сотрудников на анализе выполнения данных тестов.

Список используемых источников

1. «Что такое баг.» Роман Савин. тестрирование dot com. Дело, 2007. 17 с.
2. Applitools DOCS. [Электронный ресурс]. UML: https://applitools.com/docs/ (дата обращения 18.11.2020)
3. Testim DOCS. [Электронный ресурс]. UML: https://help.testim.io/docs/testim-overview (дата обращения 18.11.2020)
4. Report Portal: Единый инструмент для всей отчетности по тестированию. [Электронный ресурс]. UML: https://www.epam-group.ru/our-work/brochures/report-portal/ (дата обращения 18.11.2020)

УДК 004.9
ГРНТИ 49.37.29

АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ VANET ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ

И. А. Зикратов, А. А. Юсупова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной статье раскрываются общие принципы технологии VANET. Сделан обзор статей, посвященных транспортной информационной сети. Рассмотрены интерфейсы сети. Проанализирована архитектура сети. Также рассмотрены основные угрозы безопасности сети VANET.

vanet, автомобильные сети, интеллектуальная транспортная система, беспилотные транспортные средства.

Современный уровень развития информационных технологий позволяет пользоваться информационными средствами практически в любой сфере жизни. В прогрессивных странах проводится множество работ по внедрению беспилотных транспортных средств. Это поможет в решении таких проблем как перераспределение потоков машин, минимизация пробок и уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу.

В последние годы проводится множество работ, посвященных исследованию сетей транспортных средств VANET. Автомобильные сети VANETs — это современные разновидности сети MANETs, имеющие большую подвижность, где каждый узел (автомобиль) сам по себе хост. В VANET используется технология выделенной связи ближнего действия (DSRC), основанная на семействе стандартов IEEE 1609 (называемых WAVE), которая может предотвратить столкновения транспортных средств и приборов на обочине дороги. VANET сети являются ключевой частью инфраструктуры интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Основная цель развертывания сетей VANET - повышение безопасности вождения, то есть снижение количества аварий, рост информированности о дорожных условиях и обеспечение лучшей связи в пути между транспортными средствами[1].

Применение технологии позволяет управлять транспортным движением в городе, а также сокращает количество аварий. Предполагается, что каждое транспортное средство оборудовано сетевыми устройствами, датчиками и устройством глобальной системы позиционирования (GPS).

Сети VANET формируют как одноранговую, так и иерархическую структуру. Вовлечение в информационный обмен RSU, позволяет

организовать топологию типа «кластерное дерево». Обмен данными между OBU, а также взаимодействие с другими сервисами ИТС, ведется через ближайший RSU. Соединенные между собой RSU позволяют организовать межкластерный сетевой обмен информацией. Это предоставляет возможность существенно разгрузить беспроводной канал связи, а также повысить связность сети. Варианты сетевых технологий, образуемых компонентами VANET приведены на Рисунке 1.

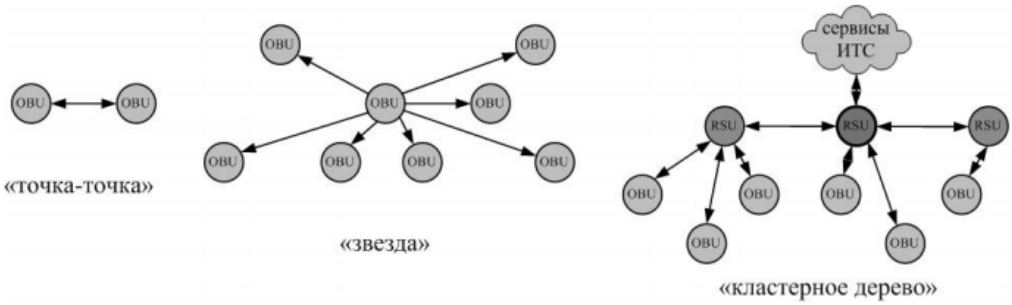


Рис. 1. Топологии сети VANET

В США стек протоколов беспроводного доступа IEEE 1609 WAVE в автомобильной среде основан на WLAN IEEE 802.11p, работающей на семи зарезервированных каналах в полосе частот 5,9 ГГц. Стек протоколов WAVE разработан для обеспечения многоканальной работы (даже для автомобилей, оборудованных только одним радиомодулем), безопасности и протоколов прикладного уровня.

Кроме программно-аппаратных модулей, в состав VANET входят коммуникационные интерфейсы, позволяющие этим модулям взаимодействовать. В зависимости от направления передачи информации между объектами выделяют следующие типы интерфейсов:

Vehicle-to-Vehicle (V2V) – когда OBU взаимодействуют между собой. Данный тип взаимодействия является основным в случае отсутствия инфраструктурных базовых станций. Он позволяет организовать обмен сообщениями между ТС-участниками дорожного движения с целью повышения степени безопасности дорожного движения.

Vehicle-to-Infrastructure (V2I) – когда передача информации ведется от OBU к RSU. Используется в случаях передачи информации через инфраструктуру в целях разгрузки беспроводных интерфейсов. Также позволяет организовать сбор информации в центры управления и организовать системы управления средствами контроля и регулирования транспортных потоков.

Infrastructure-to-Infrastructure (I2I) – в случае взаимодействия RSU между собой. Данный тип интерфейсов позволяет производить обмен информацией как по проводным каналам связи, так и по беспроводным.

Vehicle-to-X (V2X) – является универсальным типом интерфейса, позволяющим организовать взаимодействие типа V2V и/или V2I.

Vehicular to Home (V2H) – обеспечивает взаимодействия OBU с другими IoT объектами, установленными в пределах домашней локации. В дополнении, через V2H может производиться автономная диагностика ТС с последующей отсылкой данных в сервисные службы. Данный интерфейс позволяет расширить область сервисов обеспечивающих комфортность поездок. Для этого, к примеру, в бортовой компьютер может быть заблаговременно загружен маршрут предстоящего путешествия со всеми точками интересов.

Vehicle-to-broadband cloud (V2B) – позволяет взаимодействовать OBU с облачными сервисами с использованием широкополосных технологий передачи данных операторов мобильной связи.

В рамках IEEE Communications Society существует Технический подкомитет по автомобильным сетям и телематическим приложениям (VNTA). Устав этого комитета состоит в том, чтобы активно продвигать техническую деятельность в области автомобильных сетей, связи V2V, V2R и V2I стандартов, безопасности дорог и транспортных средств с поддержкой связи, мониторинга движения в реальном времени, технологий управления перекрестками и услуги на базе ИТС. Для связи между автомобилем и инфраструктурой архитектура VANET предполагает, что базовые сети должны быть настроены, по крайней мере, в выделенных местах (например, на перекрестках дорог).

Имеется три основных компонента VANET: бортовой блок (OBU), придорожный блок (RSU), и транспортную сеть связи [2] и две классификации архитектуры VANET с точки зрения автомобильной связи: дорожное транспортное средство связи (RVC) и межавтомобильной связи (IVC). Связь между транспортными средствами может считаться более сложной с технической точки зрения, поскольку связь между транспортными средствами должна поддерживаться не только когда транспортные средства неподвижны, но и когда они движутся. В статье [3] отмечено, что сетевая архитектура содержит физический уровень, подуровень управления доступом к среде Media Access Control (MAC), сетевой уровень, транспортный уровень и прикладной уровень. На рисунке 2 показана связь между транспортным средством и базовой станцией транспортного средства. Каждое транспортное средство имеет свои индивидуальные бортовые блоки связи и системный интерфейс.

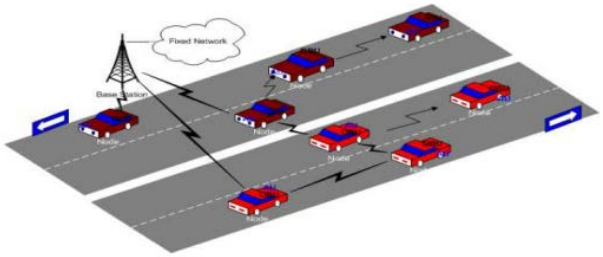


Рис.2. Архитектура сети Ad Hoc для транспортных средств.

Высокая мобильность и быстро меняющаяся топология - одна из основных характеристик VANET. VANET распространяет сообщения и информацию посредством вещания одноадресной маршрутизации и геокастинга [2]. Вещание связано с распространением информации о безопасности, т.е. предупреждений об авариях на всех узлах, находящихся в непосредственной близости от отправителя. Одноадресная маршрутизация позволяет узлам сохранять пакеты в своих буферах и ожидать восстановления соединения после сбоя из-за прерывистого характера соединения VANET. Узлы могут сохранять пакеты, если происходит резкое отключение сети, и доставить пакеты после повторного соединения [2]. Геокастинг — это использование GPS для отправки специальных сообщений для конкретной группы в идентифицирующихся районах [4].

Использование GPS (и, в более общем смысле, GNSS) в транспортных средствах позволяет узнать их местонахождение. Знание точного местоположения очень важно в VANET, чтобы оно могло предоставлять точные данные другим транспортным средствам.

Что касается VANET, было предложено множество методов использования GPS в качестве метода определения местоположения. Здесь узел, который отправляет сообщение, определяет географическую область, в которую направлено сообщение, и отправляет его туда посредством многозвенной многоуровневой трансляции.

В статье [5] описывается пять моделей связи (передача с помощью вышки, геотрансляция, одноадресная маршрутизация, предварительное распространение информации и агрегирование информации) доступные для специальной сети транспортного средства, чтобы лучше понять, как сообщения могут быть распространены в сети. Важно понимать структуру сети VANET «из-за движения транспортных средств… что усложняет проектирование соответствующей комплексной системы связи» [5].

Сеть VANET имеет следующие особенности:

1. Динамичная топология: узлы сети VANET движутся с высокой скоростью, могут менять направление движения, в следствии чего топология сети меняется.

2. Неравномерность плотности узлов: плотность движения автомобилей на трассах не равномерна и зависит от времени и местности. В малонаселённых пунктах плотность движения ниже, чем в больших городах из-за малого количества транспортных средств; в ночное время суток меньше автомобилей, чем в дневное.

3. Наличие препятствий: движение узлов осуществляется на проезжих частя дороги, которая окружена такими препятствиями для радиоволн как высотные дома, деревья и т.п.

Узлы связи иногда мешают друг другу. Небольшое препятствие в зоне прямой видимости между узлами может ухудшить возможности сети VANET, например, «одиночное препятствие может вызвать падение уровня принимаемого сигнала более чем на 20 дБ, когда две машины обмениваются сигналами на расстоянии 10 м» [6].

Одним из главных вопросов при разработке автомобильных сетей является безопасность. В сети VANET некоторые типы нарушений могут стать причиной угроз информационной безопасности, такие как недобросовестные водители, мошенники, собирающие данные о водителях и т.д.

Единой классификации угроз информационной безопасности в VANET нет, поэтому при анализе статьи [7] выяснено, что авторы выдвинули следующие группы классификации атак: NetworkAttack, ApplicationAttack, SocialAttack, MonitoringAttack, SpammingAttack.

Таким образом, развитие специальной автомобильной сети — это необходимый шаг для развития существующих возможностей беспроводной сети и информационных технологий. В результате анализа протоколов транспортной сети можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время отмечается заинтересованность в развитии транспортных сетей, в том числе сети VANET, по всему миру.
2. Однако, несмотря на неоспоримые достоинства, сети VANET сталкиваются с некоторыми проблемами, например безопасность, стабильность и надежность.
3. В настоящее время беспилотный транспорт в основном используется в воздушном пространстве и в метрополитене ввиду малого количества преград и внештатных ситуаций.
4. Повышение производительности сети возможно путем организации кластерной топологии.
5. Одной из главных проблем реализации технологии VANET является высокая стоимость придорожных станций.
6. В будущем ожидается активизация разработок для построения систем управления беспилотными транспортными средствами с использованием транспортных сетей.

Список используемых источников

1 S. Al-Sultan, M. M. Al-Doori, A. H. Al-Bayatti, and H. Zedan, "A comprehensive survey on vehicular ad hoc network," Journal of Network and Computer Applications, Vol. 37, January 2014, pp. 380- 392

2 Peng, Y., & Chang, J. M. (2010). A novel mobility management scheme for integration of vehicular ad hoc networks and fixed IP networks. Mobile Networks and Applications, 15(1), 112-125

3 Liu, Y., Bi, J., & Yang, J. (2009). Research on vehicular ad hoc networks. In IEEE Control and Decision Conference, 2009. CCDC'09. Chinese (pp. 4430-4435).

4 Raya, M., & Hubaux, J. P. (2007). Securing vehicular ad hoc networks. Journal of Computer Security, 15(1), 39-68

5 Schoch, E., Kargl, F., Weber, M., & Leinmuller, T. (2008). Communication patterns in VANETs. Communications Magazine, IEEE, 46(11), 119-125.

6 Meireles, R., Boban, M., Steenkiste, P., Tonguz, O., & Barros, J. (2010). Experimental study on the impact of vehicular obstructions in vanets. Paper presented at the Vehicular Networking Conference (VNC), 2010 IEEE

7 Sumra I.A., Ahmad I., Hasbullah H., Manan J. Classes of attacks in VANET // Proceedings of the Saudi International Electronics, Communications and Photonics Conference (SIECPC). Riyadh. Saudi Arabia, 2011. Pp. 1-5.

УДК 004.89
ГРНТИ 28.23.37

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМИ С КЛИЕНТАМИ

А. Э. Иванова, В. Л. Литвинов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Для успешной работы и конкурентоспособности компании должны выстраивать взаимоотношения со своими клиентами: удерживать старых и привлекать новых. Для этих целей используются системы управления взаимоотношениями с клиентами. Основные бизнес-задачи, по работе с клиентами обеспечиваются методами интеллектуального анализа данных.

управление взаимоотношениями с клиентами, интеллектуальный анализ данных, CRM

На сегодняшний день почти все организации потребительской сферы функционируют в условиях жесткой конкуренции, что требует грамотной работы с клиентами. Такая работа подразумевает предпринимаемые действия в двух направлениях: привлечение новых клиентов и эффективное взаимодействие с настоящими. Эти задачи не являются взаимоисключающими, они решаются параллельно, с использованием различных методов. Очевидно, что с ростом клиентской базы, увеличением потока информации и объемом данных функционирование без информационных систем, которая автоматизирует соответствующие процессы, практически невозможно. В связи с этим широкое распространение получили CRM системы (Customer Relationship Management), и с каждым годом растет количество компаний, использующих CRM системы.

CRM система представляет собой программное обеспечение, позволяющее автоматизировать стратегии взаимоотношений с клиентами и совершенствовать бизнес-процессы, связанные с увеличением уровня продаж, хранением информации о клиентах, оптимизации маркетинга [1].

В работе с клиентами важно знать их характеристики, особенности, прибыльность и т.д. Для составления портрета клиента в CRM системах используется профилирование клиентов, которое хранит представление необходимой информации о клиентах. Профилирование клиентов включает в себя сегментацию клиентов, анализ реакции клиентов. Для достижения основных бизнес-целей и решения маркетинговых задач используются достижения дисциплин статистики, машинного обучения, искусственного интеллекта, визуализации, теории информации, баз данных, объединенных термином интеллектуальный анализ данных.

К основным задачам интеллектуального анализа данных относят регрессию, классификацию, кластеризацию и ассоциацию [2].

Задача регрессии заключается в нахождении функциональной зависимости между входными и выходными параметрами. Регрессия позволяет оценивать вероятность или численное значение события.

В задачах управления взаимоотношениями с клиентами регрессия может применяется при:

- прогнозировании спроса;
- оценке ценовой эластичности;
- оценке вероятности повторных продаж;
- расчете загруженности магазина;
- анализе влияния факторов на спрос.

Классификация использует функции, которые назначают элементы в коллекции целевым категориям или классам. Классификация позволяет отнести объект к одному из известных классов. В управлении взаимоотношениями с клиентами метод классификации можно использовать для:

- оценки перспективности клиентов;
- анализа рисков при работе с клиентом;
- оценки скидок для категорий клиентов;
- прогнозирования успеха сделки.

Кластеризация – разбиение объектов на группы схожих элементов (кластеры). Объекты внутри кластера имеют высокое сходство по сравнению друг с другом, но сильно отличаются от объектов в других кластерах. Такое разбиение позволяет анализировать одни объекты по аналогии с поведением других. Для CRM систем применение кластеризации делает возможным следующее:

- кластеризация товаров;
- выявление товаров имеющих схожую структуру спроса;
- разбиение клиентов на близкие по поведению и характеристикам группы;
- анализ спроса в зависимости от комбинации входных показателей.

К ассоциации относят анализ транзакций, т.е. логически связанных событий, происходящих совместно. Применение принципов ассоциации делает возможным обнаружение таких зависимостей, когда из одного события с определенной вероятностью следует другое событие. Принципы ассоциации в управлении взаимоотношениями с клиентами используются при:

- предсказании поведения клиента;
- предложение товара, который вероятно заинтересует клиента;
- кросс-продажи – стимулирование продаж одних товаров за счет продажи других;
- оптимизация запасов товаров.

Описанные задачи в совокупности можно проанализировать, а также получить новые результаты с помощью технологий Data Mining.

Работа методов Data Mining направлена на поиск нетривиальных закономерностей. Также применение Data Mining дает возможность самостоятельно строить гипотезы и находить закономерности. На рисунке 1 показана схема преобразования данных с использованием технологии Data Mining.

Рис. 1. Преобразование данных с использованием технологии Data Mining

Используемые методы в CRM системах могут быть разными, начиная от самых простых, которые определяют, когда и с кем необходимо связаться, до более сложных алгоритмов, которые могут прогнозировать поведение клиента и помогают в выборе оптимальной стратегии [3].

В результате использования методов интеллектуального анализа в CRM можно решить такие задачи как сегментирование рынка, прогнозирование реакции клиентов.

Сегментирование позволяет разбить клиентов на группы, которые объединяются в сегменты по признаку схожих потребностей, характеристик.

Основными характеристиками сегментирования для управления взаимоотношениями с клиентами являются:

- понимание потребностей клиентов и их личные характеристики (например, возраст, страна проживания, образование клиента и т.д.);
- понимание природы конкурентной борьбы для разделения рынка на сегменты и определения характеристик, которыми должны обладать продукты для выделения в конкурентной борьбе.

Сегментирование рынка позволяет разделить покупателей на группы по определённым характеристикам. В зависимости от выбранных

характеристик индивидуально подбирается маркетинговая политика для каждой группы клиентов.

Прогнозирование является процессом, который выявляет причинно-следственные связи, закономерности и вероятные пути развития различных событий, на основе имеющихся данных.

Прогнозирование является сложным видом деятельности, в процессе которого решается и исследуется большое количество вопросов и данных. Методы прогнозирования могут применяться для краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных решений. Они могут использоваться для прогнозирования реакции клиентов на какое-либо предложение и помогает в предсказании поведения клиентов или сегментов, благодаря накопленным данным.

Совместное использование Data Mining и CRM улучшает работу с клиентами. Внедрение методов интеллектуального анализа данных в CRM позволяет получить новые знания и обнаружить нетривиальные закономерности в базе данных компании. Такие знания позволяют компании быть конкурентоспособными за счет углубленного взгляда на процессы и риски в бизнес-процессах компании.

Список используемых источников

1. Шполянская И.Ю. Референтная онтологическая модель бизнеса как основа создания WEB-ориентированных систем и сервисов // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2015. № 2 (50). С. 220-226.

2. Симонова С.И. Интеллектуальный анализ данных для задач CRM // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 3, no. 2, 2015

3. Богомолова, М.А. Интеллектуализация систем принятия управленческих решений по взаимодействию с клиентами // Экономика и социум. –2014. – No3-1 (12). – С. 264-266.

УДК 004.058
ГРНТИ 81.01.07

ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА КАЧЕСТВО ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

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

Представлен обзор цифровых технологий, основной целью которых является помощь людям в освоении иностранного языка. Представляется сравнительный анализ технологий, наиболее часто используемых при изучении иностранного языка. Часто используемые технологии, приведенные в этой статье, были выбраны путем опроса людей, изучающих иностранные языки.

информационные технологии, мультимедиа, мобильные приложения

С каждым днем современное общество все больше становится огромным информационным пространством. Информационные технологии и искусственный интеллект внедряются во все сферы современной жизни. Использование цифровых технологий при изучении иностранных языков началось более полувека назад, но это никогда не было так актуально, как сейчас. Ситуация с COVID-19 показала, что не стоит пренебрегать возможностью получать различные услуги дистанционно. Многие люди, когда предприятия были вынуждены перейти на дистанционный режим работы, оказались к этому не готовы. Многие работодатели не смогли обеспечить своим работникам комфортную работу дома, а если такая возможности предоставлялась, то большинство работников не могли эффективно выполнять свою работу дистанционно. Подобная ситуация коснулась и сферу образования, в частности школ английского языка и людей, предпочитающих самообразование школам.

Здесь присутствует ряд проблем как для школ, предоставляющих услуги обучения иностранному языку, так и для людей, предпочитающих самообразование. Основная проблема школ в этот непростой период заключается в отсутствие платформы, обеспечивающий эффективный контроль знаний, а также возможность коммуникации со студентами.

Для людей, практикующих изучение иностранного языка за рубежом, COVID-19 также стал проблемой. Если раньше людям советовали изучение иностранного языка с помощью технологий при невозможности посетить страну носителей языка, то в текущей ситуации, использование профильных технологий стало единственным возможным способом изучения иностранного языка. Владение иностранным языком − это навык, который нужно постоянно развивать. Если перестать развивать этот навык, то иностранный язык начнет постепенно забываться. Данная проблема касается не только людей, часто выезжающих заграницу для практики, но и также людей, которые посещают школы.

Как было сказано ранее, у большинства очных школ не было платформ, обеспечивающих удобную коммуникацию со студентами, и поэтому преподавателями использовались либо непрофильные технологии для коммуникации со студентами, такие как Zoom, Skype и тому подобные, либо взаимодействия не происходило вовсе. Проверка домашнего задания не осуществлялась либо осуществлялась с помощью отправки студентами фотографий с выполненными домашними заданиями, что вызывало трудности в его проверки у преподавателей.

Как уже было сказано, ранее людям, желающих изучать иностранный язык, был дан выбор: изучение иностранного языка очно на курсах в специализированных школах или самостоятельно дистанционно. В условиях пандемии людям, выбравшим первый вариант, пришлось экстренно перестраиваться.

Электронное обучение, которое с каждым днем становится все более развитым, характеризуется появлением новых мультимедиа, информационных и телекоммуникационных технологий, виртуальной реальности. Сейчас компьютер является полезным инструментом, с помощью которого осуществляется общением пользователей друг с другом путем обмена информацией с помощью глобальной компьютерной сети − WorldWideWeb [1].

С помощью созданных глобальных компьютерных сетей появилась возможность интеграции данных на удаленных физически друг от друга компьютерах, что и привело к глобализации образовательного процесса. Изменение методики преподавания иностранных языков обуславливается внедрением новых цифровых технологий. Стоит отметить, что немаловажным условиям для развития информатизации общества является «информатизация образования» − процесс, в котором существующие сферы образования обеспечиваются современными информационными технологиями [1]. При «информатизации образования» в сфере иностранных языков, подразумевается использование современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также новых мультимедиа.

С каждым днем открывается все больше возможностей для самообразования студентов. Разрабатываются мобильные приложения, web-сайты и различных обучающие программы. Не так давно стали появляться мобильные голосовые переводчики. Ниже представлены технологии, известные на данный момент и пользующиеся большой популярностью среди людей, изучающих иностранный язык:

1. Офлайн-словари. Чаще всего представляется компьютерные программы или мобильные приложения, которые позволяют переводить иностранные слова, идиомы и устойчивые выражения, не имея доступа в Интернет. Обычно оснащены удобным

поиском, что выгодно выделяет их среди бумажных словарей. Пользуются большой популярностью у туристов.

2. Онлайн-переводчики. Чаще всего представляют собой мобильное приложение, web-сайт или плагин. У онлайн-переводчиков есть несомненное преимущество по сравнению с предыдущей категорией−возможность переводить целые предложения и даже тексты. Не так давно появились плагины, интеграция которых в web-браузер, позволяет переводить целые web-страницы. При использовании плагинов можно выделить слово, и оно переводится автоматически. Это очень удобно при поиске информации на иностранных ресурсах. Одним из самых популярных онлайн-переводчиков является Google Переводчик.
3. Мобильные приложения. Программы, пользование которыми возможно только с помощью портативных устройств. Чаще всего обучение происходит в игровой форме, обучение скорее нацелено на улучшение определенных навыков владения иностранным языков, такие как лексика и грамматика, редко, когда чтение и аудирование (понимание иностранного языка на слух).
4. Web-приложения. Использование данного типа приложений возможно только через Интернет при использовании браузера. Возможности данного типа шире предыдущего. Web-приложение обычно представляет собой удобную платформу, обучение на которой также происходит в игровой форме. Обучение нацелено на развитие основных навыков владения иностранным языком: чтение, аудирование, лексика, грамматика. Некоторые web-приложения могут помочь и в развитии навыка говорение, однако это всегда происходит с помощью учителя. Пользователь записывает ответы на вопрос в аудио-файл, а учитель проверяет. Такая функция обычно платная. В некоторых web-ресурсах уже сейчас есть попытки внедрить нейронную сеть для обучения пользователя говорению. Однако практика показывает, что если речь у начинающего пользователя невнятная, то нейронная сеть навряд ли разберет ответ.
5. Чат-боты. Это довольно новая технология. Обычно чат-боты представляют собой мини программы, которые внедряются в популярные мессенджеры (такие как Телеграмм), но могут быть и полноценными мобильными приложениями. Основное их предназначение − довольно осмысленный ответ пользователю. Многие из них обучены вести несложные диалоги на популярные темы на иностранном языке. Это помогает развивать немаловажные навыки владения иностранным языком − письмо, грамматика, лексика.

После опроса людей, изучающих иностранные языки, были выделены основные ресурсы, пользующиеся наибольшей популярностью, это Lingualeo и Duolingo.

Lingualeo − web-приложение, нацеленное на развитие основных навыков английского языка: письмо, аудирование, чтение, лексика и грамматика. Приложение содержит большую библиотеку интересных видео роликов и уроков с интерактивными субтитрами. У пользователя есть возможность вести индивидуальный словарь. Навыки английского языка развиваются в игровой форме: пользователю предлагаются задания с выбором варианта ответов. Из основных минусов web-приложения можно выделить отсутствие специального алгоритма обучения.

Duolingo − web-приложение, нацеленное на развитие навыков лексики и грамматики. Обучение посредством приложения происходит также в тестовой форме. У пользователей доступы к тестам открываются посредством достижения определенного игрового уровня. Приложение подходит людям, только начинающим изучать английский язык. Существенным минусом, присутствующим в алгоритме обучения в данном приложение, является неповторяемость слов и грамматических конструкций. Это означает, что в дальнейшем, выученные слова именно в этом приложение, просто не отложатся в долгосрочную память, то есть пользователь не сможет активно применять выученные здесь слова. Для этого придется обратится к другим приложениям.

Было опрошено 50 человек. Почти 80% пользователям данных приложений не удалось полноценно выучить английский язык. Пользуясь только этими приложениями, хорошо удалось развить чтение и письмо. Лексические единицы посредством постоянного тестирования запоминались хорошо, однако вскоре забывались. Грамматические конструкции разных времен английского языка запоминались хорошо, и при постоянном тестировании пользователи начинали правильно различать времена английского языка в незнакомых текстах. Почти 50% опрошенных так и не научить понимать английский язык на слух. Никто из опрошенных не научился бегло говорить на иностранном языке.

Одним из действенных методов изучения английского языка считается метод интервального повторения. Суть данного метода в повторении информации через определенные интервалы времени. Главное, при изучении иностранного языка, выбрать правильные интервалы повторения. Журналист Боб Салливан и математик Хью Томпсон предложили следующий алгоритм повторений: 5 секунд — 25 секунд — 2 минуты — 10 минут — 1 час — 5 часов — 5 суток — 25 дней — 4 месяца [2].

По такому алгоритму с помощью флеш-карточек изучается лексика английского языка. Система флеш-карточек, которую потом с успехом воплотили в разные компьютерные программы и мобильные приложения, была предложена ученым и журналистом Себастьяном Лейтнером. Суть

данной системы заключается в следующем: человек записывает новые слова, если человек верно называет слова во все названные интервалы времени, то слово считается выученным. Если человек не может назвать определенное слово на каком-то этапе повторения, то оно перемещается на этап назад. Этот алгоритм повторяется до полного изучения слова [2].

Одним из известных приложений, который основывается на данном методе, считается мобильное приложение Anki. Карточки со словами организованы в тематические колоды, а помимо общей информации о слове даются примеры его употребления в разных контекстах. Это приложение очень полезно. Стоит отметить, что метод интервального повторения полезен не только для изучения лексики и грамматики иностранного языка, но и также для развития других навыков. Например, для развития навыка аудирования можно также применить метод интервального повторения.

В качестве эксперимента были отобраны люди, имеющие начальный уровень английского языка. Для этих людей были отобраны разные видео фрагменты одинаковой длины и содержащие примерно одинаковые слова. Людям было предложено прослушивать разные фрагменты, соблюдая следующие интервалы: 2 минуты, 1 час, 5 суток. На 5 сутки 90% участвующих в эксперименте начинали отчетливо разбирать слова, понимать суть. К сожалению, большинство существующих платформ пока еще плохо справляются с помощью людям в развитии такого важного навыка, как аудирование.

В результате можно сделать вывод, что существующие на сегодняшний день ресурсы положительно влияют на качество изучения иностранного языка, однако для полноценного изучения английского языка требуется использование многих ресурсов. На сегодняшний момент не существует комплексной профильной платформы, которая будет нацелена на развитие всех возможных навыков, имеющая собственные алгоритмы обучения, положительно влияющая на прогресс пользователя и способной обходится без помощи учителя, или хотя бы, с удобной для учителя функцией контроля знаний.

Список используемых источников

1. Ботавина Е.Б., Кайдалова Т.А., Пигасова И.В. Влияние цифровых технологий на изучение иностранных языков. [Электронный ресурс] // Современное педагогическое образование. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-tehnologiy-na-izuchenie-inostrannyh-yazykov/viewer (дата обращения: 15.11.2020)

2. Еремеева Г.Р., Баранова А.Р. Метод интервальных повторений при изучении иностранного языка // Бюллетень науки и практики. 2016. №7 (8) С. 294-298

УДК 004.932
ГРНТИ 28.23.15

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19 НА ТОЧНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

В. Л. Литвинов, И. Ю. Раднаева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Системы распознавания объектов на видеоизображениях широко используются для целей обеспечения безопасности населения. В реалиях постоянно изменяющейся карантинной обстановки, обусловленной COVID-19, вопросы обеспечения безопасности обретают особую актуальность. Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания создают физическое препятствие для распознавания лиц, тем самым снижая точность идентификации объектов на видеоизображениях.

распознавание образов, статистические модели изображений, компьютерное зрение

В начале 2020 года человечество охватила пандемия коронавирусной инфекции COVID-19. Новый штамм вируса передается при тесном контакте воздушно-капельным путем, как правило, при разговоре, кашле, чихании. Капли не перемещаются по воздуху на большие расстояния и оседают на земле, различных поверхностях. Передача может осуществляться также через более мелкие капли, взвешенные в воздухе [1]. В связи с чем Всемирной Организацией Здравоохранения рекомендовано соблюдение социальной дистанции, использование средств индивидуальной защиты в виде перчаток и масок. Последние физически перекрывают области лица, что в свою очередь, не может не сказаться на точности действия существующих алгоритмов при распознавании объектов на видеоизображениях.

Следует отметить, что система распознавания лиц представляет собой программно-аппаратный комплекс для автоматической верификации или идентификации личности по цифровому изображению (фотографии или кадру видеопоследовательности). Задача распознавания лиц решается при разработке систем контроля и управления доступом, систем пограничного контроля, проведении оперативно-розыскных мероприятий и т.д.[2].

В настоящее время существует большое количество методов распознавания лиц и объектов на видеоизображениях, работающих посредством сравнения определенных черт лица с эталонными изображениями, которые хранятся в базах данных.

Активные модели внешнего вида (*AAM, ActiveAppearanceModels*) – это статистические модели изображений, которые путем разного рода деформаций могут быть подогнаны под реальное изображение [3].С помощью AAM моделируются изображения объектов, подверженных жесткой или нежесткой деформации. Под деформацией обычно понимают различные преобразования, в том числе поворот, масштабирование, перенос. В состав AAM включается набор параметров, часть которых представляет форму лица, а остальные параметры задают его текстуру. Для определения на изображении положения лица должны быть определены такие параметры AAM, как форма, текстура, расположение. Параметры представляют синтезируемое изображение, максимально приближенное к наблюдаемому (рис.1). Из того, насколько близка степень AAM подгоняемому изображению, в результате должно быть принято решение – обнаружено лицо или нет.

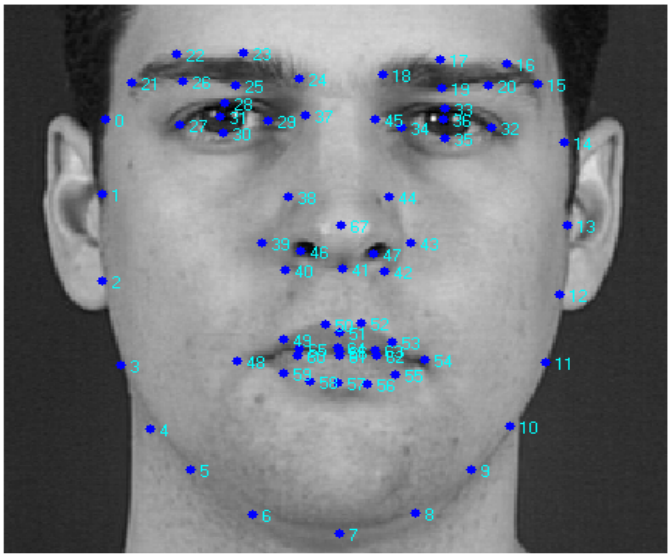


Рис.1. Разметка изображения лица, образующего форму AAM

Активные модели формы, ASM(ActiveShapeModels). Суть метода заключается в ведении учета статистических связей между расположением антропометрических точек. Здесь форма ограничена распределением точек статистической формы, что необходимо для ограничения возможности модели изменяться строго в пределах примеров обучающей выборки. На изображении эксперт размечает локализацию антропометрических точек, которые пронумерованы в одинаковом порядке.

Суть методов AAM, ASM заключается не в распознавании лиц, а в наиболее точной локализации лица и антропометрических точек на изображении для последующей обработки.

Данные методы были использованы в алгоритмах распознавания лиц Национальным Институтом Стандартов и Технологий (НИСТ, США), при этом важно отметить, что изначально алгоритмы разрабатывались без

ожидания того, что при осуществлении распознавания будут использованы изображения с наличием средств индивидуальной защиты в виде масок, уменьшающих вдыхание вирусов, либо иных загрязнителей, взвешенных в воздухе [5].

Большинство передовых подходов к распознаванию лиц разработаны на основе глубинного обучения, зависящего от большого количества эталонных образцов. На текущий момент получение общедоступных наборов данных по распознаванию лиц в масках найти проблематично [6]. Однако сравнивая результаты действия алгоритма без использования маски и с использованием средства индивидуальной защиты, предоставляется возможным сравнить точность распознавания лица на изображении.

Для сравнения предлагается выбрать фотографию с изображением лица из базы данных и применить к ней различные виды масок: широкая, круглая; высокого, среднего и малого перекрытия поверхности лица; маски разного цвета (Рис.2).

Рис.2. Виды средств индивидуальной защиты, маски

В результате работы алгоритма определены антропометрические точки для создания масок различных видов (рис.3).

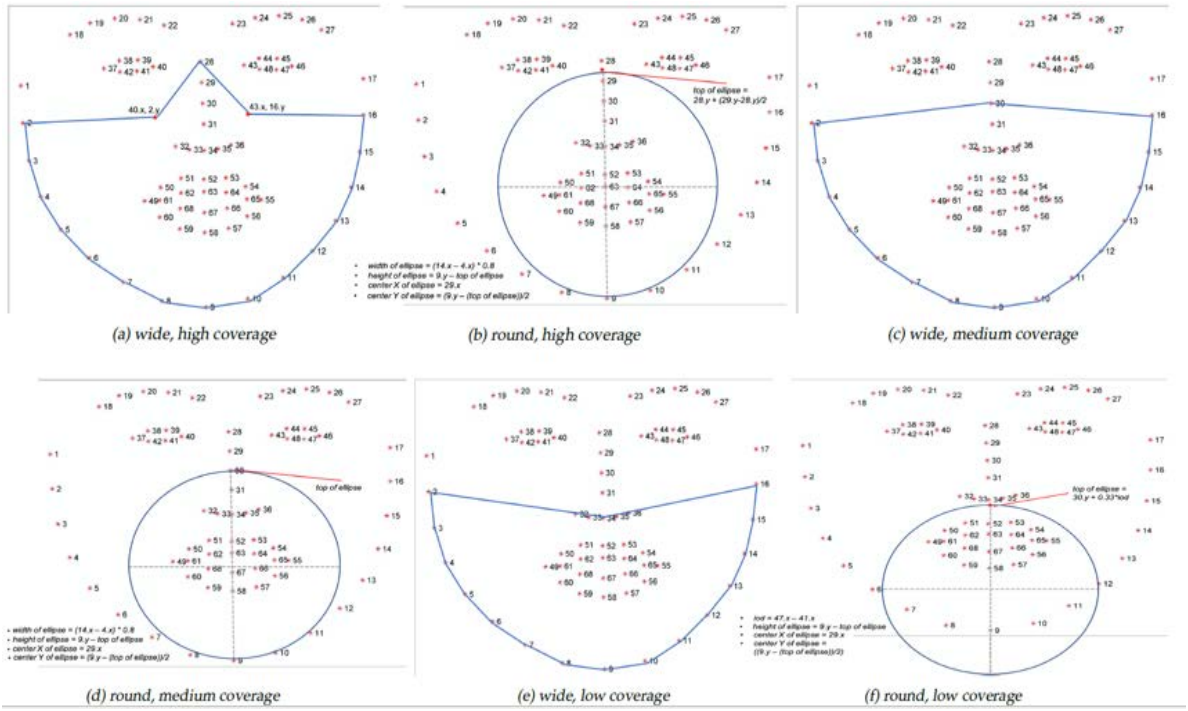


Рис.3. Антропометрические точки с использованием масок

При сравнении выходных данных выявляется увеличение частоты ложных несоответствий при наличии маски. Широкая маска с высоким покрытием поверхности лица выдает около 5% ложных несоответствий. Аналогично увеличивается и частота ложных соответствий. Для целей контроля и уменьшения ложно отрицательного или положительного результатов рекомендовано повторить попытку, что в свою очередь, может быть эффективным при смене позы, выражении лица или освещения.

Рассматривая вопрос о перекрытии поверхности лица маской, очевидно, что алгоритм дает меньшую степень точности при высоком покрытии поверхности лица, так количество ложных несоответствий увеличивается в 10, 25 и 36 раз для малого, среднего и высокого перекрытия соответственно. Подобным образом влияет на точность распознавания и форма маски: чем шире средство индивидуальной защиты – тем большую поверхность лица оно перекрывает, следовательно, круглая форма маски дает более точный результат распознавания лица.

Также при сравнении анализа существует высокая степень вероятности, что алгоритм будет не способен определить эталонный шаблон для сравнения, в результате чего возникают ошибки обнаружения и локализации лица, а также ошибки при сопоставлении в связи с низким уровнем сходства. Все это безусловно влияет на результат точности распознавания объекта на видеоизображении.

Реалии современности наглядно демонстрируют, насколько стремительно и бесповоротно прогресс движется вперед. Всего лишь один год назад ношение средств индивидуальной защиты на ежедневной основе

в местах массового скопления людей казалось возможным только на страницах произведений научной фантастики. Вместе с пандемией COVID-19 пришли изменения не только в систему мирового здравоохранения, серьезные изменения коснулись мировой экономики и иных сфер жизнедеятельности человека. В том числе это негативно сказалось, и уменьшило точность существующих алгоритмов идентификации объектов на видеоизображениях.

Список используемых источников

1. Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted? URL: https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted (дата обращения 10.11.2020).

2. Применение локальных бинарных шаблонов к решению задачи распознавания лиц. URL: https://habr.com/ru/post/193658/(дата обращения 11.11.2020).

3. Анализ существующих подходов к распознанию лиц. URL: https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/ (дата обращения 11.11.2020).

4. G. J. Edwards, C. J Taylor. Face Recognition Using Active Appearance Models. URL:https://www.researchgate.net/publication/221305430_Face_Recognition_Using_Active_Appearance_Models (датаобращения 12.11.2020). DOI: 10.1007/BFb0054766. (дата обращения 12.11.2020).

5. M. Ngan, P. Grother, K. Hanaoka. Face recognition accuracy with masks using pre-COVID-19 algorithms. URL:https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8311. (дата обращения 11.11.2020).

6. Zhongyuan Wang, Guangcheng Wang, Baojin Huang, ZhangyangXiong, Qi Hong, Hao Wu, Peng Yi, Kui Jiang, Nanxi Wang, Yingjiao Pei, Heling Chen, Yu Miao, Zhibing Huang, Jinbi Liang. Masked Face Recognition Dataset and Application. URL: https://arxiv.org/abs/2003.09093 (датаобращения 11.11.2020).

УДК 621.391.28
ГРНТИ 49.37.29

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛЕЙ ЯДРА LTE

Н.Н. Мошак, Г.Д. Харитонов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

Рассматривается архитектура ядра сети Evolved Packet Core. Приводится описание узлов ядра сети Long Term Evolution. Производится анализ возможности симулирования ядра сети Long Term Evolution программным способом.

ядро сети LTE, инфотелекоммуникационная транспортная система сети LTE, архитектура ядра сети LTE, программная симуляция, моделирование сетей

Введение. Для технологии LTE (Long Term Evolution) консорциум 3GPP предложил новую сетевую инфраструктуру SAE – эволюционную пакетную систему EPS (Evolved Packet System), приведенную на рис. 1 [1]. Она включает в себя:

– сеть радиодоступа E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network),
– базовую пакетную сеть EPC (Evolved Packet Core).

Передача всех типов трафика внутри сети LTE и при взаимодействии с внешними сетями PDN (Packet Data Network) осуществляется в пакетной форме по IP-протоколу, т.е. IP-маршрутизация поддерживается как на участке радиодоступа E-UTRAN для управления эстафетной передачей (handover) между eNB по интерфейсу X2 («IP до границы сети»), так и в ядре сети, к которому E-UTRAN подключается по интерфейсам S1-U и S1-C.

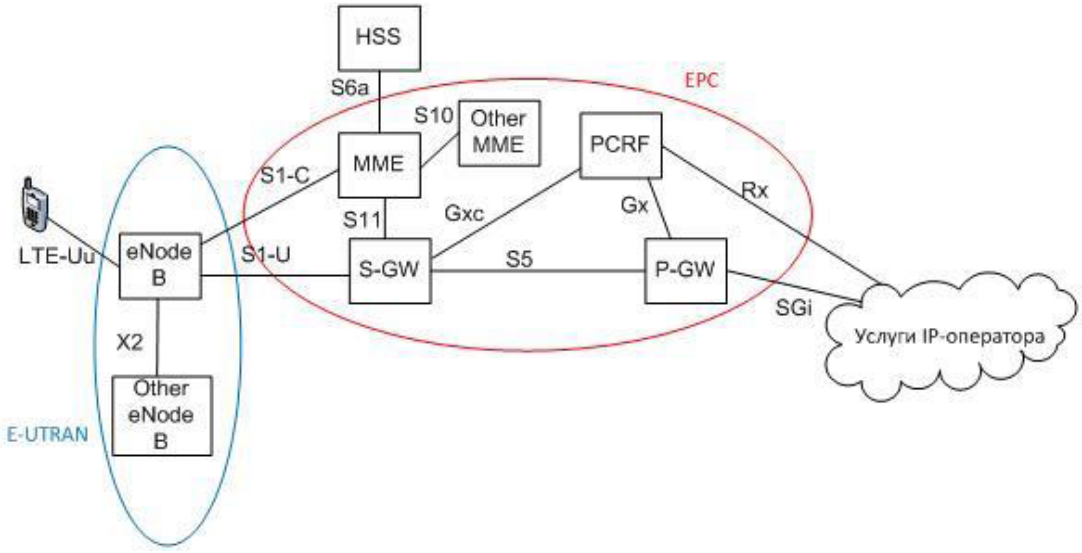


Рис. 1. Инфраструктура SAE LTE

Компонентами EPC являются:

- Узел Управления Мобильностью MME (Mobility Management Entity) – это основной управляющий модуль в сети доступа LTE. Логический элемент MME отвечает за распределение сообщений вызова (paging) к базовым станциям eNB. Кроме того, MME управляет протоколами уровня управления: назначение идентификаторов абонентских терминалов, обеспечение безопасности сети, проверка подлинности сообщений абонентов, управление роумингом.
- обслуживающий шлюз S-GW (Serving Gateway) предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных передающихся на подсистему базовых станций. S-GW играет роль узла привязки 3GPP-сетей (UTRAN, GERAN) к сети LTE.
- пакетный шлюз P-GW (Packet Data Network Gateway) обеспечивает соединение UE с внешними пакетными сетями данных и выполняет функции защиты и фильтрации пакетов, поддержку биллинга, а также является узлом привязки других сетей к сети LTE.

В состав LTE/SAE входят также:

- биллинговая система PCRF (Policy and Charging Rules Function) представляет собой ряд устройств, которые отслеживают качество предоставляемых услуг, и обеспечивают тарифную политику.
- сервер домашней подписки HSS (Home Subscription Server) – это база данных, которая служит для хранения профилей абонентов домашней сети и предоставляет узлу MME данные для аутентификации, шифрования и обеспечения приватности абонента.

Для передачи сервисного информационного потока конкретной услуги в сети LTE организуют составной сквозной (end-to-end) виртуальный канал или носитель (bearer) соответствующего класса обслуживания QoS между двумя оконечными точками: либо между двумя оконечными устройствами UE, либо, например, между UE и каким-либо интернет-сервером и/или сервером поставщика услуг. Соответственно этому, возникают понятия части сквозного канала: радиоканал RAB (radio bearer) между UE и eNB, S1- bearer между eNB и S-GW, канал радиодоступа E-RAB (E-UTRAN Radio Access Bearer) между UE и S-GW, S1-S5/S8- bearer между S-GW и P-GW, EPS-канал (EPS-bearer) выделенной пакетной системы EPS между UE и P-GW, внешний канал (external bearer) – между P-GW и внешней IP-сетью и др. Канал E-RAB является частью канала EPS-bearer.

Соответственно, существует однозначное соответствие между E-RAB и EPS-bearer (рис.2).

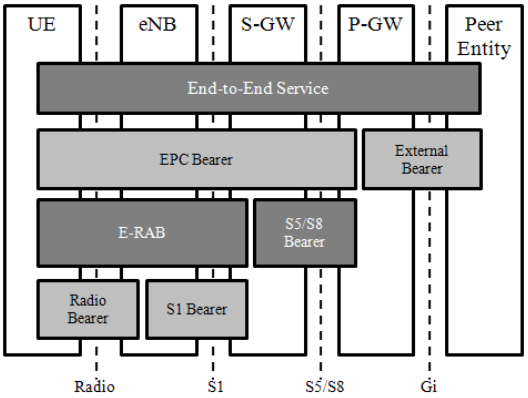


Рис. 2. Структура установления соединения в сети LTE

При этом для каждого канала ядра сети на время сессии организуется соответствующий GTP туннель. Носители, в зависимости от свойств предоставляемого ими качества сервиса QoS для передаваемых сервисных потоков данных SDF (Service Fata Flow), могут быть классифицированы на две категории: носители с гарантированной скоростью передачи данных GBR (Guarantied Bit Rate) и носители без гарантии скорости передачи в сессии - non-GBR.

Качественный перенос мультимедиа в сессии обеспечивает пакетное мультипротокольное ядро сети или ее инфотелекоммуникационная транспортная система (ИТС) [2]. В зависимости от способа закрепления физических ресурсов за соединением в сессии различают три типа ИТС: со статическим закреплением ресурсов (канальные ИТС-К), с динамическим закреплением ресурсов (пакетные ИТС-П) и со смешенным закреплением - (гибридные ИТС-Г) [3].

Для передачи разнотипного трафика в сети LTE приняты следующие стратегии планирование ресурсов:

1) в радиоканале: а) для речи (GBR-поток) - постоянное планирование (без доуплотнения пауз) или полупостоянное планирование (с доуплотнением пауз); б) для данных (non-GBR поток) - динамическое планирование (с образованием очередей). Таким образом в радиоканале реализована гибридная инфотелекоммуникационная транспортная система (ИТС-Г), в которой для GBR соединений в сеансе связи резервируется определенный ресурс радиоканала без перераспределения, а остальной ресурс используется для non-GBR соединений в динамическом режиме с образования очередей на соответствующих узлах сети [4].
2) в туннелях GTP ядра сети и внешних туннелях магистральной сети DiffServ (External bearer), являются частью ИТС-П сквозного тракта передачи, реализовано динамическое планирование ресурсов для обеих типов трафика. Для передачи изохронных сервисных потоков (например, речи) в этих туннелях (например, речи) должны быть

соблюдены определенные условия при планировании ресурсов, которые оговорены в [4].

При проектировании сети LTE важно оценить вероятностно-временные характеристики как ее ИТС, так и составной ИТС в целом, обеспечивающей сквозное соединение из «конца-в-конец». Для этих целей можно построить простые аналитические модели процессов передачи мультимедиа в ИТС LTE по методике, приведенной в [2]. Эти модели удобно применять на этапе эскизного планирования сети, когда многие сетевые параметры не известны. Для улучшения аналитических моделей, как правило, строятся имитационные модели, в которых могут быть частично или полностью сняты допущения и ограничения, введенные в аналитических моделях.

Для моделирования работы ядра сети LTE – EPC, существуют различные средства как в форм-факторе мини-устройств, так и только в программной реализации. Среди программных средств можно выделить проект NS-3, позволяющий моделировать работу различных сетей, а также визуализировать полученную модель. Существуют также и другие аналоги, позволяющие моделировать EPC, на базе технологии контейнеризации Linux. Данная технология позволяет запускать изолированные группы процессов поверх основной операционной системы.

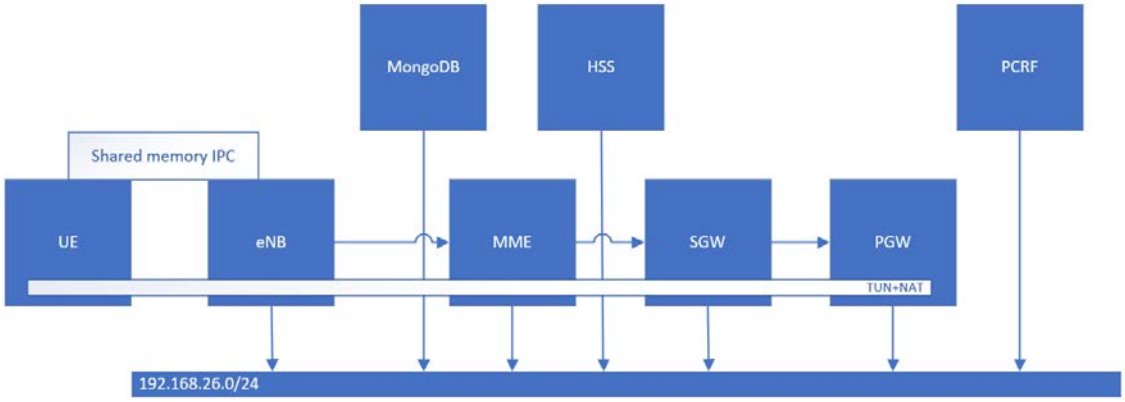


Рис. 3. Модель ядра сети EPC

Данная модель состоит из нескольких компонент, моделирующих работу различных узлов EPC:

- Свободная имплементация ядра сети EPC – Open5gs;
- Свободная имплементация сети E-UTRAN - srsLTE;

Данная модель была развернута на базе ОС Ubuntu Linux с 2vCPU, 4Gb ОЗУ, 100Гб ПЗУ. Модель требует установки дополнительных пакетов для ОС, таких как docker. Для работы данной модели необходимо сконфигурировать 6 контейнеров под управлением ОС Ubuntu Linux.

Контейнеры связаны между собой общим сетевым интерфейсом (bridge), для управления через хост-систему.

Подготовленный сценарий моделирования работы EPC включает:

- Аутентификацию: на этом шаге происходит обмен сообщениями аутентификации между UE и SGW. Этот этап представлен на рисунке 4.
- Установка туннеля: после успешной аутентификации, MME инициализирует процедуру формирования туннеля**.**
- Обмен данными**:** на этом шаге симулируется отправка данных из UE с помощью эхо запросов на узел, находящийся в сети Интернет, которые проходят через EPC и достигают PDN. Данный этап представлен на рис.5.

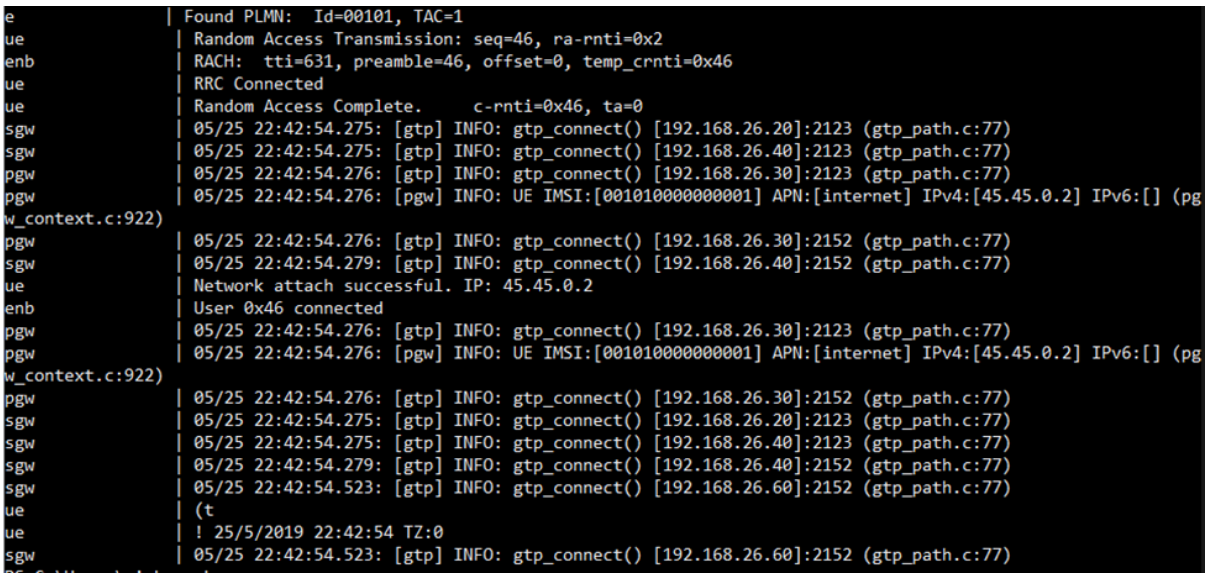


Рис. 4. Выполнение процедуры Attach

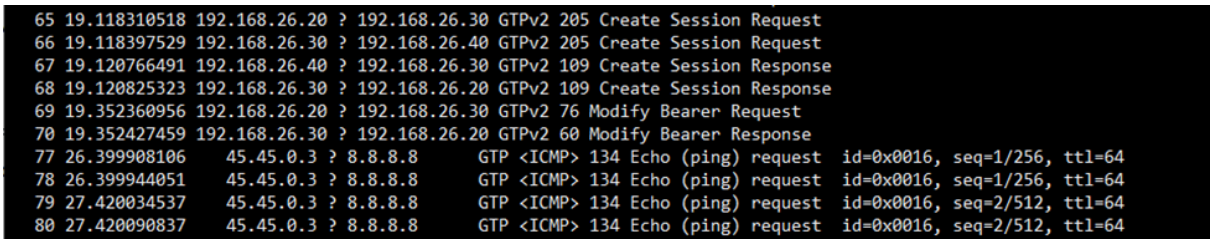


Рис. 5. Передача данных в сети

После завершения работы симулятора, туннель был успешно закрыт

Заключение. Таким образом, существует возможность программной симуляции ядра сети LTE. Данная симуляция не является полной моделью сети LTE, однако позволяет строить имитационные модели и изучать работу узлов EPC.

Список используемых источников

1. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. – Энциклопедия 4G, Москва, «Техносфера», 2009 – 314 с.

2. Мошак Н.Н., Яшин А.И., Давыдова Е.В. Методология моделирования и анализа процессов функционирования пакетных мультисервисных сетей. «Электросвязь». №4, 2015. – с. 35-39
3. Мошак Н.Н. Теория проектирования транспортной системы инфокоммуникационной сети.: Учебное пособие для ВУЗов, «Энергомашиностроение», СПб, 2006, 159с.
4. Мошак Н.Н., Птицына Л.К., Давыдова Е.В., Рудинская С.Р. МЕТОД РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СЕТИ LTE // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 6 / СПОИСУ. – СПб., 2019. – 446 с. ISBN 978-5-907223-38-7. с.51-54
5. Игнатьев, В.О. Методы проектирования современных цифровых систем коммутации (спец. 2305): учеб. пособие / В.О. Игнатьев; ЛЭИС. СПб., 1991. 69 с.
6. Sesia S., Toufik I., Baker M. LTE - the UMTS long term evolution. –John Wiley, 2015. – 752 p.
7. Мошак Н. Н. Защищенные инфотелекоммуникации. Анализ и синтез. — СПб.: ГУАП, 2014. — 193 с.

УДК 004.838.2
ГРНТИ 28.23.20

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.

Н.С.Мошкина, Г.Н.Смородин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Приведены результаты анализа технологий оценки компетенций, нашедших применение и использование для актуализации потребностей работодателей в достойных, компетентных сотрудниках.

технологии оценки, компетенций, методы.

С каждым годом система образования претерпевает некие изменения, но при этом акцент делается на том, чтобы уровень профессиональной пригодности не снижался. В развитии высшего образования принимают активное участие новые технологии, что должно существенно улучшать технологический подход в развитие и скорости восприятия новой, актуальной информации. Как тогда можно оценить насколько компетентен выпускающийся студент из университета для работодателя в отличии от человека окончившего пару лет назад эту же специальность. Для начала стоит выделить само понятие «компетенции», как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определённой области [2]. Нужно определить, что компетентный сотрудник, тот который выпустившись сможет существовать в настоящих реалиях и сразу же будет наполнен актуальными профессиональными знаниями.

Для оценки компетенций системы образования существует несколько подходов. Если раньше все заканчивалось проверкой знаний, то теперь необходимо ещё показывать практическое применение знаний. Существует множество методов контроля качества знаний студентов, в основном связанных с освоением программного материала.

Одной из основных технологий оценки, является технология модульного обучения. Этот метод состоит в том, что вся программа обучения имеет логические модули, после которых студент получает определённое количество баллов. В основе его лежит овладение знаний самостоятельным путем, при контроле преподавателя и мотивации к обучению. Такой подход позволяет оценить индивидуальный темп освоения материала у каждого студента. Технология позволяет при внедрении в систему оценить контроль самостоятельного получения знаний студентом и повышает объективную оценку качества учебной работы студентов с преподавателями.

При оценивании знаний в краткосрочный период, наиболее востребована кейс-технология. Она направлена не столько на полное освоение знаний, сколько на формирование новых умений и качеств на основе обучения анализу ситуации. Каждый студент путем логических рассуждение самостоятельно находит решение проблемы.

Существует технология портфолио, которая заключается в самостоятельном оценивании студентом себя на основе личностных достижений, таких как участие в олимпиадах, срезах, различных конкурсах.

Можно выделить одну из технологий организации обучения, игровую форму. В основе данной формы лежит коллективная работа. Для улучшения взаимодействия с коллективом, раздаются групповые задания, в которых каждый человек должен себя проявить, научится слушать партнёров, находящихся с тобой в команде и отстаивать свою точку зрения.

Часто реализуют технологию развивающейся кооперации, в которой необходимо собраться в команду для решения поставленной проблемы или задачи. Как и в предыдущем описании технологии, здесь идет формирование не только индивидуального проявления студента, а его умение вести и проявлять себя в коллективе. Так как поставленная задача требует различных взглядов и точек взаимодействия с ней, где просто необходимо распределение ролей в коллективе. Все это достигается путем постановки общей групповой цели и для развития групповой работы.

Наиболее используемые виды оценки в высших учебных заведениях, если обращаться к ФГОС, то это три вида государственных аттестаций, такие как текущая, промежуточная и итоговая. На сегодняшний день, именно они являются показателями усвоения материала студентами. Оценивая мотивацию, качество и объем знаний, полученных у студентов. Данный вид проверки систематический, что может способствовать его проведению стабильности и контролю усвоения материала, один из основных недостатков — это отсутствие оценки целостности знаний, а самое главное умений студента на практике. Для этого один из контролей полного освоения знаний у студентов, является итоговый контроль. К нему можно отнести защиту диплома, где студенту нужно показать все полученные знаний приобретенные за время обучение.

Не стоит упускать момент самой процедуры оценок качества образования. В неё входит государственная аккредитация, самооценка, мониторинг эффекта. Ещё используют тестирования для проверки не только знаний у студентов, но и для оценки качества предоставляемой информации. Данные проверки проводятся для того чтобы определить качество обучений в вузе и актуальность получаемых знаний у студентов. На сегодняшний день не существует единой системы оценки компетенций, так как у каждого перечисленного метода выше есть какие-то минусы и

недостатки. Для этого при формировании технологии оценки компетенций в системе высшего образование необходимо учитывать следующие критерии:

1. Соответствие требованиям ФГОС по уровню профессиональной подготовки студентов
2. Уровень овладения профессионально компетенцией
3. Уровень практического применения полученных знаний

В настоящий момент объективное оценивания компетенций сталкивается со следующими факторами:

1. Отсутствует единое методическое обеспечение в системе высшего образования.
2. Нет единой системы оценки компетенций на которую можно опираться.
3. Недостаточное участие работодателей в системе высшего образования. Отсутствие должного взаимодействия работодателя и студентов.

Все это приводит к тому, что необходима новая технология оценки компетенций, которая будет включать в себя обширные понятия. В модель данной технологии должны быть включены структурные компоненты, такие как предметная область, критерии оценивания, субъекты оценивания. Так как на сегодняшний день в оценку компетенций, так и не вошло оценивание практических навыков студентов.

Список использованных источников

1. Караваева Е. В., Богословский В. А., Харитонов Д. В. Принципы оценивания уровня освоения компетенций по образовательным программам ВПО в соответствии с требованиями ФГОС нового поколения. Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 18 (156) Философия. Социология. Культурология. Вып. 12. С. 155–162.
2. Оценка компетенций профессиональная среда и вуз [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kompetentsiy-professionalnaya-sreda-i-vuz/viewerм (дата обращения:12.11.2020)
3. Современные образовательные технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kompetentsiy-professionalnaya-sreda-i-vuz/viewerм (дата обращения:12.11.2020)
4. Типы и формы контроля оценивания в современном высшем образовании [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://infourok.ru/user/1031993/blog/tipi-i-formi-kontrolya-ocenivaniya-v-sovremennom-visshem-obrazovanii -91306.html (дата обращения:12.11.2020)

УДК 004.058
ГРНТИ 81.01.07

ПРЕИМУЩЕСТВА СМЕШАННОГО ТИПА ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ

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

Смешанное обучение получает широкое распространение на территории Российской Федерации. Это обуславливается наличием Интернет коммуникаций и уровня компьютерной грамотности населения, а также пандемией коронавируса. Смешанный тип обучения предполагает использование информационных систем и технологий, информационных ресурсов. Такой тип обучения приходит на смену традиционным видам обучения. Рассматривается возможность смешанного типа обучения для решения задач школьников по кинематике.

информационные технологии, мультимедиа, обучение

На данный момент времени в Российской Федерации распространено три вида образования очное, очно-заочное и заочное. В связи с пандемией коронавируса во всех высших учебных заведениях и заведениях среднего профессионального образования была организована дистанционная форма обучения. После завершения ограничительных мер большинство заведений на территории России предпочли смешанную форму обучения.

Очное образование – это классический тип обучения, при котором студент посещает лекции и семинарские занятия, практические и лабораторные занятия целый семестр, в конце которого сдает сессионные экзамены. Сейчас тяжело представить лекционное или практическое занятие, на котором не применяются мультимедийные технологии. Мультимедиа (англ. multimedia (multi – много и media – носитель, среда) от лат. multum – много и media, medium – средства) – это уникальная синтетическая форма представления информации, реализованная в виде единой информационной среды, которая в рамках одного высокоскоростного цифрового информационного потока содержит произвольное множество статических и/или динамических типов информации (текст, графики, рисунки, фото, графика, анимация, аудио, видео и т.д.)[1].

Очно-заочная форма обучения. Данная форма обучения предполагает занятие без отрыва от основной рабочей деятельности. График занятий позволяет заниматься в выходные дни и в вечернее время. Причем, группы «вечернего обучения» или еще называемые «группы выходного дня» могут заниматься не каждый день, например, три раза в

неделю, а экзамены сдаются во внерабочее время. Данная форма обучения тоже подразумевает использование мультимедийных технологий.

Заочная форма обучения. При заочной форме обучения сочетается самообразование и очная учеба. Заочное обучение распадается на несколько этапов. Первый этап − установочная сессия, когда происходит получение задания, обучающей литературы и документов, написание курсовых работ или проектов, изучение мультимедийных материалов. Второй этап − проверка, как усвоены знания (зачетно-экзаменационная сессия). Для заочного обучения характерно наличие единого графика сдачи зачетных, контрольных и курсовых работ или проектов, летней и зимней сессии. С развитие информационных технологий заочное обучение приближается к дистанционному, что дает возможность создавать каждому студенту индивидуальный маршрут обучения.

Дистанционное обучение (ДО) − это обучение без отрыва от производства, от дома, без выезда к месту обучения. ДО − это технология обучения, позволяющая получать учебные материалы с помощью современных информационных технологий, в том числе Интернет, позволяющая получать консультации преподавателей, общаться с другими студентами, сдавать зачеты и экзамены через Интернет [2]. Дистанционное обучение − это самостоятельная форма обучения, информационные технологии в дистанционном обучении являются ведущим средством [3]. Из приведенных двух определений, первое больше подходит под описание дистанционного обучения на территории Российской Федерации. Данный вид обучения строится на использовании двух составляющих:

1) Среды передачи информации, такие как: телевидение, почта, радио, информационно-коммуникационные сети;

2) Методов, зависимых от технической среды обмена информацией.

В двадцать первом веке перспектива лежит за интерактивным взаимодействием со студентом, проходящим курс обучения.

Смешанное обучение − это технология организации образовательного процесса, в основе которого лежит концепция объединения технологий «очной системы» и технологий электронного обучения, базирующегося на новых дидактических возможностях, представляемых инфокоммуникационными технологиями и современными учебными средами [4]. Такая форма обучения наиболее актуальна для России. Так как все большее количество людей стремится получить образование с минимальными временными потерями, поскольку темп жизни оставляет все меньше времени для традиционного очного обучения [5]. Смешанное обучение состоит из трех основных компонентов:

1) Face to Face(F2F) – это традиционное взаимодействие преподавателя и студента;

2) Интерактивное взаимодействие, происходит с помощью информационных систем и технологий, а также информационно-образовательных ресурсов;

3) Самообразование студентов.

При такой форме обучения используются различные мультимедийные средства. Например, лекции, семинары и практики проводятся использованием мультимедийных презентаций, которые включают в себя использование графики, анимации и звукового сопровождения, гипертекста.

Изменение технологии обучения включают в себя:

1) Обучение более чем в одной информационной среде;

2) Адаптацию традиционного очного метода обучения под современные требования;

3) Использование вместо учебников и учебных пособий электронных книг с мультимедийным контентом.

4) Преимущества смешанной формы обучения:

5) Каждый студент получает возможность освоения новых знаний и умений в удобном формате;

6) Обеспечение эффективной системы управления обучением;

7) Доступность преподавателя практически постоянно;

8) Снижение временных затрат на обучение;

9) Снижение финансовых затрат на обучение.

Есть также и недостатки у данного типа обучения, к ним относятся:

1) Отставание учебных программ от реальной жизни;

2) Отсутствие эффективных средств управление обучения;

3) Плохая техническая оснащенность студентов;

4) Плохая программная оснащенность студентов.

Система онлайн-обучения в период пандемии коронавируса показала, как свои сильные стороны, так и слабые стороны. В условиях, когда иного выбора нет, с помощью электронного обучения не потеряли времени миллионы учеников по всему миру продолжая учебный год и осваивая новые технологии.

Хотелось бы обратить внимание, что такой способ обучения напрямую зависит от развития информационных систем и технологий в стране, от возможности зайти в интернет в любой удобной точке, высокой пропускной способность образовательных порталов, самое главное наличие у студентов и преподавателей оборудования и умение работать в цифровой среде. Так как студент проводит большое количество времени за компьютером это негативно влияет на функции: зрения, слуха и общего самочувствия обучающегося.

Особое внимание надо обратить на школьное образование. Сейчас, в связи с коронавирусной инфекцией, родителям школьников предложено самим выбирать по какой системе будет обучаться их ребенок. Очной традиционно классно-урочной системой или смешанной.

Так изучение задач на движение в курсе математики школы позволяет сравнить достоинства и недостатки каждой формы обучения. Эти же задачи могут решаться в курсе физики в разделе кинематики. Простые задачи на движение 5-6 класс. Задачи на составление уравнений 7-8 класс. Сложные задачи на движение 9-11 класс.

Достоинства очного обучения:

1) Живое общение с учителем;
2) Возможность сразу задать вопрос по условию задачи;
3) Более эмоциональное взаимодействие.

Недостатки очного обучения:

1) Ограниченное время для получения обратной связи с учителем;
2) Нет возможности интерактивного взаимодействия с полиграфическим материалом (текстами, таблицами);
3) Малая вариативность образовательной траектории ученика;
4) Малая группа учащихся, ограниченная классом.

Достоинство электронного обучения:

1) Возможность постоянного интерактивного взаимодействия и получения обратной связи в любом месте, в любое время;
2) Более широкая возможность обучения;
3) Высокая вовлеченность ученика в образовательный процесс.

Недостатки электронного обучения:

1) Заложены варианты реакции электронного ресурса на действия ученика;
2) Не видно сразу реакции учителя на решение задачи;
3) Отсутствует эмоциональное взаимодействие.

Достоинство смешанного обучения:

1) Живое общение сочетается с интерактивным;
2) Возникающие перед учащимися вопросы могут быть решены, как в виде диалога с помощью электронных систем, так и при личном общении на консультациях;
3) Большая вариативность построения образовательных траекторий для каждого ученика;
4) Интерактивное взаимодействие с материалами;
5) Возможность общения по сетям. Расширенное коммуникационное поле;
6) Высокое вовлечение в образовательный процесс каждого ученика.

Недостатки смешанного обучения:

1) Большой временной промежуток между консультациями;

2) Могут вести разные преподаватели, поэтому возможно не совпадение рабочих программ.

Проанализировав достоинства и недостатки видно, что решение задач по математике на движение(кинематика) особенное удачно получается при смешанной форме обучения, так как дает возможность каждому ученику проявить себя, построить личную образовательную траекторию, решить большое число задач, находящихся в базе электронного ресурса, при этом экономится время. Также важно и прямое взаимодействие с учителем. Это возможно через записи, разговоры по различным приложениям, например, Scype или whatsapp. И главное при личной встрече на консультации. Можно развивать и коммуникативные навыки, например, при работе в сервисе ZOOM с группой учащихся.

А еще задачи на движение становится решать интереснее, так как есть возможность, например, анимационного или художественного оформления условий задачи, что позволяет лучше понять происходящее в задаче, особенно ученикам 5-6 классов. Существует возможность мгновенной проверки для решения задач на движение.

Применение электронного обучения освобождает учителя от проверки тетрадей, так как электронное устройство само суммирует все ответы и выдает результат, который не может быть предвзятым, но при смешанной форме обучения возможен и прямой контакт с учителем, где задачи решаются в присутствии учителя. Тогда возможно увидеть на каком этапе допускаются ошибки при решении задачи, что дает возможность учителю скорректировать погрешности в решении заданий, оценить решение задач очно.

Список используемых источников

1. Журкин А.А. Использование технологий визуализации и полисенсорного представления обучающего материала в интеллектуальных обучающих системах [Электронный ресурс] // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. Компьютерные и информационные науки. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologiy-vizualizatsii-i-polisensornogo-predstavleniya-obuchayuschego-materiala-v-intellektualnyh-obuchayuschih/viewer (дата обращения 15.11.2020).

2. Просветов А. Дистанционные образовательные технологии. М. : LAP, 2014. 98 с.

3. Нагаева И.А. Дистанционные образовательные технологии в современном образовании. М. :Директмедиа Паблишинг, 2018. 160 с.

4. Криволапова И.В. Смешанное обучение как инновационный путь модернизации образовательной сферы [Электронный ресурс] // Вестник российских университетов. Математика. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-kak-innovatsionnyy-put-modernizatsii-obrazovatelnoy-sfery/viewer (дата обращения 15.11.2020).

5. Нагаева И.А. Смешанное обучение в современном образовательном процессе: необходимость и возможность [Электронный ресурс] // Отечественная педагогика. 2016. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-v-sovremennom-obrazovatelnom-protsesse-neobhodimost-i-vozmozhnosti/viewer
(дата обращения 15.11.2020).

УДК 004.93
ГРНТИ 28.23.37

РАСПОЗНАВАНИЕ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

М.Г. Романов, Ф.В. Филиппов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Актуальные вопросы, затрагивающие распознавания дефектов металлов по сигналам прибора неразрушающего контроля. Представлен способ реализации нейронной сети, позволяющей проводить разделение сигналов от дефектов различного типа. Анализируются принципы построения и особенности действии нейронной сети.

дефекты металлов, прибор неразрушающего контроля, нейронная сеть

Применение нейронных сетей для обнаружения дефектов металлов с использованием сигналов от дефектоскопа является весьма перспективным [1]. Сигналы от дефектоскопов обычно являются функциями одного или двух параметров. В современных устройствах сигналы представлены в цифровой форме. Общей особенностью таких данных является то, что анализируется только ограниченная выборка сигнала. Например, на экране ультразвукового дефектоскопа ВД-90НС отображается от 100 до 500 отсчетов эхо-сигнала с разрешением 8-битной амплитуды.

Импульсы, дающие информацию об дефектах, образуют жесткий набор. Например, если два дефекта имеют схожие свойства, импульсы от них близки по всем параметрам. Есть характерные особенности формы сигнала от дефектов различных типов. Дефектоскописты часто используют эту информацию для принятия решения о браке. Например, для таких дефектов, как трещины, установлен строгий критерий отклонения (низкая амплитуда сигнала), а для круглых дефектов - поры, шлаковые включения и т.д. - установлены более мягкие стандарты отклонения [2,3].

Разделение сигналов в информационном пространстве представлено на рис. 1, где показаны все выборки сигналов, а распознавание дефектов выполняется путем проверки, попадает ли исследуемый сигнал в этот диапазон. Окрашивание диапазонов облегчает визуальное восприятие различных областей, как функций от параметров сигнала. Очевидно, что представленная топология допускает достаточно простую кластеризацию областей информационного пространства, в которых расположены сигналы от дефектов определенного типа. В качестве эффективной процедуры для ее реализации можно использовать множество ограничивающих плоскостей и применить аппарат нейронных сетей.

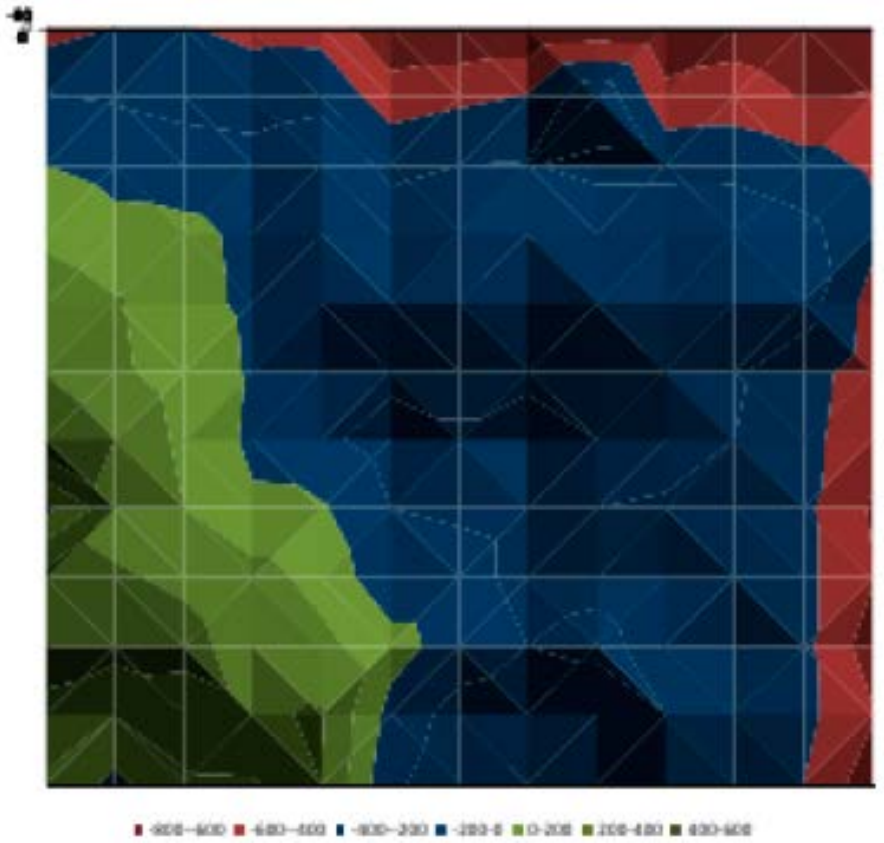


Рис. 1. Изображение дефектов $D1$ – $D8$

Рассмотрим простейшую операцию анализа и распознавания сигналов. Пусть $G(x)$ образец сигнала, характерный для любого вида дефектов (рис. 2). Однако в дополнение к этому сигнал $F(x)$ от дефектоскопа может содержать сигналы от других дефектов, шумов, искажений различного происхождения. Подобные сигналы можно наблюдать на выходе дефектоскопа ВД-12НФМ.

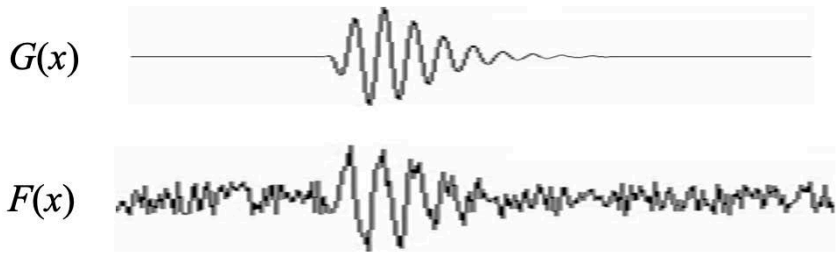


Рис. 2. Образец $G(x)$ и сигнал $F(x)$ от дефектоскопа

Поставим вопрос, присутствует ли сигнал $G(x)$ в сигнале $F(x)$, и если да, какова его амплитуда? Целесообразно использовать следующий подход. Вычтем выборку сигнала $G(x)$ с различной амплитудой A из сигнала $F(x)$ и найдем оставшуюся энергию $W_{ост}$:

$$\sum_{i=1}^{N}(F_i - A \cdot G_i)^2 = W_{\text{ост}} \rightarrow \min$$

Если вычитание приводит к уменьшению энергии $W_{\text{ост}}$, то сигнал $G(x)$ присутствует в сигнале $F(x)$. Также получается, что полное вычитание сигнала AG (x) соответствует минимальной энергии покоя.

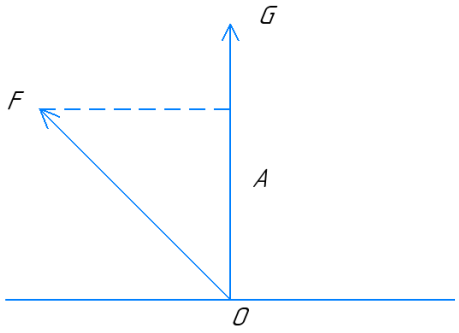


Рис. 3. Соответствие между векторами $G(x)$ и $F(x)$

В итоге, после обычных модификаций, получим решение :

$$A = DT\left[\sum_{i=1}^{N} F_i \cdot G_i\right],$$

где DT – операция обнаружения, которая присваивает A значение аргумента если он имеет положительное значение и ноль, в противном случае.

Это выражение подчеркивает положительную проекцию вектора F на вектор G. В этом случае информационное пространство делится на две части с использованием плоскости, проходящей через точку ноль базиса (рис. 3). Вектор G представляет собой нормаль к плоскости. Если информационный вектор F дает положительную проекцию на нормаль G, то результат используется для дальнейшего анализа (сигнал G присутствует в F). Если проекция отрицательна или равна нулю, то в сигнале устройства F отсутствует сигнал G и анализ не проводится.

Берём последнее выражение в качестве начала для самой простой операции распознавания сигнала - действие с нейроном. Чтобы выделить области информационного пространства, в которых расположены сигналы от дефектов определенного типа, необходимо использовать множество ограничивающих плоскостей. Топология области сигнала может быть очень сложной (рис. 1), поэтому сначала выделяются небольшие замкнутые фрагменты пространства, которые затем объединяются в область сигнала. Эта проблема решена с помощью нейронной сети (рис. 4).

Вычисление выходного сигнала сети выполняется следующим образом. Ограниченная выборка $\{F_i\}$, $i = [1,N]$ сигнала формируется из данных дефектоскопа ВД-12НФМ. Весь анализ данных прибора происходит путем сдвига окна выборки. Это связано с тем, что сигналы, дающие информацию о дефектах, обычно короче, чем общий блок данных устройства.

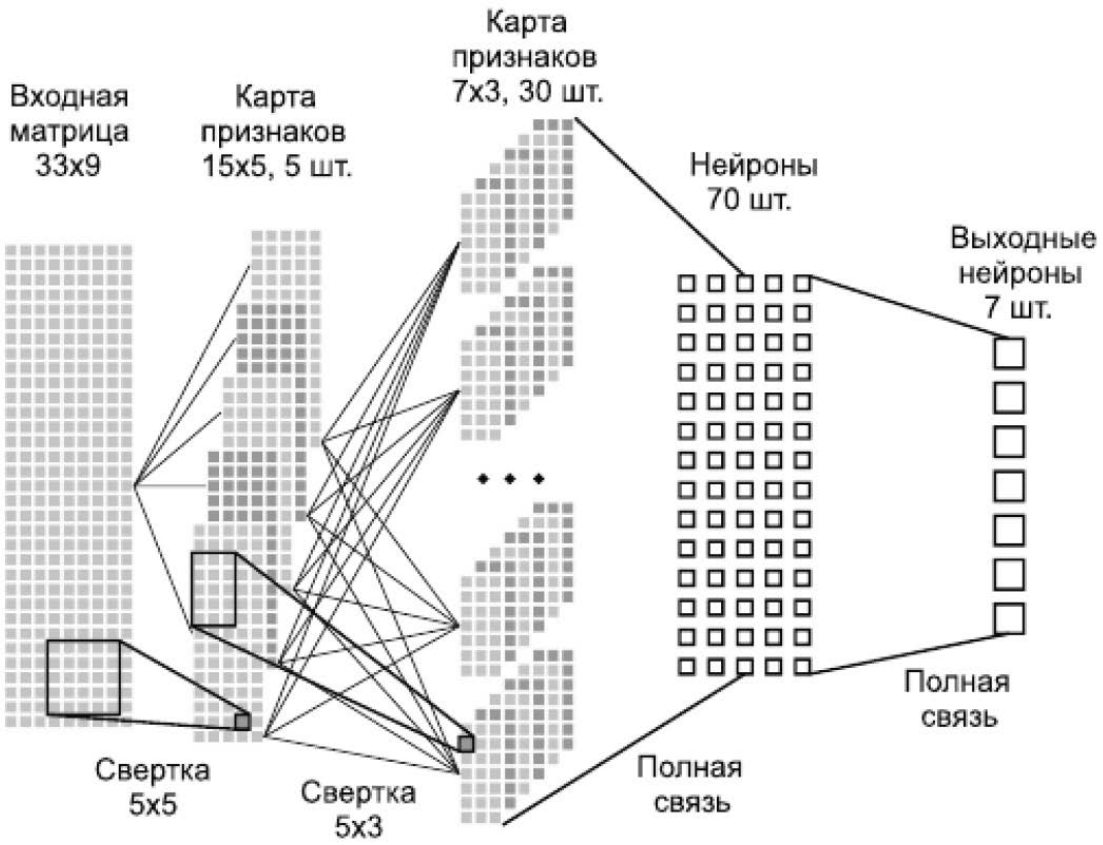


Рис. 4. Структура нейронной сети

Сигнал $\{F_i\}$ поступают на первый слой, состоящий из $m1$ нейронов. Каждый нейрон рассчитывает свой выходной сигнал. $NR1_j$:

$$NR1_j = DT\left[\sum_{i=1}^{N} F_i \cdot K1_{ji}\right],$$

здесь $\{K1_{ji}\}$, $i = [1, N]$ – основные функции распознавания, которые выделяют ряд характерных признаков сигналов. Набор выходных сигналов $NR1_j$, $j = [1, m1]$ ограничивает в первом приближении область распознанных сигналов.

Выходные сигналы первого слоя нейронов попадают во второй слой, в котором расположены $m2$ нейронов. Второй слой выполняет аналогичные вычисления:

$$NR2_j = DT\left[NR1_j \cdot K2_{ji}\right], \qquad j = [1, m2].$$

где j = [1, $m2$]. Нейроны второго слоя вносят еще одну область, разделяющую зону информации. По сути, нормаль этой плоскости представляет собой линейную комбинацию векторов нормалей первого слоя нейронов. Добавочное разделение возникает уже в области, ограниченной нейронами первого слоя. Следовательно, каждый нейрон второго слоя предоставляет фрагмент информационного пространства.

После сигналы $NR2_j$, j = [1, $m2$] войдите в третий слой, где сделано еще более детальное разделение пространства. Расчеты проводятся по формулам, аналогичным последним. И так далее - до слоя с номером s. Таким образом, фрагментация информационного пространства осуществляется последовательно.

Объединение фрагментов осуществляет выходной нейрон:

$$\mathrm{OUT} = DT\left[\sum_{j=1}^{ms} NRS_j \cdot KS_j\right], \qquad j = [1, ms].$$

Предложенная нейронная сеть способна изолировать участки пространства со сложной конфигурацией. Важным преимуществом сети является свойство линейности. Если сигнал попадает в выбранную область информационного пространства, он создает ненулевой сигнал OUT на выходе сети, а сигнал OUT пропорционален входному сигналу.

Обучение нейронной сети осуществляется классическим методом обратного распространения ошибки. Точность обучения определяется суммарной квадратичной ошибкой между выходными сигналами сети и выходными сигналами обучения.

Список используемых источников

1. Бархатов В.А. Распознавание дефектов с помощью искусственной нейронной сети специального вида. Дефектоскопия, №2, 2006, стр. 28-39.

2. Неразрушающий контроль: в 5-ти кн. – Кн. 3: Электромагнитный контроль: Практическое. пособие / В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В.В. Сухоруков; под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 312 с.

3. Неразрушающий контроль. Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В. Клюева, Изд. 2-е, переработанное. и исправленное – М.: Машиностроение, 2006. (Серия Справочник).

4. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J., Learning Internal Representations by Error Propagation. In: Parallel Distributed Processing, vol. 1, pp. 318—362. Cambridge, MA, MIT Press. 1986.

УДК 004.855.5
ГРНТИ 28.23.37

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЦЕССАХ АТТЕСТАЦИИ ПЕРСОНАЛА

С.А. Соколов, Ф.В. Филиппов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается проблема необходимости аттестации персонала в организациях с помощью некоторых методов оценки и применение нейросетей для данного процесса. Представлены данные о методах оценки персонала, описаны преимущества и недостатки каждого метода. Предложен нейросетевой подход к корректной аттестации персонала.

аттестация персонала, методы тестирования, нейросети, собеседование, тесты, аналитика.

В современном мире, компании и организации часто уделяют внимание к аттестации персонала. Аттестация персонала – это эффективный инструмент работы с кадрами, который позволяет выявить неквалифицированных работников и повысить производительность труда компании. Переаттестация сотрудников проводится для контроля качества подготовки кадров и понимания конкретных целей и намерений конкретного сотрудника.

Цели аттестации персонала:

- Проверка результатов трудовой деятельности сотрудника
- Изучение коммуникабельности сотрудника
- Выявление кандидатов на повышение/понижение должности

Внутренняя аттестация – обязательное условие для введения системы грейдов и мотиваций. Система грейдов – это процедура оценки и ранжирования должностей в компании. Продвижение по системе грейдов также требует оценки способностей работника. Аттестация персонала делает этот процесс более объективным и исключает влияние субъективных факторов, например, личностной антипатии или симпатия со стороны руководства. Чтобы избежать данные ситуации, этот процесс необходимо довести до автоматизма. [1]

Оценка компетенции сотрудника полезна, как для компании, так и для специалиста. На основе полученных данных в результате аттестации складываются необходимые стратегические решения, связанные с ротацией кадров. Данный процесс облегчает и разработку программ обучения, повышения квалификации, а ее результаты оценки служат хорошим стимулом для самих работников, получивших объективную характеристику профессиональных навыков и знаний.

К основным методам проведения оценки персонала можно отнести [2]:

- **Интервью.** При оценке данным методом возникает беседа в формате вопрос-ответ. Разделяют на два типа: структурное и свободное. При свободном интервью обычно задают хаотичные никак несвязанные вопросы, чтобы посмотреть на реакцию интервьюируемого, а при структурном напротив подразумевается обычно выстроить цепочку вопросов, которые имеют косвенную связь – это сделано для того, чтобы понять, как мыслит и думает интервьюируемый. Данный метод считается малодейственным, требует затрату времени каждый раз при проведении с двух сторон.
- **Деловые игры.** Сравнительно современный и актуальный метод оценки персонала. Деловые игры являются имитацией возможных реальных ситуаций на рабочем месте. В первую очередь, ключевая ценность данного действия – это проверка стрессоустойчивости и анализ действий сотрудника, его коммуникаций и решений в неопределенной заранее для него ситуации. Данный метод считается действенным относительно методов “Интервью” и “Тестирование”, потому что он показывает не только теоретические знания, но и практический ход мышления.
- **Тестирование.** При оценке данным методом используют, как профессиональные, так и психологические тесты. Психологические тесты направлены для помощи в выявлении личностных особенностей сотрудника, а профессиональные тесты в свою очередь позволяю поверхностно и с малой компетентностью оценить его умения и знания, необходимые для успешного выполнения должностных обязанностей. Данный метод считается малодейственным, требует большие затраты на первичную реализацию, но есть и некоторые плюсы.
- **Ассессмент-центр (центр оценки).** Современный и актуальный метод оценки персонала. Центр оценки может включать в себя все разновидности методов оценки: “Интервью”, “Деловые игры”, “Тестирование”.

При оценке персонала необходимо соблюдать несколько принципов: объективность, надежность, достоверность и внятность для понимания результатов, которые могли бы быть доступны обеим сторонам – оценивающей и оцениваемой. Формат результатов аттестации персонала может быть также различным:

- Количественный – это сопоставление оценок, полученных аттестуемым по всем критериям.
- Индивидуальный – это сведенья, описывающие к какому виду деятельности и на каком уровне аттестуемый готов выполнять необходимые и требуемые поставленные для задачи. Этот формат иллюстрирует реальное владение навыками.
- Качественный – это полное описание, которое охарактеризовывает портрет аттестуемого.

В итоге руководитель ознакомится с результатами аттестации, с полной или частично информацией о конкретном аттестуемом, с выводами о его

профессиональной деятельности, его личными результатами в конкретный промежуток времени. После проведения аттестации итоговым этапом будет являться принятие управленческих решений по поводу тех, кто принимал участие в данном мероприятие. После проведения аттестации работник издается приказ(распоряжение или иной акт), которым утверждаются разработанные мероприятия, изменения в расстановке кадров и должности и окладах, поощряются положительно аттестованные работники, с сотрудниками у которых отрицательные показатели проводятся беседы по факту их результатов, в следствии этих бесед организуются курсы, тренинги, стажировки и серьезная работа по самосовершенствованию. [3] Все это способно повысить недостающие компетенции аттестующих. В случае отрицательных результатов проверки аттестующий сотрудник может быть понижен либо уволен.

Применение нейросетей в данном процессе подразумевается для работы с данными, полученными с помощью Ассессмент-центра. Работа искусственного интеллекта (ИИ) с данными подразумевает построение модели по предыдущим наблюдениям либо обучающей выборке (рисунок №1), иначе говоря, прогнозирование. Методы, используемые в ИИ для работы с данными, также используются в машинном обучении, являющимся составной частью ИИ, их отношения представлены на рисунке №2. Машинное обучение – это метод, который определяет модель из данных. Данными в свою очередь является информация любого рода.

Рис 1. Определение модели с обучающей выборкой.

Рис 2. Отношение между нейросетью и машинным обучением.

Таким образом, можно сказать, что конечным продуктом машинного обучения является итоговая модель, которая может помочь в решении сложных задач, связанных с корректной и компетентной оценкой персонала. Для данных задач предпочтительно использование прямонаправленной нейройной сети (ПНС) [4]. Представим механизм нейросети на однослойной сети с входами и слоем нейронов. (Рисунок №3).

Процесс обучения нейросети подразумевает автоматическую регулировку весов и смещение сети для минимальной ошибки прогнозах [5]. Для обучения нейросети под такую задачу потребуется база релевантных примеров (сетевые входы и целевые выходы), подходит любой стандартный метод оптимизации функции ошибки. Так как датасеты относительно различны для разных организаций, то и индивидуального истинно правильного подхода к аттестации может не существовать.

Для оценки работы сети предлагается собрать группу людей ответственных за данные процессы и соотнести их полученные результаты с результатами сети. На начальном этапе тестирования сети также предлагается воспользоваться инструментом имитационного моделирования AnyLogic, чтобы минимизировать использования человеческого присутствия в данном процессе.

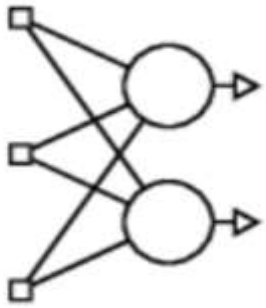


Рис 3. Однослойная сеть

Вследствие последних событий на фоне обострения эпидемиологической ситуации в мире. Многие компании переводят сотрудников на удаленный режим работы, следовательно, оценивать возможности и перспективы персонала приходится новыми способами. Текущая ситуация является одной из лучших возможностей переводить некоторые процессы в автоматический режим для оптимизации ресурсов компаний.

Заключение

В данной работе были рассмотрены методы аттестации персонала и их взаимодействия с нейросетями. Перечислены основные цели аттестации персонала, формат результатов аттестации и некоторые последующие управленческие решения. Обозначена целесообразность методов при решении

конкретной задачи и аргументирована актуальность использования данных методов.

Список используемых источников

1. Осовицкая Н. HR-брендинг. Как стать лучшим работодателем в России, [Электронный ресурс] 2017, - 240с.
2. Методы и цели оценки персонала: как превратить сотрудников из инструмента в мозговой центр компании – Комсомольская Правда URL: www.kp.ru/guide/otsenka-personala.html (дата обращения 12.09.2020)
3. Аттестация персонала: этапы проведения и анализ результатов – Генеральный директор URL: www.gd.ru/articles/7992-attestatsiy-personala (дата обращения 20.09.2020)
4. Лапыгин Ю.Н. Экономическое прогнозирование : учеб. пособие / Ю.Н. Лапыгин, В.Е. Крылов, А.П. Чернявский. – М. : Эксмо, 2009 – 256 с. – (Высшее экономическое образование).
5. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.: ил.

УДК 621.391.28
ГРНТИ 49.37.29

СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОКАНАЛА СЕТИ LTE

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

Строится комплексный функциональный критерий эффективности инфотелекоммуникационной транспортной системы радиоканала сети LTE на базе архитектуры плоскости пользователя. Приводится структура протокольных примитивов и формализация функций уровней архитектуры плоскости пользователя сети LTE.

инфотелекоммуникационная транспортная система, радиодоступ сети LTE, архитектура плоскости пользователя сети LTE

Известно, что сети пакетной мобильной связи LTE (Long Term Evolution) в настоящее время рассматриваются как наиболее перспективное направление реализации стандарта беспроводной связи поколения 4G. Сеть LTE, как элемент доступа к мультисервисной сети NGN, обеспечивает радиодоступ и интегральное обслуживание как изохронного трафика реального времени (речь, видео), так и эластичного трафика (интернет-приложения, E2E и др.) с заданным качеством обслуживания (QoS) в пакетной форме. При этом качественные параметры для сервисных потоков должны обеспечиваться сетью как на этапе установления сквозного составного соединения, так и в EPS-каналах в режиме сессии.

В мультисервисной сети связи NGN, коммуникационное ядро, отвечающее за качественный перенос по сети информационных потоков различной природы в сессии, реализует ее многопротокольная инфокоммуникационная транспортная система (ИТС) [1-5]. Целеполагание ИТС определяет две основные функции системы:

- первая функция является характеристикой качества функционирования системы (Network Performance, NP), которая характеризует степень использования пропускной способности системы мультимедийным трафиком в сессии.
- вторая функция связана с пользователем и является характеристикой качества его обслуживания QoS в сеансе связи или характеристикой качества процесса переноса мультимедийного трафика в сессии.

Особенностью ИТС является тот факт, что она должна обеспечивать транспортный сервис, по крайней мере, изохронному трафику и эластичному трафику.

Основным отличием в обслуживании указанных типов потоков является необходимость обеспечения изохронности (в пределах определенного допуска) передачи между отдельными элементами потока на входе и выходе ИТС для изохронного трафика и отсутствия этого требования для эластичного трафика.

Обеспечить изохронность передачи в ИТС можно двумя способами:

1. либо необходимо обеспечить строго фиксированное постоянное время доставки каждой порции информации через транспортный канал,

2. либо необходимо так ограничить трафик на входе ИТС, чтобы интервалы времени, соответствующие фиксированному значению квартиля распределения времени задержки порций информации в системе (фиксированное значение квантиля гарантирует требуемое качество передачи речевого трафика) не превышали заданной величины.

В первом случае неограниченное бесконфликтное использование физических ресурсов возможно только при статическом их закреплении (а, следовательно, и статическим закреплением одновременно всех общесистемных ресурсов системы) за транспортным соединением между двумя сеансовыми объектами. При втором способе допускаются случайные задержки информации в ИТС, которые не превосходят некоторой фиксированной величины, т.е. осуществляется ограниченный доступ к ее физическим ресурсам.

Эластичный трафик может передаваться любым способом, т.к. требования к его задержке существенно слабее, чем для изохронного трафика и для его передачи не требуется обеспечения изохронности.

В сети LTE реализована гибридная ИТС, в которой осуществляется статическое сквозное закрепление GBR-ресурса за изохронным трафиком и динамическое предоставление Non-GBR-ресурса на коллективной основе для эластичного трафика в EPS-каналах соответствующего индикатора класса качества обслуживания (QoS Class Identifier, QCI) и приоритетности назначения и удержания каналов (Allocation and Retention Priority, ARP) в режиме установленного соединения. При этом для GBR-потоков устанавливается гарантированная (Minimum Guaranteed Bit Rate, GBR) и максимальная скорость передачи (Maximum Bit Rate, MBR), которая не может быть превышена в сессии, а для сквозных каналов с негарантированной скоростью передачи всех потоков Non-GBR устанавливают максимальную скорость передачи MBR для одной точки доступа APN-AMBR (APN Aggregate).

В качестве основополагающего методологического средства оценки сети принята ее экономическая и/или функциональная «эффективность». Эффективность системы, а, следовательно, и ее критерий в общем случае зависят от трех групп факторов: характеристик многомерного входящего потока (интенсивности, длин сообщений и др.); особенностей функционирования системы; экономических показателей,

характеризующих ее работу и др. Целеполаганием мультисервисной сети в целом и ее ИТС, в частности, является обеспечение требуемого качества услуги переноса мультимедийного трафика в сеансе связи с предоставлением для этого минимума сетевых ресурсов. Таким образом, целеполагание ИТС определяет две основные функции системы. Первая функция связана непосредственно с самой системой и является характеристикой качества функционирования системы (Network Performance, NP), т. е. характеризует ее эффективность. Как отмечалось выше, основным характеристическим показателем качества функционирования (характеристической мерой) ИТС является степень использования пропускной способности системы мультимедийным трафиком в режиме установленного соединения. Вторая функция связана с пользователем и является характеристикой качества его обслуживания QoS в сеансе связи или характеристикой качества процесса переноса мультимедийного трафика.

Целеполаганием мультисервисной сети в целом и ее ИТС, в частности, является обеспечение требуемого качества услуги переноса мультимедийного трафика в сеансе связи с предоставлением для этого минимума сетевых ресурсов. Целеполагание ИТС однозначно предопределяет вид сетевого функционального критерия эффективности (целевой функции) K^k в виде общей числовой характеристики использования пропускной способности V_{ij} ИТС сети LTE трафиком k-го класса с учетом приоритета обслуживания и ограничений на QoS-нормы его переноса. При этом указанный критерий стоится на базе архитектуры ИТС, которая описывает ее внутреннее строение, алгоритмы работы, структуру и состав процедур доступа, обмена и управления, а также построение и взаимосвязь ее логической, программной и физической структур [1,6-9].

При этом требуемая номинальная пропускная способность для передачи мультимедиа определяется суммой номинальных скоростей отдельных потоков в рамках мультимедийного соединения, обслуженного системой, и дается аддитивной формой с учетом ограничений на параметры качества обслуживания мультимедийных потоков [1,2].

Сетевой функциональный критерий как характеристическая мера является первичным критерием эффективности, в то время как вторичные критерии порождают ограничения на качественные показатели переноса мультимедийной информации. Необходимо отметить, что построение удобного в инженерной практике комплексного показателя эффективности, объединяющего в себе основные частные критерии, является нетривиальной задачей.

Наиболее естественной методологической базой для построения методик, удовлетворяющих перечисленным выше требованиям, является концепция архитектуры ИТС, которая описывает ее внутреннее строение,

алгоритмы работы, структуру и состав процедур доступа, обмена и управления, а также построение и взаимосвязь ее логической, программной и физической структур. Согласно логической структуре ИТС общий сетевой критерий эффективности использования пропускной способности системы должен «расслоиться» на критерии использования пропускной способности EPS-каналов отдельных уровней ее архитектуры.

В рамках этой методологии эффективность сети LTE в режиме установленного соединения (составного EPS-канала), предлагается оценивать с помощью набора уровневых критериев эффективности – функционалов использования пропускной способности ИТС сети при заданных условиях передачи (включая участки сети радиодоступа EUTRAN и опорной сети) смешенным трафиком различных классов $K^k_{h,ij}$ применительно к каждой паре отправитель-получатель (UE-PGW или PGW-UE;UE-UE) при заданных условиях передачи, т.е. на транспортном уровне система выступает как набор трактов передачи (рис.1).

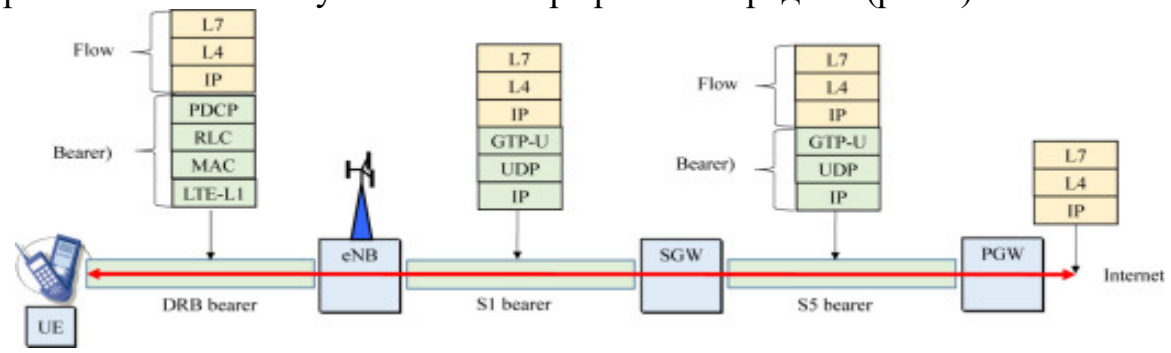


Рис.1. Взаимодействие логических структур элементов сети LTE в режиме сессии

Указанные функционалы моделируют уровневые логические соединения и определяют требуемую долю пропускной способности V_{ij} ИТС для их передачи (индекс h определяет соответствующий уровень архитектуры ИТС LTE). При этом, они зависят не только от необходимой для их работы служебной информации соответствующих объемов и длины протокольных блоков уровня, но и от протоколов функционирования отдельных уровней архитектуры ИТС, поддерживающих соответствующие службы (например, службы, описывающие динамику организацию очередей на узлах или удельной загрузки ИТС GBR- и Non-GBR-потоками - ρ^k*);* службы, описывающие механизмы организации обратной связи на уровне RLC (Radio Link Control) для защиты от ошибок в радиоканале (механизм ARQ (Automatic Repeat reQuest) механизм) β^k [1-4], службы безопасности, например, шифрование, целостность, аутентификация [8-10] и др.) и имеют явную условную зависимость [6-9].

Комплексный межузловой критерий эффективности любого участка ИТС (UE-eNB, eNB-SGW, SGW-PGW) дается выражением:

$$K^k_{ij} = \prod_h K^B_{h,ij}$$

В гибридной ИТС сети LTE информация обоих классов обслуживается в пакетном режиме как при установлении EPS-канала, так и при его поддержании в сессии при предоставлении GBR-ресурса или Non-GBR-ресурса. Однако, для GBRпотоков ресурс закрепляется на весь сеанс связи, обеспечивая транспарентность их передачи, в отличие от Non-GBR-потоков, для которых ресурс предоставляется на коллективной основе в режиме соревнования. В силу того, что в сети LTE для GBR-потоков обеспечивается транспарантный режим передачи в сессии, хотя и допускаются случайные задержки информации в ИТС, которые не превосходят некоторой фиксированной величины, то задержка для речевого изохронного трафика в системе постоянна и не зависит от ее величины. Она определяется только скоростью передачи в цифровом тракте.

В данной работе принята следующая методология. Расчет основных числовых характеристик ИТС защищенной LTE базируется на оптимизации общих критериев использования пропускной способности трактов передачи GBR-потоками и Non-GBR-потоками (соответственно K_{ij}^{B} и K_{ij}^{C}). При этом для GBR-потоков и Non-GBR-потоков оптимизируется протокольный блок уровня MAC – транспортный блок сети радиодоступа. Например, для речевых GBR-потоков предлагается максимизировать критерий K_{ij}^{B}, при условии, что доля речевых пакетов d^{B}, время пребывания которых в тракте превосходит заданное значение θ^{B}, фиксирована (например, равна 1%).

Выбор указанного ограничения для получения оптимальной длины речевых пакетов диктуется тем, что в силу особенностей речевого трафика и особенностей речепреобразующих устройств для качественного воспроизведения речи важно не среднее время пребывания речевого пакета в сети, а процент речевых пакетов, не доставленных получателю за заданное время θ^{B} [6]. Последнее диктуется особенностями восприятия речевых сигналов человеком и лежит в пределах 0,3 - 0,5 с.

Для нагрузки данных также предлагается максимизировать коэффициент использования пропускной способности ЛЦТ при условии, что среднее время пребывания пакета данных в ЛЦТ равно заданному значению. Фиксация среднего времени $\overline{T_{ij}^{C}}$ пребывания пакета в тракте передачи связана с тем, что для пользователей защищенной сети LTE представляет интерес не просто минимальное время пребывания пакета в сети, а заданное среднее время.

В докладе строятся уровневые критерии эффективности использования пропускной способности радиоканала для речевого и эластичного трафика.

Список используемых источников

1. Мошак Н. Н. Теория проектирования транспортной системы

инфокоммуникационной сети: Учебное пособие для ВУЗов. — СПб.: Энергомашиностроение, 2006. — 159 с.

2. Мошак Н. Н. Защищенные инфотелекоммуникации. Анализ и синтез. — СПб.: ГУАП, 2014. — 193 с.

3. Советов Б. Я. Яковлев С. А. Построение сетей интегрального обслуживания. — Л.: Машиностроение, 1990. — 332 с.

4. Н.Н. Мошак, С.Р. Рудинская, С.К. Пирогов, Функциональная модель элементов мультисервисной сети связи // Материалы XXI междунар. научно-техн. конфер. «Современные средства связи», 20-21 октября 2016 г., г. Минск, Беларусь, с. 59-60.

5. Мошак Н.Н., Яшин А.И., Давыдова Е.В. Методология моделирования и анализа процессов функционирования пакетных мультисервисных сетей//Электросвязь. – 2015. - №4. – С. 35-39

6. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Высочин В.П. Сети мобильной связи LTE/LTEAdvanced: технологии 4G, приложения и архитектура. – М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2014. – 384 с.

7. Ghosh A. Fundamentals of LTE / A. Ghosh, J. Zhang, J.G. Andrews, R. Muhamed. – USA: Prentice Hall, 2010. – 464 p.

8. Dahlman E. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Second Edition /E.Dahlman, S. Parkvall, J. Skold. – [2nd Edition] – Academic Press, 2013. – 544 p.

9. Sesia S., Toufik I., Baker M. LTE - the UMTS long term evolution. –John Wiley, 2015. – 752 p.

10. Мошак Н.Н. Формализация и оценка процессов представления механизмов защиты в мультисервисной сети. Общий подход // «Электросвязь», 2012, №3, с. 30-35

УДК 004.032.26
РГРНТИ 28.23.37

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Ф.В. Филиппов, А.Р. Шигапов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Традиционно музыка рассматривалась как аналоговый сигнал и генерировалась вручную. В последние годы разрабатываются и развиваются технологии, которые могут генерировать набор музыки автоматически без какого-либо вмешательства человека. В этой статье приводится краткое представление об области применения информационных технологий в музыке и её компонентах, а также осуществляется анализ работ, выполненных различными авторами по рассматриваемой тематике.

нейронные сети, генеративные модели, музыкальные композиции

Первой задачей исследователей в области создания искусственной музыки было, создать музыку, звучащую так будто ее создатель - человек. Одной из проблем является создание оригинальных композиций, которые соблюдают стандартные правила и классические модели звучания музыки.

Музыка имеет множество измерений, по которым относительные различия, возможно, имеют большее значение, чем их абсолютные значения. Два наиболее важные из них – тайминг и высота звука.

Музыка в основном состоит из нот и аккордов:

- Нота : звук, производимый одной клавишей, называется нотой.
- Аккорды : звук, воспроизводимый двумя или более клавишами одновременно, называется аккордом. Как правило, большинство аккордов содержат как минимум 3 ключевых звука.

Громкость звука, издаваемого инструментом, обычно кодируется с использованием аннотаций, сделанных композиторами, от *pianissimo ppp* до *fortissimo fff*.

Тембр - вероятно, самая важная, но самая сложная музыкальная функция для кодирования.

Если пианино играет ноту, а затем гитара играет ту же ноту в течение того же времени и с той же громкостью, все равно можно легко различить два звука, поскольку два инструмента звучат по-разному. Эта разница в тембре звуков. Это результат того факта, что каждая нота инструмента представляет собой сложную волну, содержащую несколько частот.

В работе [1] для обучения *midi*-данных и оценки воспроизведенной музыки использована долгая краткосрочная память (LSTM) и установлено, что правильно закодированный *midi* может использоваться как вход для рекуррентной нейронной сети и генерации полифонической музыки.

В работе [2] использовали двухслойный LSTM, обученный с ядром, напоминающим сверточное ядро, использующее *midi*-файл в качестве входного сигнала. Авторы обнаружили, что двухслойная модель LSTM способна изучать мелодические ритмические вероятности из полифонических *midi*-файлов. При сравнении моделей LSTM и GRU, авторы обнаружили, что двухслойная модель GRU работает лучше, а генерируемая музыка приятна на слух.

Методология данного исследования разделена на несколько частей, таких как сбор и кодирование *midi*, обучение модели генерации музыки, генерация и декодирование *midi* и оценка музыки.

Сбор и кодирование *midi*.

Файл *midi* должен принадлежать одной из трех классических эпох, и воспроизводится с помощью фортепиано или клавишных.

ТАБЛИЦА 1. Данные для обучения сети

Эпоха	Количество файлов
Барроко	26
Классика (только Моцарт)	12
Романтизм	25

Временной период должен состоять из двух или четырех четвертных нот в доле. Детали данных *midi* использованных для обучения сети показаны в таблице 1.

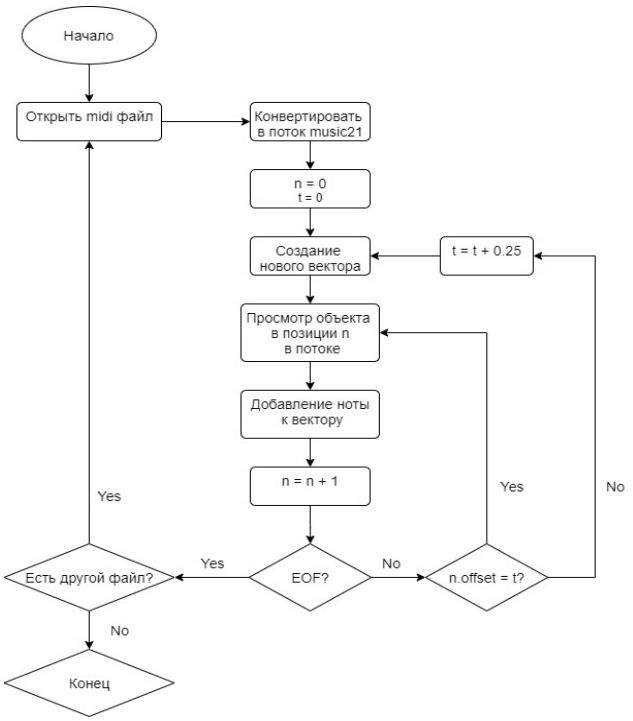


Рис. 1. Схема кодирования *midi*

Midi-файл содержит информацию о 128 нотах звука. Таким образом, в фортепиано от ноты № 21 до 108 играют только 88 нот высоты тона.

Каждый столбец в векторном массиве размером 1 × 88 представляет одну тональную ноту фортепиано. В сигнатуре времени ноты один массив представляет собой шестнадцатую ноту. Процесс кодирования *midi* представлен на рис. 1.

Midi файл преобразован в плоский *midi* поток с использованием *music*21. Объект потока *music*21 - это контейнер смещенных нотаций и музыкальных элементов. Одно событие потока индексируется как *n*, а время его выполнения называется смещением *t*. Поскольку одно *midi*-событие *n* содержит только одну информацию, то информация об одном смещении *t* записывается в несколько событий.

Один вектор массива размером 1 × 88 представляет собой 0,25 значения смещения. Таким образом, один такт целой ноты состоит из 4 векторов массива (рис. 2).

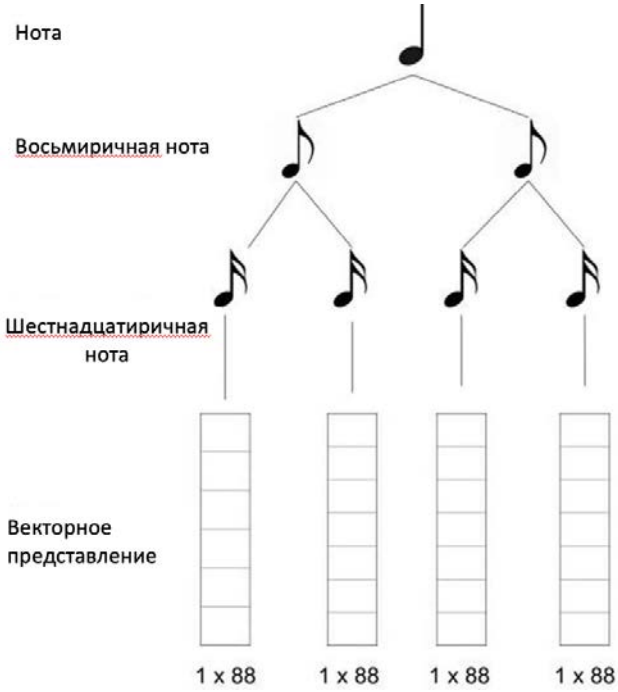


Рис. 2. Векторное представление целой ноты

Результатом процесса кодирования *midi* является одна матрица размером 88 × *t*.

Обучение модели генерации музыки.

При обучении модели используется оптимизатор RMSprop со скоростью обучения $\eta = 0.001$. Поскольку обучаемая модель является регрессионной, выбрана функция потерь MSE и число эпох 64. Малый размер пакета равный 32, выбирается таким образом, чтобы используемая память не превышала доступную память. В экспериментах использовалось четыре генеративные модели однослойные и двухслойные LSTM и GRU

генераторы, одна из которых представлена на рис. 3. Компонентами двухслойной модели GRU являются:

- входной вектор размерности 1 × длина последовательности × 88;
- первый слой GRU с 512 узлами;
- слой отсеивания (*dropout* = 0);
- второй слой GRU с 512 узлами;
- слой с линейной функцией активации, подключенный к выходу.

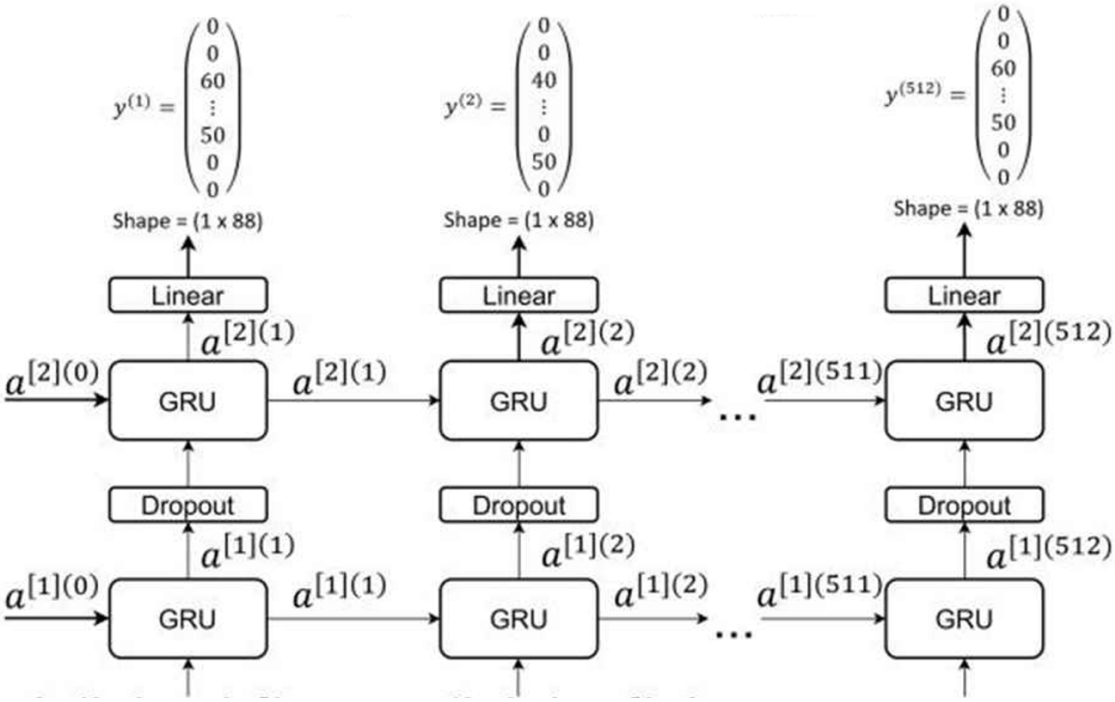


Рис. 3. Двухслойная модель GRU для обучения генераторов

Генерация и декодирование музыки.

После обучения моделей осуществляется генерация («создание») музыки. *Midi*-матрица полученная в процессе генерации музыки имеет размер 272×88, в которой каждый вектор представляет собой одну полуквадратную ноту с общим числом 272 вектора. Чтобы декодировать *midi*-матрицу обратно в *midi*-файлы, каждый вектор будет записан в потоковый объект. Каждый объект ноты формируется в следующей форме: (смещение, нота, скорость, длительность). В результате, объекты ноты конкатенируются в *midi*-файл готовый для прослушивания и оценки.

Оценка результатов.

Субъективная оценка проводилась путем интервью с добровольными респондентами для оценки музыки, генерируемой каждой моделью. Два *midi*-файла были сгенерированы случайным образом, с несколькими критериями, музыкальный стиль был выбран фортепианным, с темпом

четыре ноты в такт. Затем они стали входным сигналом для каждой модели.

Основные моменты из каждого интервью были суммированы следующим образом: музыка, генерируемая двухслойной моделью GRU получила оценку 6,85 из 10 и характеризовалась как интересная и приемлемая музыка, нуждающаяся в большем улучшении. Некоторые респонденты отметили, что для создания музыки необходимо учитывать артикуляцию, динамику, последовательность аккордов и музыкальную фразировку. Понятно, что автоматический музыкальный генератор не мог полностью заменить человеческие потребности, такие как человеческое прикосновение и тональность.

Исходя из результатов оценки и интервью бесспорным лидером является двухслойная модель GRU. В будущих исследованиях темп динамики с большими наборами данных может рассматриваться в процессе кодирования *midi* как новая информация для нейронных сетей.

Список используемых источников

1. Дж. Вел, РобоМоцарт: создание музыки с использованием LSTM сети, обученной на MIDI-коллекции с короткими музыкальными сегментами в качестве входных данных, 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: https://esc.fnwi.uva.nl/thesis/centraal/files/f1647680373.pdf

2. Н. Котеча и П. Янг, Создание музыки с использованием сети LSTM, arXiv:1804.07300, 2018.

УДК 004.75
РГРНТИ 50.41.23

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕВЫХ ИНФРАСТУКТУР

И.И. Хабиров, Л.П. Козлова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В современном мире ежедневно растет количество крупных компаний, со временем превращающихся в интернет-гигантов. Сети в них расширяются и становятся крупномасштабными. Создание системы управления крупномасштабных сетевых инфраструктур позволит централизовать управление и программирование сети, автоматизировать процесс администрирования оборудования, а также сэкономить средства на недорогих коммутаторах и управляемых контроллерах.

система управления, автоматизация, крупномасштабные сетевые инфраструктуры.

Системы управления крупномасштабных сетевых инфраструктур становятся главными темами мировых форумов, и это объясняется тем, что их использование изменяет стандартные методы проектирования и управления корпоративными сетями и подход к организации структуры многих телекоммуникационных предприятий и центров обработки данных (ЦОД).

В традиционных сетях при обычной передаче данных между клиентом и сервером образуется гигантская сеть с использованием виртуализации и облачных сред. Пропорционально этому растет число подключаемых к Интернету устройств, увеличивается объем принимаемого и передаваемого трафика, что приводит к решению сложной задачи, требующей иного подхода в управлении, построении и эксплуатации, учитывающей скорость распространения новейших мобильных технологий, стратегий Bring Your Own Device (BYOD, использование персональных устройств в рабочих целях), Big Data и других составляющих. Различные платформы сетевых вендоров не позволяют однозначно использовать сетевые ресурсы и имеют различные системы управления. Для их взаимодействия требуется единый протокол, поддерживаемый всеми типами сетевых платформ.

Планирование и создание системы управления базируется на известном стандарте OpenFlow, использующего технологии программно-ориентированных сетей Software Defined Network (SDN) и Network Function Virtualization (NFV) [1]. Идея создания такой системы управления предполагает с различных сетевых устройств миграцию сервисов на обычную компьютерную платформу в среду виртуализации. Типовые серверы могут заменить системы, созданные для узкоспециализированной области. Данная система широко востребована в кампусах, ЦОД и на

облачных платформах. При использовании стандартного адреса IP сетью обрабатывается большое количество пакетов в каждом узле, создавая существенные задержки, в случае управления системой – в каждом узле сервис будет реализован при помощи программного обеспечения (рис.1).

Рис. 1. Передача данных с использованием традиционной сети и системы управления

Таким образом, планирование управления можно разделить на три уровня:

1) разделение прохождения трафика (data plane) и сигнализацию/управление (control plane);
2) единый, унифицированный и независящий от поставщика интерфейс между уровнем управления и уровнем передачи данных;
3) виртуализация физических ресурсов сети.

Разделение сетевых функций (кэширование, DNS и пр.) позволит оптимизировать сетевые сервисы. Что касается единственного интерфейса, то используются различные стеки протоколов, вне зависимости от среды и производителя оборудования. Наконец, при планировании виртуализации сокращается потребность в аппаратном управлении. Эта оптимизация основана на экономии средств компании.

Ряд систем автоматического управления сетевыми инфраструктурами полагается на использование единых стандартов и стандартных протоколов сети (например, TCP/IP и др.), однако более прогрессивные технологии, такие как SDK, NFV, позволяют разделить процессы передачи и управления данными, создавая более подвижные программируемые сети и считаются ее движущей силой [2].

Основным направлением для реализации данной системы является комплексная автоматизация сетевой инфраструктуры. Движение трафика определяется не оборудованием и алгоритмами, «зашитыми» в него, а специальным управляющим программным обеспечением.

Эти системы в целом реализуются с помощью следующих технологий.

SDN и NFV позволяют:

- упростить конфигурацию сетей,
- масштабировать сети и сервисы по запросу,
- автоматизировать управление сетью,
- увеличить мощность физической инфраструктуры за счет наложения виртуальной,
- снизить капитальные затраты (Capital Expenditures – CAPEX) и операционные расходы (Operating Expense – OPEX), а в перспективе – быстро реконфигурировать бизнес под текущие задачи.

Замена аппаратных компонент инфраструктуры ЦОД совокупностью x86 серверов, связанных единым коммуникационным полем и образующих вычислительную среду, и набором Virtual appliances, реализующих функциональность этих аппаратных компонентов (рис. 2).

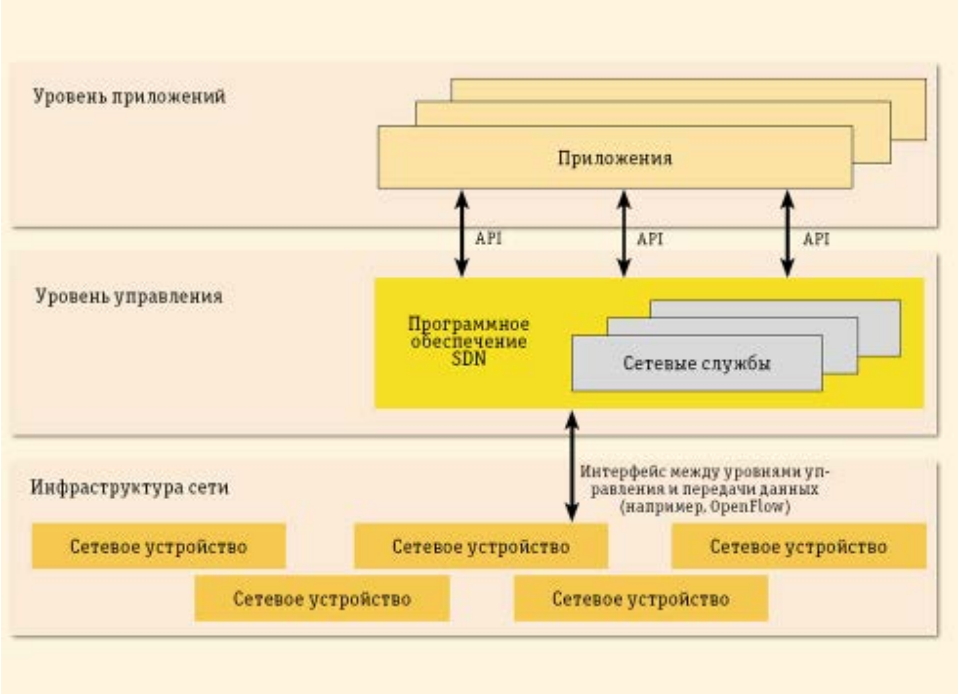


Рис. 2. Функциональная схема аппаратных компонентов

Использование описанной системы будут обладать следующими преимуществами:

1) гибкостью при создании VPN, распределении полосы пропускания и выделении сегментов сети;

2) интерфейсы, позволяющие пользователям выбирать стандартные сетевые шаблоны;
3) создание интерфейсов систем;
4) быстрое обнаружение и замена отказавших соединений;
5) мощный брандмауэр между пользователями и внешним миром;
6) значительное сокращение затрат человеко-часов на управление сетью;
7) автоматическое масштабирование в соответствии с решаемыми задачами и объемом трафика.

Входными данными системы являются количественные характеристики узлов, протокол обработки фреймов, допустимый процент потери пакетов из-за погрешностей, агрегация канала передачи. Анализируемыми управляющими воздействиями в рамках системы являются [3]:

1) неполный анализ предметной области;
2) ошибки, возникающие при формализации спецификации;
3) различная интерпретация стандартов;
4) логические ошибки проектирования;
5) неполное соответствие предъявляемым требованиям;
6) не корректное сокращение функциональности протокола;
7) избыточность в реализации протокола;
8) ошибки кодирования реализации протокола.

Виртуализация распространяется сегодня не только на серверы, но и на сети, и на системы хранения – требование современного бизнеса, который не готов платить за неиспользуемые ИТ-ресурсы, но требующий для своего развертывания непозволительно много времени. Для корпоративного сектора это возможность управления и оптимизации сложной инфраструктурой, а для среднего и малого бизнеса – инструмент эффективной работы с публичными облаками.

Список используемых источников

1. Программно-определяемые сети Software-Defined Network, SDN– Режим доступа: https//:www. tadviser.ru (Дата обращения: 20.10.2020)

2. Ошкина Е. В. Сетевая технология SDN (обзор, современные тенденции) // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. – С. 3-6. – Режим доступа: https://moluch.ru/conf/tech/archive/231/12628/ (Дата обращения: 12.11.2020).

3. Дуравкин Е.В., Ткачева Е.Б., Иссам Саад // Архитектура SDN. Анализ основных проблем на пути развития // Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков – Режим доступа: http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/12126/soi_2015_3_21.pdf (Дата обращения: 12.11.2020)

Секция 3.2.

Информационные технологии в дизайне

УДК 004.946
ГРАНТИ 28.17.33

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ТУРОВ НА ОСНОВЕ 3D ПАНОРАМ

А. В. Аникиева, Е. В. Гунина
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В этой статье кратко представлен процесс создания виртуальных туров. Описаны базовая структура и возможности программ для создания виртуальных туров на основе 3D панорам. Сформулированы положительные и отрицательные стороны каждого из ресурсов, возникающие при создании интерактивных виртуальных туров.

3D-панорама, виртуальный тур, 3D-тур, интерактивная визуализация, 3D-изображение.

В настоящее время возможности 3D-графики в современном мире практически безграничны. В связи с этим внедрение 3д-технологий является неотъемлемой частью во многих сферах деятельности, например, в создании виртуальных туров. Виртуальные панорамы стали одним из самых выразительных инструментов в арсенале дизайнеров.

В отличие от панорамной фотографии, которую можно оформить в рамку, распечатать на странице книги или журнала, виртуальные панорамы предназначены для просмотра на мониторе компьютера и обладают интерактивностью [1]. При просмотре 3д-панорамы человек может осмотреться по сторонам, приближать или удалять выбранную точку рассматривая изображение в мельчайших деталях [2], и, более того, перемещаться с одной панорамы на другую, создавая полную иллюзию присутствия в том или ином месте. Всё вышеперечисленное возможно благодаря компьютерной графике и мультимедийным инструментам.

Создание виртуальных туров делится на несколько этапов:

1. Фотосъемка;

Фотоаппарат, с помощью которого снимаются панорамы, напрямую влияет на конечный результат. Сегодня существует множество возможностей создать сферическую панораму любой камерой, даже с помощью пленки-мыльницы, телефона, или планшета. Но результат не всегда бывает качественным. Наилучшим образом подходят цифровые камеры с широкоугольным объективом, что позволяет снять окрестность при минимальном количестве кадров.

2. Обработка фотоматериала;

Число кадров варьируется от 6 до 100 кадров в зависимости от условий снимаемой сцены [2]. После объединения снимков в единую

фотографию необходимо их обработать по контрасту, насыщенности света, освещенности и т.д. в графическом редакторе.

3. Создание (сшивание) панорам;

Этот процесс не требует много времени, профессиональные программы сшивают панорамы одним нажатием кнопки. С появлением инструментов цифровой обработки фотографий стало возможным очень точное сшивание панорам исходных кадров. Результатом чего создается иллюзия единого пространства (полный сферический обзор).

4. Создание интерактивного виртуального тура.

Поверх готовой 3D-панорамы подключаются активные зоны (переходы), накладываются эффекты, звуковые файлы, анимации и так далее [3]. Конечным результатом будет файл (или набор файлов), который полностью описывает структуру виртуального тура со всеми эффектами и встраивается в web-сайте с помощью дополнительных плагинов.

Программы, которые направлены на создание интерактивных 3д туров, объединяют в себе 3 и 4 этап.

При помощи современных источников информации можно выделить несколько наиболее популярных и часто используемых программ для создания виртуальных туров. К ним относятся: *Kpano, Pano2VR, Panoweaver, Hugin и Panotour Pro.*

Однако при анализе источников было выявлено, что детальный анализ и оценка возможностей каждой из вышеперечисленных программ в совокупности сшивания панорам и создания виртуальных туров имеют свои недостатки. В связи с этим в данной статье будет рассмотрен каждый из ресурсов, сделано сравнение и даны рекомендации по реализации.

Первой рассматриваемой программой станет *Krpano*. *Krpano* – это мощный программный комплекс, позволяющий создать виртуальные туры. Панорамный вид происходит во флэш-формате. Производительность и отображение изображения одни из лучших по сравнению с другими плеерами.

Еще одной отличительной особенностью платформы *Krpano* от подобных программ является загрузка очень больших изображений, до гигапикселей. Поуровневая загрузка позволяет избежать ненужной нагрузки на систему, а также трафика и, следовательно, времени загрузки. Проблема была решена постепенной загрузкой панорамы, когда каждая часть панорамы представляет собой некую плитку, загружаемую в строго определенной последовательности, в зависимости от разрешения устройства и степени масштабирования. Эти части панорамы будут загружаться по частям и только при необходимости [4]. Все это позволяет просматривать огромные изображения с минимальными затратами на системные вычисления.

Krpano имеет огромный простор для творческой реализации. Туры, созданные в этой программе, будут работать на всех устройствах, включая шлемы виртуальной реальности.

Минус этой программы в том, что *Krpano* не имеет привычного интерфейса, т.е. нет вкладок «Файл», «Главная», «Редактирование», и вся работа сводится к написанию кода, поэтому подходит не всем.

В качестве второй программы будет рассмотрена *Pano2VR*. Это Популярное приложение от разработчика *Garben Gnome*, известного своей программой для фотографий продуктов на 360 градусов. *Pano2VR* проще в освоении и обладает богатым функционалом. Основным отличием является наличие инструментов для публикации и редактирования панорам на *Google Maps*.

Еще *Pano2VR* позволяет просматривать готовую панораму в режиме предварительного просмотра непосредственно в самой программе, т.е. нет необходимости экспортировать файл. Для цилиндрических и сферических панорам возможно установить скорость и направление вращения, а также установить его задержку уже после загрузки [5]. Панорамы могут содержать точки перехода с текстовой информацией.

Встроенный редактор интерфейса *Pano2VR* позволяет добавлять элементы в виртуальную прогулку в различных графических форматах.

Но при всех достоинствах данный движок не обеспечивает корректную работу на всех современных устройствах [6].

Третьей программой, рассматриваемой в статье, является *Panoweaver*. Это профессиональный инструмент для объединения изображений в высококачественные панорамы на 360 градусов. Программное обеспечение утилиты *Panoweaver* широко используется веб-дизайнерами, агентствами недвижимости, разработчиками виртуальных туров, государственными учреждениями и т.д. *Panoweaver* может комбинировать несколько рядов изображений, создавать цилиндрические и сферические панорамы с разрешением 360*x*180 градусов, снабжать их функциональными кнопками, добавлять музыкальное сопровождение и экспортировать в различные форматы [7]. Также есть опции автоматического распознавания нормального и широкоугольного объектива.

В качестве четвертой утилиты рассмотрим *Hugin*. Она имеет совершенно бесплатную лицензию, что делает эту программу достаточно популярной у пользователей. С её помощью можно создавать даже самые красивые и сложные панорамы.

Программа вычисляет фотографии и автоматически выравнивает их в соответствии с фокусным расстоянием и углом обзора объектива, размещает их в правильном порядке и идеально вставляет тени, провода, заборы, людей и другие объекты в панораму [8].

Последняя платформа для создания виртуальных туров, которая будет рассмотрена в статье, это *Panotour Pro*. Программа предлагает простые в

использовании инструменты для построения интерактивных туров, не требующие работы с программным кодом, в отличие от *Krpano*. Все этапы создания тура выполняются на несколько кликов в интуитивно понятном интерфейсе. *Panotour Pro* имеет возможность настраивать взаимодействие между изображениями любого размера и практически любого графического формата [9].

Интерфейс данной утилиты легко настраивается. Пользователь может активировать или деактивировать определенные компоненты, перемещать их или открывать в новых окнах, что очень удобно.

Далее в таблице 1 приведем сравнительный анализ перечисленных программ [10].

Таблица 1 – Анализ программ для создания 3D панорам

Продукт	**Краткое описание**	**Размер**	**Лицензия**
Krpano	Плеер, авторинг флэш-панорам; создание виртуальных туров в формате *flash, html*	7.4 МБ	От 30 €, пробная версия вставляет водяной знак
Pano2VR	Экспорт в *.mov, flash*. Авторинг	~9 МБ	59 €, пробная версия вставляет водяной знак
Panoweaver	Склейка панорам, экспорт во *flash*	37.7МБ	От 499.95 $, пробная версия вставляет водяной знак
Hugin	Плеер, авторинг флэш-панорам	12 МБ	Бесплатно
Panotour Pro	Создание виртуальных туров, экспорт во *flash и html*	165 МБ	От 99 €

В ходе анализа программ для создания виртуальных туров было проведено исследование, по результатам которого можно сделать вывод, что вопрос создания 3D панорам имеет множество решений, которые заключаются в использовании существующих интернет-платформ, которые были проанализированы в статье

Список используемых источнnков

1. Панорамный мир [Электронный ресурс] – URL: http://panoworld.narod.ru/index_t.html (дата обращения: 16.11.2020).

2. М. А. Зайцева, А. П. Лысак, С. Ю. Дорофеев Технология создания виртуальных интерактивных туров RUBIUS 3DTourKit // Управление, вычислительная техника и информатика: сб. науч. ст. – с. 97-101.

3. Н. А. Кинстлер, А. А. Скрипка, А. Н. Городищева Виртуальный тур как инструмент повышения имиджа организации // Компьютерные и информационные науки: сб. науч. ст. – с. 662-664.

4. Что такое krpano? [Электронный ресурс] – URL: http://www.apeskov.ru/faq/84-aboutkrpano (дата обращения: 17.11.2020).

5. Pano2VR уроки. Что такое pano2vr? [Электронный ресурс] – URL: http://www.apeskov.ru/faq/91-aboutpano (дата обращения: 17.11.2020).

6. Какой панорамный движок выбрать? Почему все-таки krpano? [Электронный ресурс] – URL: https://pavelbogdanov.ru/12-2015/kakoj-panoramnyj-dvizhok-vybrat-pochemu-vse-taki-krpano.html (дата обращения: 17.11.2020).

7. Easypano Panoweaver [Электронный ресурс] – URL: https://axoft.ru/vendors/Easypano/Panoweaver/ (дата обращения: 19.11.2020).

8. Hugin — отличная бесплатная программа для создания панорам [Электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/post/369995/ (дата обращения: 19.11.2020).

9. Программы для создания виртуального тура [Электронный ресурс] – URL: http://pan-nn.ru/articles/soft.html (дата обращения: 18.11.2020).

10. Скачать программы для создания 3d панорам и виртуальных туров [Электронный ресурс] – URL: http://3dpano.pindora.com/download.html (дата обращения: 20.11.2020).

УДК 004.9
ГРНТИ 50.05.09

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY

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

Статья посвящена одной из важных составляющих процесса разработки компьютерных игр – созданию освещения. В данной работе произведено исследование основных принципов работы с освещением в среде разработки Unity. Дана характеристика различных методов освещения и рассмотрены инструменты Unity, доступные для создания различных световых эффектов.

Unity, глобальное освещение, освещение в реальном времени, запеченное освещение, предварительно вычисленное освещение в реальном времени.

В настоящее время индустрия компьютерных игр активно развивается. Всё больше людей желают развиваться в сфере разработки игр. Кто-то устраивается в компании-разработчики компьютерных игр, кто-то создает их самостоятельно. Для создания более сложных игр необходимо использовать игровой движок. Игровой движок - это объединенный в единое целое комплекс прикладных программ, с помощью которых обеспечивается графическая визуализация, звуковое сопровождение, перемещение персонажей, их действия в соответствии со скриптами, а также игра в сети, встроенные графические сцены, соблюдение физических эффектов и законов и многое другое. Его можно разработать самому, но существуют готовые игровые движки, которые можно использовать. Наиболее популярными из них являются Unity, Unreal Engine и Source. В этой статье мы будем исследовать особенности создания освещения в играх, используя среду разработки Unity.

Разработка игр включает в себя множество этапов и составляющих. Проработка сценария, дизайн персонажей и уровней, звуковое сопровождение и т.д. Создание освещения – одна из важных частей работы над игрой. Свет является неотъемлемой частью каждой сцены. В то время как модели и их текстуры определяют форму и внешний вид сцены, свет определяет цвет и атмосферу вашего 3D окружения.

Освещение в компьютерной графике делится на два типа. Первый тип называется Direct Illumination или Прямое освещение. Представляет из себя прямое попадание лучей света на поверхность. Второй тип Indirect

Illumination или Косвенное освещение. Это когда лучи отражаются от поверхности, рассеиваются и образуют мягкий заполняющий свет.

На рисунке 1 представлена одна и та же сцена без освещения, только с прямым освещением и с прямым и косвенным. Обратите внимание, как цвета передаются, когда свет "отскакивает" между поверхностями, давая гораздо более реалистичный результат.

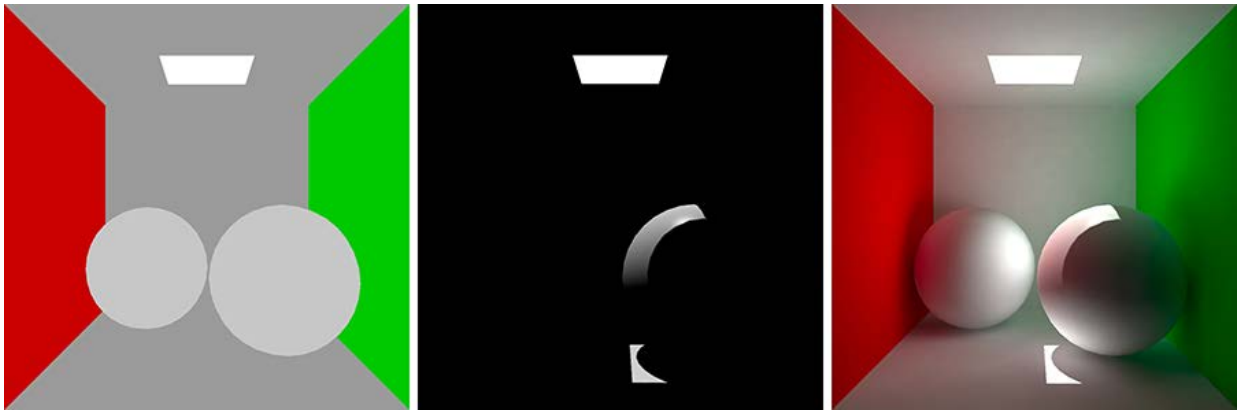


Рис. 1. Одна и та же сцена: без освещения (слева), только с прямым освещением (в центре), с прямым и с косвенным освещением (справа).

Самый популярный метод освещения, учитывающий прямое и косвенное освещение — Global Illumination (GI). GI представляет из себя наиболее “честный” способ симуляции отражённого света. Из источника света вылетают фотоны — частички, несущие информацию о цвете и яркости света. Ударяясь о какую-либо поверхность, они освещают её, но теряют часть энергии, вследствие чего их цвет и яркость изменяются. Затем фотоны отскакивают и ударяются о следующую поверхность, повторно теряя часть энергии. Так происходит несколько раз в зависимости от настроек рендера. Точное моделирование глобального освещения является сложной задачей и может быть вычислительно дорогостоящим. Из-за этого в играх используется целый ряд подходов для обработки этих расчетов заранее, а не во время игрового процесса.

Важным моментом является выбор техники освещения. Освещение в Unity можно рассматривать либо как "реальное", либо как "предварительно вычисленное", и оба метода могут быть использованы в сочетании для создания иммерсионного освещения сцены. Рассмотрим их.

Первый метод - освещение в реальном времени (Realtime Lighting). Пример представлен на рисунке 2. Обратите внимание, что тени полностью черные, так как нет отраженного света. Затрагиваются только поверхности, попадающие в конус прожектора. По умолчанию источники

света в Unity работают в режиме реального времени. Это означает, что они вносят прямой свет в сцену и обновляют каждый кадр. По мере перемещения источников и игровых объектов внутри сцены освещение будет немедленно обновляться. Это можно наблюдать как в окне сцены, так и в окне игры.

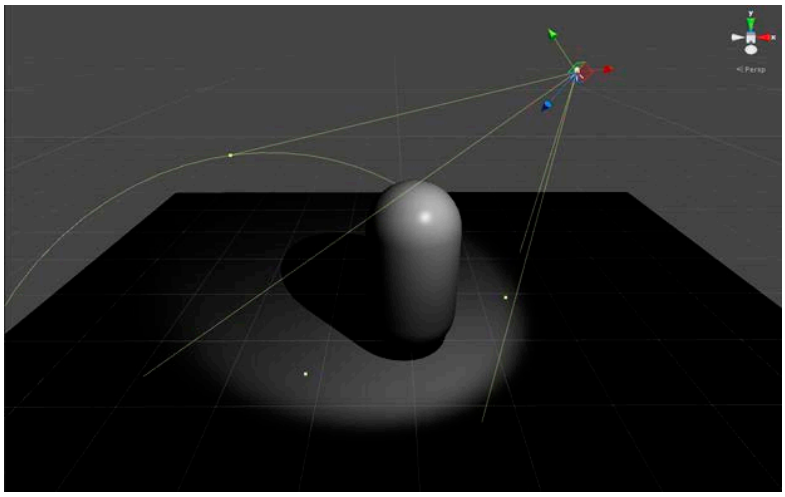


Рис. 2.Эффект одного только света в реальном времени

Освещение в реальном времени является наиболее простым способом освещения объектов внутри сцены и полезно для освещения персонажей или другой подвижной геометрии.

К сожалению, световые лучи от источников реального времени не отражаются, когда они используются сами по себе. Для создания более реалистичных сцен с использованием таких методов, как глобальное освещение, нам необходимо включить предварительно вычисленные световые решения Unity.

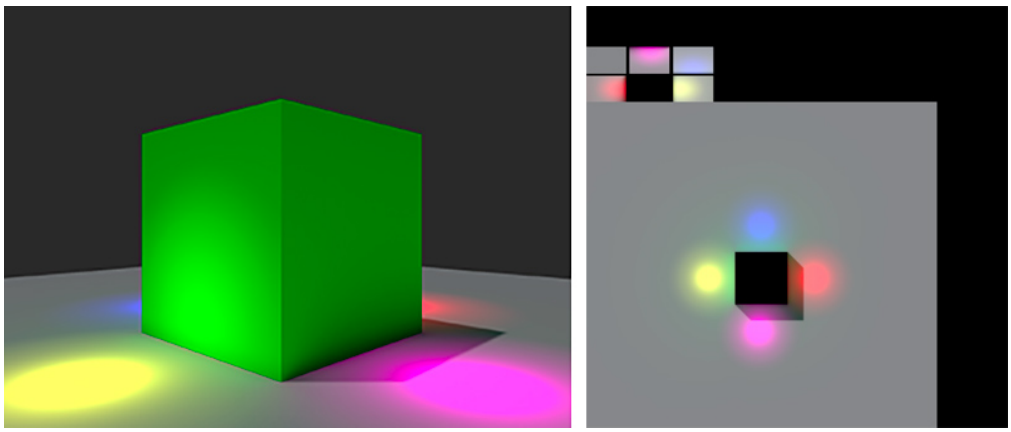


Рис. 3. Слева: сцена с подсветкой, справа: текстура световой карты

Второй метод - запеченное освещение (Baked GI Lighting). На рисунке 3 представлена простая сцена с подсветкой и текстура световой карты, генерируемая Unity. Обратите внимание, как улавливается информация о тени и свете. При "выпекании" световой карты рассчитываются эффекты света на статические объекты сцены, а результаты записываются в текстуры, которые накладываются поверх геометрии сцены для создания эффекта освещения.

Эти "световые карты" могут включать как прямой свет, который попадает на поверхность, так и косвенный свет, который отражается от других объектов или поверхностей в пределах сцены. Эта текстура освещения может использоваться вместе с информацией о поверхности, такой как цвет и рельеф, "шейдером", связанным с материалом объекта.

При запеченном освещении световые карты не могут изменяться во время игрового процесса и поэтому называются "статическими". Источники света реального времени могут быть наложены и использованы аддитивно поверх сцены со световыми картами, но не могут интерактивно изменять сами световые карты.

При таком подходе мы обмениваем возможность перемещать источники света в игровом процессе на потенциальное увеличение производительности, удовлетворяя менее мощному оборудованию, такому как мобильные платформы.

Еще один метод - предварительно вычисленное освещение GI в реальном времени (Precomputed Realtime GI Lighting). В то время как традиционные статические световые карты не способны реагировать на изменения условий освещения внутри сцены, предварительно вычисленный GI в реальном времени предлагает нам метод интерактивного обновления сложного освещения сцены.

Для того, чтобы обеспечить этот эффект, нам нужно перенести часть длительной обработки чисел из процесса реального времени в процесс, который является "предварительно вычисленным". Предварительное вычисление переносит бремя вычисления сложного поведения света с того, что происходит во время игры, на то, что может быть вычислено, когда время уже не так критично.

Как это работает? Чаще всего это непрямой (отраженный) свет, который мы хотим сохранить в наших световых картах, когда пытаемся создать реализм в нашем освещении сцены. К счастью, он имеет тенденцию быть мягким с небольшим количеством резких или "высокочастотных" изменений цвета. Предварительно вычисленное

решение освещение в реальном времени использует эти "диффузные" характеристики непрямого света в наших интересах.

Более тонкие детали освещения, такие как четкое затенение, обычно лучше генерируются с помощью освещения реального времени, а не выпекаются в световые карты. Предполагая, что нам не нужно захватывать эти сложные детали, мы можем значительно уменьшить разрешение нашего глобального решения для освещения.

Делая это упрощение во время предварительного вычисления, мы эффективно сокращаем количество вычислений, которые нам нужно сделать, чтобы обновить наше освещение GI во время игрового процесса. Это важно, если мы должны были изменить свойства источников света - цвет, наклон, интенсивность .

По умолчанию как предварительно вычисленный GI реального времени, так и запеченный GI включены в панели освещения Unity (Lighting>Scene). Если оба режима включены, то используемая техника может управляться каждым светом индивидуально (Inspector>Light>Baking).

Стоит также сказать про источники света, доступные в Unity. В Unity доступно 5 типов источников света:

1. Point Light – это точечный свет, который мы можем настроить по радиусу действия. Например, с помощью такого источника освещения мы можем сделать свет для лампочки или факела.
2. Spot Light – представляет из себя направленный конус света, с помощью него можно сделать свет от фонарика или прожектора.
3. Directional Light – представляет из себя направленный источник освещения и имитирует свет от солнца.
4. Area Light – представляет из себя прямоугольник, который светит впереди себя. С его помощью можно сделать, например, свет от телевизора/монитора.
5. Ambient Light – это рассеянный свет, который в отличие от остальных видов освещения – присутствует во всей сцене и не исходит от какого-то конкретного объекта. Он предназначен чтобы задавать яркость сцене, или же, например, создать настроение светом для нее.

Умение работать с различными источниками света отличает хорошего разработчика. Понимание того, какие инструменты есть и когда их лучше всего использовать добавляет игре новых красок.

В этой статье было проведено исследование основных принципов работы с освещением в среде разработки Unity. Была дана характеристика различных методов освещения и рассмотрены инструменты Unity, доступные для создания различных световых эффектов.

Список использованных источников

1. Unity, платформа разработки в реальном времени [Электронный ресурс]. URL: https://unity.com/ru (дата обращения: 17.11.2020)
2. Работа с освещением в Unity — теория и практика [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/266839/
3. Introduction to Lighting and Rendering [Электронный ресурс]. URL: https://learn.unity.com/tutorial/introduction-to-lighting-and-rendering#5c7f8528edbc2a002053b52a (дата обращения: 17.11.2020)
4. Теория и примеры использования света в Unity 2018 [Электронный ресурс]. URL: https://unity3dschool.ru/teorija-i-primery-ispolzovanija-sveta-v-unity-2018.html. (дата обращения: 17.11.2020)
5. Источники света [Электронный ресурс]. URL: https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/Lights.html. (дата обращения: 19.11.2020)

УДК 004.514
ГРНТИ 50.41.29

МЕТОДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШЕСТИУГОЛЬНЫХ КАРТ В ПОШАГОВЫХ СТРАТЕГИЯХ

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

Использование шестиугольных клеток для построения карт в компьютерных играх приобретает всё большую популярность благодаря более понятному визуальному восприятию, а также более простой реализации движения по карте. Особенно широко шестиугольные карты используются в пошаговых стратегиях, где с помощью шестиугольников разработчики могут генерировать такие сложные фигуры, как, например, массивные континенты, а также устанавливать для каждой клетки определённые свойства, например более тяжёлую проходимость.

unity, c#, игровой дизайн, разработка игр.

Объектом исследовательской работы являются методы геометрического построения шестиугольных карт. Разработка научной модели будет вестись в Unity — межплатформенной среде разработки компьютерных игр, использующей для написания скриптов язык C# (C Sharp).

Предметом исследования являются вопросы процедурной генерации шестиугольных карт, вопросы поиска оптимальных путей, вопросы геометрического построения таких карт в среде разработки Unity.

Изучение методов геометрического проектирования шестиугольных карт в пошаговых стратегиях позволит структурировать и обобщить знания в данной сфере и позволит использовать полученные наработки при проектировании игровых сцен, например при разработке тренажёров виртуальной реальности.

В настоящее время для построения карт в пошаговых стратегиях используются как шестиугольные, так и четырёхугольные клетки.

Основное отличие между ними заключается в количестве возможных направлений действий – то есть в количестве направлений, на которые игрок, находясь на определённой клетке, может передвигаться, атаковать, и с которых он может быть подвержен нападению.

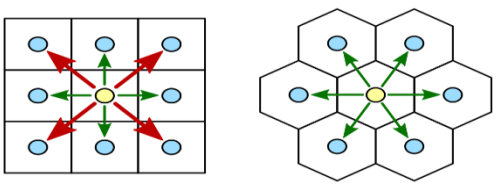


Рис.1.Направления возможных действий к соседним клеткам в четырёхугольных и шестиугольных картах

Как видно из рисунка 1, в четырёхугольных картах существует 4 возможных направлений действий – по горизонтали и по вертикали.

Однако, есть ещё 4 дополнительных направления – по диагонали, с реализацией движения по которой возникают определённые сложности.

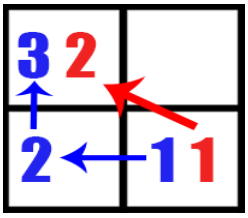


Рис.2.Движение по диагонали в четырёхугольных картах

Как видно из рисунка 2, проблема состоит в том, что, двигаясь по диагонали, игрок может достичь цели гораздо быстрее, чем двигаясь по вертикали или по горизонтали. Поэтому в некоторых играх движение по диагонали требует больше ходов, как, например, в Heroes of Might and Magic III, где количество очков ходов, затрачиваемых на движение по диагонали, вычисляется по формуле:

$$F_{диаг.} = F_{верт./гориз.} * 2^{1/2},$$

где $F_{верт./гориз.}$ – количество очков ходов, затрачиваемых на движение по вертикали или по горизонтали, $F_{диаг.}$ - количество очков ходов, затрачиваемых на движение по диагонали.

В шестиугольных картах такой проблемы не возникает, поскольку там существует лишь 6 возможных направлений, которые равноудалены от клетки, в которой игрок находится изначально. В некоторых играх, использующих четырёхугольные карты, движение по диагонали и вовсе запрещено.

Однако, четырёхугольные карты имеют и свои преимущества. В то время как четырёхугольная карта с возможностью действий по диагонали представляет возможность двигаться ровно во всех направлениях и выстраивать ровные построения фигур, то с шестиугольной картой возникают затруднения. В зависимости от ориентации шестиугольной карты, мы можем либо ходить по прямой, но при этом не будем иметь возможности создать ровный строй фигур, либо наоборот.

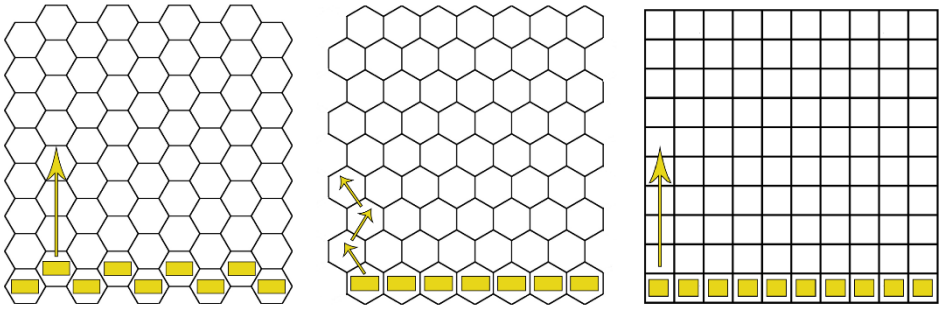


Рис.3. Возможность движения по прямой с сохранением линейной формации фигур в четырёхугольных и шестиугольных картах

При отражении исторических сражений невозможность выстроить линейные формации фигур может быть критична. В то же время невозможность движения по прямой может сильно испортить визуальное восприятие в тактических пошаговых стратегиях с маленькими масштабами.

В то же время в глобальных стратегиях жанра 4X (англ. explore, expand, exploit, exterminate, что можно перевести, как «изучение, расширение, эксплуатация и уничтожение») это практически не бросается в глаза.

Одним из главных преимуществ шестиугольных карт является более упрощённая генерация реалистичных и визуально приятных карт и ландшафтов, что вкупе с возможностью задавать для определённых клеток уникальные свойства местности создаёт более обширные возможности при проектировании игровых сцен.

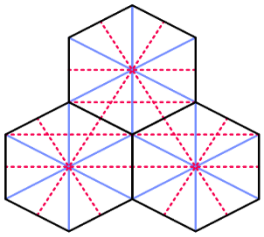


Рис.4. Геометрическая реализация соседних шестиугольных клеток

Однако, как видно из рисунка 4, геометрическая реализация шестиугольников гораздо сложнее, чем реализация четырёхугольников. Как на эту тему высказался главный дизайнер игры Sid Meier’s Civilization V Джон Шейфер: “ Шестиугольники делают карту более органичной. Но с шестиугольниками трудней работать. Очевидно, что проще расчертить листок бумаги на квадраты, чем на шестиугольники.”

В процессе исследования и анализа была составлена сравнительная характеристика шестиугольных и четырёхугольных карт в пошаговых стратегиях, представленная в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная характеристика шестиугольных и четырёхугольных карт в пошаговых стратегиях

	Шестиугольные карты	Четырёхугольные карты
Количество направлений действий	6	4 (макс. 8)
Прямое движение и линейное построение фигур	Невозможно	Возможно
Одинаковое расстояние до соседних клеток	Да	Нет
Генерация сложных фигур и ландшафтов	Хорошо	Затруднительно
Простота реализации	Ниже	Выше

При анализе таблицы 1 сделаны следующие выводы. При разработке сцен тактических игр маленького масштаба можно использовать преимущества четырехугольной карты. Но для проектирования игровых сцен в пошаговых стратегиях жанра 4X, например при разработке тренажёров виртуальной реальности, нужно использовать методы геометрического проектирования шестиугольных карт.

Список используемых источников

1. Cameron Browne. Hex Strategy: Making the Right Connections, 1st edition. A K Peters/CRC Press, 2000. 384 p. ISBN 978-1568811178.
2. Ryan B. Hayward, Bjarne Toft. Hex: The Full Story, 1st edition. CRC Press, 2019. 320 p. ISBN 978-0367144227.
3. Martin Gardner. Mathematical games: Concerning the game of Hex, which may be played on the tiles of the bathroom floor // Scientific American, 1957, 197 (1), p. 127-138.

УДК 004
ГРНТИ 20.15.13

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ

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

Важной частью учебного процесса для студента является посещение занятий. При этом контроль посещаемости осуществляет администрация университета. Для эффективного выполнения данного процесса необходимы соответствующие ресурсы, такие как СВТ, сотрудники, время. В статье изучается используемая в СПбГУТ им. проф. Бонч Бруевича система учета посещаемости. Также выдвигается предложение о разработке и внедрении автоматизированной системы кафедрального учета посещаемости студентов занятий.

контроль посещаемости, автоматизированная система учета посещаемости, учебный процесс

Согласно правилам внутреннего учебного распорядка СПбГУТ им. проф. Бонч-Бруевича, студент обязан посещать все занятия, предусмотренные учебным планом. При этом используемый способ учета посещаемости студентов не указан. Этим обосновывается необходимость анализа используемых методов учета посещаемости и выдвижение предложения по внедрению улучшений в существующую систему.

В данный момент в университете используется трёхступенчатая система учета посещаемости.

Первой системой, которая контролирует активацию электронного пропусков студентов на турникетах СПбГУТ, является система СКУД, фиксирующая присутствие на занятиях студента в его личном кабинете базы данных СПбГУТ. Эта система отмечает студента по факту прохода через турникеты, однако она не может учесть то, что студент может физически находится в университете, но не присутствовать на занятиях.

Чтобы частично ликвидировать данный недостаток используют личные ведомости преподавателей, где они ведут собственный учёт. Это второй этап учета посещаемости студентов. С помощью этих данных преподаватели корректируют данные, которые хранятся в Базе Данных. При этом преподаватели вынуждены тратить время на перекличку студентов, которого зачастую и без этого не хватает в процессе обучения, для полного раскрытия темы занятия.

На последнем этапе за прогулами занятий следят сами студенты. Старосты групп ведут журналы, в которых также ведётся учет посещаемости. Этот этап является не самым достоверным, так как

студенты часто помогают друг другу и отмечают отсутствующих на занятии студентов.

Используемая система учета представлена на рисунке 1.

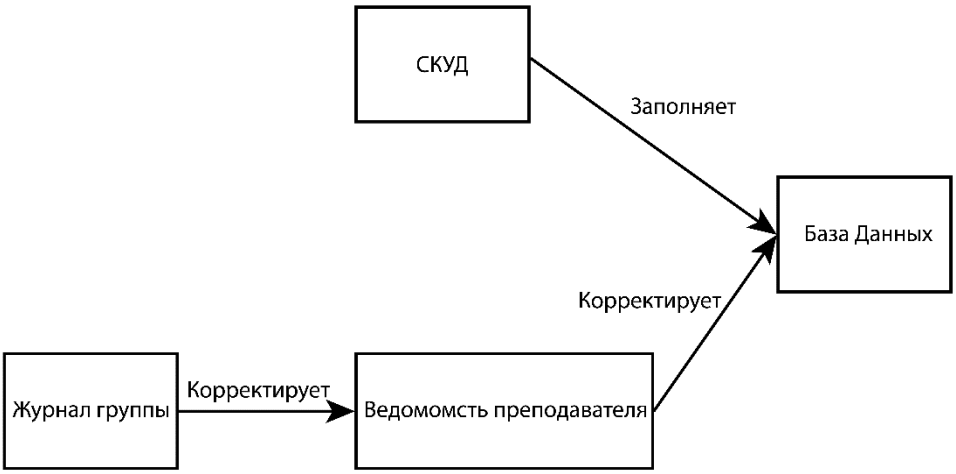


Рис. 1. Используемая система учета посещаемости

Рассмотренная система имеет ряд недостатков:

- Отсутствие автоматизированной проверки присутствия студента на занятии.
- Увеличение нагрузки на преподавателей.
- Уменьшение затрат полезного времени занятий.
- Хранение данных на бумажных носителях.

Для исключения указанных проблем необходимо создать кафедральные системы учета посещаемости занятий и интегрировать их в информационные ресурсы СПбГУ.

В данной системе предлагается использовать сканер штрих-кодов. Сканер подключенный к компьютеру с off-line или on-line доступ к информационным ресурсам СПбГУТ для формирования списка присутствия на занятиях.

Предлагаемая система позволит наглядно и быстро изучить всю статистику посещаемости и существенно снизить нагрузку на преподавателя и кафедр по контролю учета посещаемости студентов и избавить от необходимости дублирования данных на бумажных носителях.

Для реализации данной системы не потребуется больших затрат, так как один сканер штрих кодов имеет цену около тысячи рублей, а большая часть учебных аудиторий уже оборудованы компьютерами. Поэтому для оборудования такими сканерами порядка пятисот аудиторий, потребуется только закупка сканеров штрих-кодов.

Новая система учета представлена на рисунке 2.

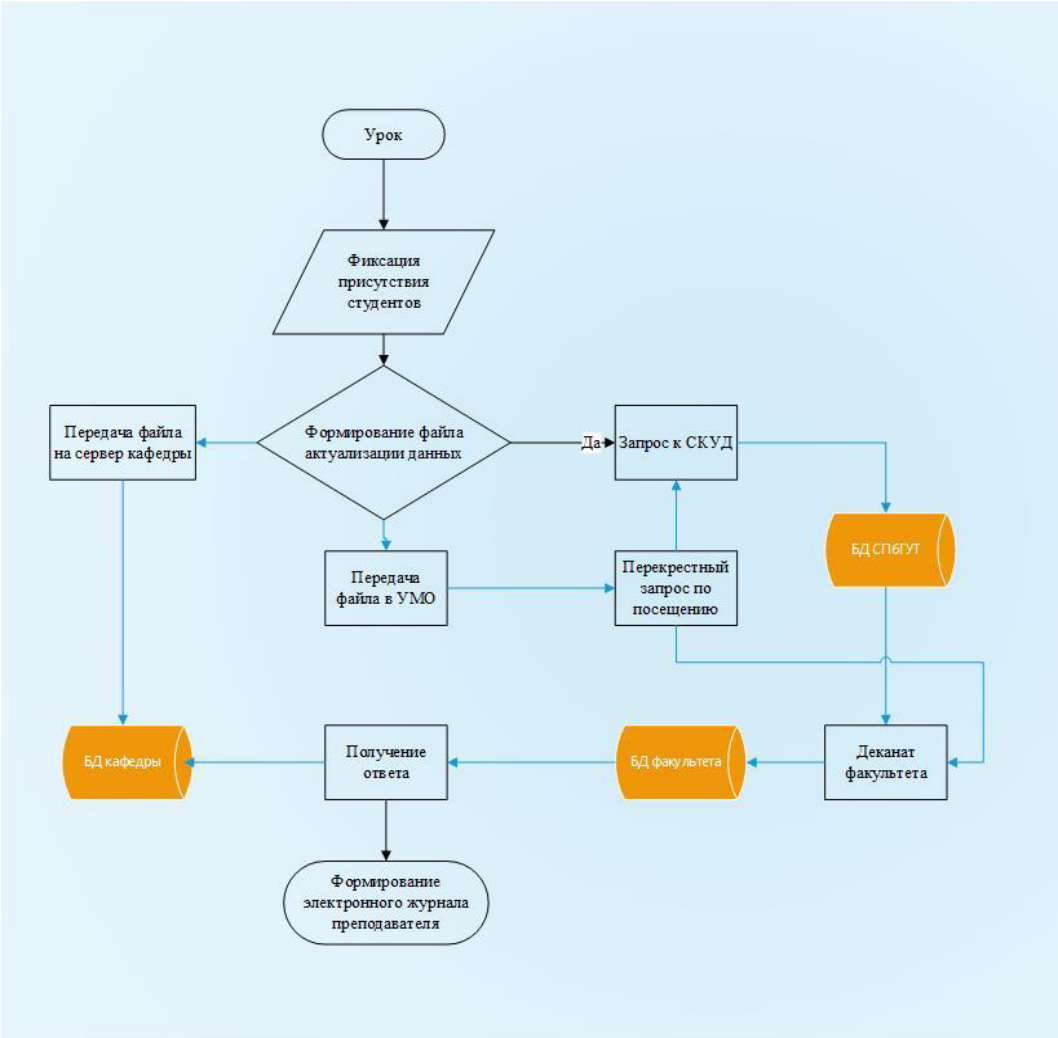


Рис. 2. Новая система учета посещаемости

Разработанная система реализована на базе СПО и позволяет избавиться от необходимости дублирования информации в бумажных журналах и личных списках преподавателя, а также осуществлять реальный контроль за посещаемостью студентов на занятиях.

Список используемых источников:

1. Баженов Р.И. О разработке информационной системы оценки учебных достижений студентов / Баженов Р.И., Баженова Н.Г., Белов И.В., Кардаш А.С. // Современные научные исследования и инновации. 2014. №12 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/12/41514 (дата обращения 18.11.2020).
2. Ефимова И.С., Калитин С.В. К вопросу о создании наглядного инструмента для автоматического расчёта рейтинга успеваемости студентов // Перспективы развития информационных систем и технологий на Дальнем Востоке: материалы городской науч.-ислед. конференции студентов и школьников. 10 апреля 2015 года. Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2015. С. 37-45.

3. Петелин Е.А., Белянкин Ю.В., Стрельникова Е.О. Автоматизация контроля текущей успеваемости и аттестации студентов // Образовательные технологии. 2014. №2. С. 102-106.
4. Чуйко О.И., Ешенко Р.А. Электронный журнал: анализ применения в школах и перспективы внедрения в вузах // Международный академический вестник, 2014. №6. С. 27-31.
5. Павлова Ж.Г. Модульно-рейтинговая система – средство мотивации учебной деятельности студентов вуза // Инновационный подход к обучению и воспитанию: Материалы V Международного фестиваля методических идей. 24 октября 2014 г. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Экспертно-методический центр». 2014. С. 483-485.

УДК 004.514
ГРНТИ 20.15.05

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЮЗАБИЛИТИ САЙТА

Волошинов Д.В., Глотова Е.В.
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья посвящена вопросам развития интерактивности интерфейса в современном мире. Приведен анализ взглядов исследователей данной темы. На основании анализа литературных источников выявлены существующие достоинства и недостатки интерактивных технологий. Выделяются и описываются характерные особенности интерактивных элементов и то, как они могут влиять на интерфейс пользователя. Большое внимание уделяется вопросу разработки методологии создания интерактивных элементов для повышения юзабилити интерфейса.

интерактивные элементы, интерфейс, пользовательский опыт, веб-технологии, интерактивный сайт

В настоящее время быстрый рост веб-технологий сделал процесс создания сайтов одним из актуальных вопросов проектирования. На данном этапе, одним из значимых моментов в прогрессе информационных технологий является развитие и внедрение элементов интерактивности.

Интерактивный сайт – это динамический ресурс, включающий в себя интерактивные элементы, при помощи которых происходит взаимодействие с пользователем. Интерактивный дизайн - это не только дизайн интерфейса, но и его важные черты как: время, движение, текстура и звук, очерчивающие пространство сайта в информационной системе. Предоставляя дизайнеру новые инструменты, интерактивные технологии влияют не только на структуру, но и на характер ее визуализации. Интерактивными трендами веб-дизайна 2019 года стали: анимация, фоновое видео и микро – взаимодействие [1].

Достоинства интерактивных технологий по сравнению с статичной графикой бесспорны. В настоящее время проявление статичного графического дизайна может быть переосмыслено с позиции внедрения элемента интерактивности, меняющего характер восприятия. Забываются сложные и нагроможденные интерфейсы, а актуальность приобретают естественные для человека манипуляции, а также возможность прямого воздействия на процессы.

Вопросам данной тематики уделяли внимание многие авторы. Так, например, А.В. Могильная описывает интерактивность как способ реализации в решении рекламных задач. Она классифицирует интерактивный дизайн в зависимости от степени вовлеченности в него клиента [2]. Особое внимание дизайну уделял и И.Джокум. В работе [3] он

говорит об интерактивном дизайне, как о постоянно развивающейся среде. Он считает, что это новый подход к дизайну, маркетингу и рекламе. А Д.В. Галкин, автор статьи «*Понять интерактивность: кибернетика в зеркале эстетики*», описывает слово «интерактивность» как синоним цифровым технологиям [4].

Приведенные исследования внесли больной вклад в развитие использования интерактивных средств, однако по-прежнему актуальной является проблема использования основных элементов интерактивности в интерфейсе и их влияния на пользователя. Многие дизайнеры по - прежнему неуместно используют анимацию в своих работах, затрудняя тем самым видимость основной информации.

В связи с этим, необходимо сформулировать цель и решить поставленные задачи, предстоящего исследования. Целью будущего исследования является составление методики создания и применения интерактивных элементов, влияющих на пользователя и повышающих удобство интерфейса.

Задачи исследования:

1) изучить потенциал современных интерактивных технологий и рассмотреть возможные пути развития;

2) определить коммуникативные основы интерактивности;

3) выделить основные способы влияния интерактивных элементов на пользовательский интерфейс.

Объект исследования - интерактивные веб-технологии;

Предметом предстоящего исследования является создание методики использования интерактивных элементов для повышения юзабилити интерфейса.

Взаимодействие между человеком и интерактивными системами происходит через пользовательский интерфейс. Для того чтобы правильно проектировать интерактивные системы, необходимо рассмотреть интерфейсы гораздо шире и использовать такое понятие как «опыт взаимодействия». Исследования в этой области касались, прежде всего, использования анимации в дизайне графического интерфейса приложений и операционных систем. В частности, С. Хадсон, считает, что применение элементов интерактивности позволяет легко усваивать гораздо больше информации пользователем, а Б.В. Чанг и Д. Унгар показывают, что анимация позволяет сглаживать резкие переходы между различными состояниями интерфейса [5].

Помимо этого, интерактивность способна привлекать внимание, даже если анимируемый объект появляется на периферии зрительного поля, и поэтому она может быть использована как сильный стимул для фокусировки внимания даже в сложных, насыщенных деталями интерфейсах. Также особое влияние, которое анимация производит на интерфейс — это контекст. Интерактивные элементы превращают

статичную графику в череду разных состояний, тем самым делая интерфейс более интуитивным, наполненным и узнаваемым. Анимация помогает обнаружить скрытые взаимодействия и подсказывает, как работают менее очевидные функции.

Обобщая основные свойства интерактивных элементов, влияющих на интерфейс, можно выделить несколько аспектов:

1) Минимизация ожидания пользователя и их опыта;
2) Непрерывность переходов, которые составляют общий пользовательский опыт;
3) Временная структура событий, соединяющаяся в пользовательском интерфейсе;
4) Задержка внимания пользователя и усвоение большего количества информации.

По данным из исследований [6] и проведении опроса, 78% участников интервью используют анимацию в своих интерфейсах. Почти для 42% участников больше всего запомнилась та анимация, которая усиливала интерес к сайту и не делала хуже удобство: «на сайте хорошо смотрятся структурированные и энергичные переходы, но не быстрые». Из этого можно сделать вывод, что анимированные элементы не должны отвлекать пользователя от основной информации, а много разных видов анимации на одном сайте только мешает пользователю.

Анализируя содержательные аспекты интерактивного дизайна, приходим к выводу о необходимости разработки методологии, описывающей разработку и применение интерактивных элементов для повышения удобства интерфейса. В дальнейшей работе будет проведен анализ и исследование в области влияния анимации, а также разработаны способы создания интерактивных элементов для повышения юзабилити.

В результате проведенной работы проанализированы литературные источники по выбранной теме, и выявлены существующие недостатки. Сформулированы цели и задачи настоящего исследования. Проведенный анализ литературы показывает, что несмотря на то, что проблема рассматривалась достаточно широко, существует целый ряд конкретных вопросов, связанных с влиянием анимации на интерфейс пользователя, которых до сих пор остается мало разработанным.

Список используемых источников

1. Родион Арсеньев «Веб-дизайн мертв. Да здравствует интерактивный дизайн!» публикация от 26.02.2013 [Электронный ресурс] // www.slideshare.net. URL: http://www.slideshare.net/RedKedsagency/ss-16774685 (Дата обращения: 10.10.2020).
2. Дэвид Малауф «Основы интерактивного дизайна». [Электронный ресурс] // URL: http://artpeter.com/interactive_design/ (Дата обращения: 13.10.2020).
3. Антон Запускалов «Короткая речь о будущем интерактивного дизайна» публикация от 23.07.2012 [Электронный ресурс] // www.cossa.ru. URL: http://www.cossa.ru/152/20643/ (Дата обращения: 05.11.2020).

4. Галкин Д. В. и др. Понять интерактивность: кибернетика в зеркале эстетики. – 2009. Режим доступа—http://kak.ru/columns/moveit/a9560/ (Дата обращения: 10.10.2020).

5. Понятие интерактивных технологий [Электронный ресурс] URL:https://studbooks.net/1917169/pedagogika/ponyatie_interaktivnyh_tehnologiy (Дата обращения: 17.10.2020).

6. A.Chalbi Neffati, N. Roussel, F. Chevalier: «Понимание и проектирование анимации в пользовательский интерфейс», 2018 (Дата обращения: 20.10.2020).

УДК 004.946
ГРНТИ 14.37.29

ОБУЧЕНИЕ K-POP ХОРЕОГРАФИИ С ПОМОЩЬЮ AR

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

Возможность применения технологий дополненной реальности для улучшения процесса обучения k-pop хореографии. Использование AR-технологий в процессе обучения любых желающих при минимальных затратах будет способствовать улучшению физической активности.

K-pop, дополненная-реальность, хореография, физическая активность.

В современной медиа-культуре музыкальный жанр K-pop занимает лидирующие позиции. Один известный музыкальный критик Евгений Бабичев отмечал: «K-pop – слаженный механизм. И это видно по всем элементам: простые запоминающиеся мелодии, потрясающая, доведенная до идеала хореография, запоминающиеся образы, которые становятся трендовыми у основной аудитории K-pop – подростков, молодежи» [1]. Действительно, такой концепт вдохновляет молодёжь на саморазвитие в различных сферах деятельности. Ведь во многих песнях этого жанра звучат мотивирующие строки, на подобии: «полюби себя», «сделай шаг, открой мир», «я буду лучше двигаться вперед, чем сидеть на месте» и мн. др. К тому же он развивает интерес к культурам других стран и стирает границы между людьми разных национальностей.

Самым распространенным активным увлечением фанатов K-pop является хореография. Она занимает 2е место среди того, что больше всего заинтересовывает человека, не знакомого с данной культурой, после восприятия визуального ряда и музыки [2]. Во многих городах России существуют специальные студии, специализирующихся только на данном жанре. Но в отличие от других стран их совсем не много, от чего далеко не каждый стремящийся научиться этому стилю сможет туда попасть, поскольку наборы учеников ограничены. И порой обучающийся может испытывать неудовлетворение если в группе изучают не то, что хотелось бы, когда индивидуальный подход предоставляется в недостаточной мере, ведь каждый учится с разной скоростью и получение недостаточного учебного материала за ограниченное время может не приносить ожидаемых результатов. В таких случаях видится целесообразно проводить обучение с помощью AR-технологий.

Дополненная реальность – это среда, дополняющая физический мир в реальном времени с помощью каких-либо устройств – планшетов, смартфонов или других, и программной части. [3]. Дополненную

реальность (augmented reality, AR) надо отличать от виртуальной (virtual reality, VR) и смешанной (mixed reality, MR). В дополненной реальности виртуальные объекты проецируются на реальное окружение. Виртуальная реальность – это созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через органы чувств. Смешанная реальность объединяет оба подхода.

Виртуальная реальность создает свой мир, куда может погрузиться человек, а дополненная добавляет виртуальные элементы в мир реальный. Выходит, что VR взаимодействует лишь с пользователями, а AR – со всем внешним миром [3]. К основным преимуществам интерактивного проектирования можно отнести следующие особенности: моделирование в реальном масштабе времени; возможность воздействовать на окружающую обстановку и иметь при этом обратную связь; экономия времени и денег; комфортное получение информации [4].

Применение AR-технологий при обучении хореографии позволяет [5]:

– сэкономить время и не тратить его на поездку в зал;
– сэкономить деньги, не покупая абонемент;
– заниматься тем номером, который хочет обучающийся;
– выполнять задания с большим комфортом в домашней обстановке;
– возможность изучать конкретную партию конкретного участника;
– возможность изучать общую партию всех участников;
– разнообразить учебный процесс;
– повысить эффективность восприятия материала.

Дополненная реальность также постепенно занимает свое особое место в обучении. Особенностью AR является то, что она позволяет расширить представление о происходящих процессах в окружающей среде. Обновленные сенсорные данные формируются не в новой, а вполне привычной среде. Размещение любых объектов в конкретной среде, в которой они изначально отсутствуют, позволяет смоделировать наиболее необычные практики для осуществления образовательных задач. Само возникновение дополненной реальности во многом обусловлено образовательными задачами. Именно отрисовка дополнительных стрелок и знаков в различных обучающих материалах позволила указать на определенные объекты, сделав их более наглядными для восприятия [6].

Педагоги всего мира уже используют дополненную реальность в учебном процессе. App store и Play store переполнены AR-приложениями для образовательной деятельности. Студенты проявляют большую заинтересованность на эти приложения. Приведем ряд образовательных приложений дополненной реальности, классифицированных по категориям для детей, студентов и самообучения.

Примеры обучающих AR-приложений:

– AR Flash Cards, учащимся просто нужно отсканировать карточки со своих смартфонов и азбук, и их объяснения оживают.

– Bugs 3D, дети могут узнать больше о насекомых и жуках, приложение содержит описания и иллюстрации для детей.

– Анатомия 4D, студенты могут увидеть 3D-модели человеческого тела с помощью камеры смартфона или планшета.

– Google Translate, позволяет пользователям сканировать любой письменный текст с помощью своего смартфона и переводить его в режиме реального времени.

Приведенные выше примеры убеждают в необходимости развития социально-культурной деятельности в сети Интернет. Современный уровень развития информационных технологий, а также уровень доступа к ним различных категорий населения позволяют осуществлять культурно-просветительскую и образовательную деятельность через глобальную сеть. На данный момент в сети достаточно много ресурсов, посвященных образованию. Обучающие сайты можно найти практически по любому виду творчества: декоративно-прикладному, музыкальному, фото-видео творчеству, хореографическому, техническому и т.п. Формы обучения также предлагаются различные: вебинары, аудиоуроки, видеоуроки, учебная литература, статьи с иллюстрациями, онлайн-консультации, электронные учебники и др. Общей проблемой для удаленного обучения творчеству является отсутствие поэтапно выстроенной системы подачи материала. Освоение сложной техники заканчивается, как правило, без желаемого успеха, что приводит к потере интереса обучающегося к данному виду творчества.

Применение методов удаленного обучения хореографическому творчеству является наиболее сложным. Все вышеперечисленные формы обучения не могут являться основными, а лишь дополняющими основную форму обучения – работу в хореографическом классе. Это обусловлено спецификой хореографического творчества. Для получения и закрепления навыка исполнения того или иного движения обучающийся должен неоднократно исполнить это движение «в полную ногу», т.е. максимально выполняя все данные методические рекомендации и достигая наибольшей амплитуды движения. [7].

В одной из статей журнала «Молодой ученый» [7] Каратаевым А.А. был описан эксперимент по проведению удаленного занятия в любительском хореографическом творчестве, но сделано это было средством организации онлайн-уроков (Skype, видеосвязь Вконтакте и пр.). Его проводили Каратаев А.А. (руководитель эксперимента), Пигарева Н.К. (педагог-ассистент) и обычные учащиеся. Основной целью проекта являлась организация культурно-досуговой деятельности с использованием сети Интернет. В подготовительном этапе размещалось

оборудование в помещениях, а также производилась установка и проверка связи. Помещение, в котором работал педагог, не позволяло отобразить его в полный рост. В свою очередь, веб-камера в хореографическом классе не охватывала все помещение. На основном же этапе проводилось само занятие: классический тренаж, изучение нового и повторение старого материала и задания на самостоятельную работу.

На основе представленного выше материала были сделаны следующие выводы:

1. Использование возможностей информационных технологий по удаленному обучению хореографическому творчеству имеет свои специфические отличия от обучения другим видам творчества и может развиваться по трем вариативным направлениям: обучение танцевальным движениям, процесс постановки танца, проведение тематического или мастер-класса.
2. Такие формы удаленного обучения, как видеоуроки, вебинары, учебные пособия и статьи, могут дополнять как онлайн-обучение, так и традиционную форму с присутствием реального педагога в классе.
3. Обязательным условием для эффективного удаленного обучения в любой из представленных форм является осознанный подход учащихся к образованию и самообразованию.
4. Эффективность применения форм удаленного обучения напрямую зависит от качества технических средств – скорости передачи данных, освещенности помещений, разрешении устройств видеосъемки.
5. Для более эффективного обучения в удаленной форме все используемые материалы должны быть систематизированы в порядке последовательного их усвоения в соответствии с учетом хореографической логики подачи учебных и творческих заданий.

Следует заметить, что в предложенном методе для реализации занятий необходимо участие как минимум 2-х человек – обучающегося и преподавателя, и наличие связи онлайн. На такую подготовку требуется слишком много времени и средств. Поэтому обучение с использованием дополненной реальности будет как более эффективным, так и менее затратным.

Таким образом, использование AR-технологий в процессе обучения молодежи при минимальных затратах будет способствовать улучшению активного образа жизни вне зависимости от места проживания и местоположения человека.

Список используемых источников

1. В чем феномен K-POP и почему он захватывает мир// [Электронный ресурс] URL: https://realnoevremya.ru/articles/187192-v-chem-fenomen-k-pop-i-pochemu-on-zahvatyvaet-mir (дата обращения 20.10.2020).
2. За что любят K-POP [Электронный ресурс] URL: https://vk.com/topic-103747508_33606933 (дата обращения 20.10.2020).

3. Романенкова Д.Ф. Особенности Реализации Профессиональных образовательных программ с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий/ Д.Ф. Романенкова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №4. – С. 201.

4. Тимохин Д.В. Использование специальных образовательных технологий в инклюзивном образовании / Д. В. Тимохин // Человек. Общество. Инклюзия. – 2014. – №4 (20). – С. 122–128.

5. Черкасов К.В., Чистякова Н.С., Чернов В.В. Применение дополненной реальности в образовании. М.: Наука, 2016. – 2с.

6. Технологии AR и VR в образовании [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/company/mailru/blog/435996/ (дата обращения 20.10.2020).

7. Каратаев А.А. Обучение хореографическому творчеству с применением современных информационных технологий/ А.А. Каратаев// Молодой ученый №12 (92). – 2015. – №12. – С.851-854.

УДК 371.388.8
ГРНТИ 14.07.09

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРФЕЙСА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ

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

В последнее время появляются новые методы преподнесения информации в сфере образования. На передний план встают различные электронные образовательные ресурсы, открывая таким образом новые возможности как для обучающихся, так и для преподавателей. В данной статье проведен анализ интерфейса электронных образовательных ресурсов и произведена оценка его влияния на качество образования детей.

ээлектронный образовательный ресурс, интерфейс электронного образовательного ресурса, мультимедиа в образовании, качество образования

В наше время цифровых технологий появляется необходимость в использовании образовательных ресурсов новых форматов. Бумажные носители информации постепенно отходят на задний план, а электронные набирают все большую популярность. Электронные образовательные ресурсы (ЭОР) способны предоставлять новые возможности, которые положительно сказываются на качестве образования детей.

Немаловажную роль при использовании ЭОР играет интерфейс мультимедийных средств, с его помощью можно упростить процесс усвоения материала, но можно и наоборот - усложнить, заставив обучающегося потратить большое количество сил, времени и прочих ресурсов на освоение и поиск функций. Таким образом, при неудачном выборе ЭОР можно столкнуться с проблемой низкого уровня мультимедийных составляющих, которые негативно скажутся на качестве образования детей.

В данной статье рассмотрен интерфейс мультимедийных технологий ЭОР и проведен его анализ, с целью выявить основные положительные и отрицательные черты и оценить их влияние на обучающихся. В качестве рассматриваемых ЭОР выбраны: “Начальная школа. Уроки Кирилла и Мефодия”, “LogicLike”, “Разумейкин”.

Исходя из общепринятого определения, “электронный образовательный ресурс (ЭОР) - образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них” [ГОСТ Р 52653—2006, статья 12, подраздел 3.2]. К метаданным образовательного контента относят данные, характеризующие образовательный контент, его структуру и содержание.

В зависимости от направления ЭОР и его предметной области, вынужден изменяться и интерфейс его мультимедийных составляющих. Под мультимедийными составляющими будем понимать мультимедиа контент, который способен взаимодействовать с пользователем в интерактивном режиме.

Для точного анализа необходимо определить, что такое качество образования и каким образом его можно оценить. Согласно самым распространенным педагогическим подходам, качество образования описывают как соотношение цели и результата. Для того, чтобы получить необходимый результат, нужно подготовить соответствующий учебный материал и создать максимальные удобные условия работы. Особенно это касается образовательных ресурсов. Содержание материала играет первостепенную роль, но отсутствие грамотной подачи учебного материала способно значительно снизить качество образования. Использование разнообразных форм представления информации способствует лучшему усвоению знаний, так как согласованная работа различных областей мозга положительно сказывается на восприятии и сохранении информации, что в свою очередь способно повысить качество образования. Таким образом, способам подачи учебного материала необходимо уделить особое внимание.

Одними из ключевых условий для повышения качества образования с использованием ЭОР являются: повышение скорости и точности работы, за счет устранения различных отвлекающих факторов, проработки навигации и пользовательского интерфейса, а также способствование лучшему усвоению материала, используя мультимедиа контент. Для повышения скорости и точности работы, должны быть обеспечены:

- удобная навигация;
- интуитивно понятный интерфейс;
- хорошая читаемость шрифта;
- использование цветовой гаммы, способствующей восприятию информации;
- единство стиля мультимедиа-контента;
- отсутствие нагроможденности образовательного ресурса лишней визуальной информацией.

Более успешному усвоению материала способствуют:

- использование разнообразных форм представления информации (аудио, видео, изображения и пр.);
- высокое качество используемых мультимедийных объектов.

В таблице 1 приведен анализ выбранных ЭОР по критериям, сформированным по условиям для повышения качества образования.

Стоит отметить, что данные условия акцентированы на мультимедийной составляющей образовательных ресурсов и не соотносятся с самим учебным материалом и его структурой.

Таблица 1 - Анализ выбранных ЭОР по сформированным условиям, положительно влияющих на качество образования детей

Критерий	Название ЭОР		
	Начальная школа. Уроки Кирилла и Мефодия	LogicLike	Разумейкин
Удобство Навигации	Навигация по заданиям осуществляется довольно сложно.	Навигация проста и не требует лишних усилий.	Навигация достаточно проста.
Простота интерфейса	Нет интуитивного понимания того, как пользоваться интерфейсом. Плохая проработка функции выбора правильного ответа.	Простой и понятный интерфейс. Используются индикаторы, демонстрирующие законченность работы на обучающем уровне.	Понятный интерфейс, за исключением оформления тестовых заданий.
Хорошо читаемый шрифт	Шрифт задания слишком мелкий.	Шрифт подобран грамотно. Текст читается хорошо.	Используются шрифты разного размера, что усложняют процесс восприятия информации.
Хороший контраст между фоном и заданиями	Задания привлекают меньше внимания, чем фон.	Фон и мультимедийные объекты достаточно контрастируют между собой.	Оформление сайта привлекает на себя больше внимания, чем учебные задания.
Использование визуального контента одного стиля	Единство стиля соблюдено.	Единство стиля соблюдено, нет “выпадающих” объектов с точки зрения визуального представления.	Мультимедиа контент плохо проработан: картинки разных стилей.

Продолжение таблицы 1

Критерий	Название ЭОР		
	Начальная школа. Уроки Кирилла и Мефодия	LogicLike	Разумейкин
Отсутствие нагроможден-ности лишними визуальными объектами	Присутствует перегруз визуальной информацией. Слишком много декора, который сразу бросается в глаза и отвлекает от учебного процесса.	Нагроможденность визуальной информацией отсутствует.	Мультимедиа-контент плохо представлен с точки зрения доступности и понятности для детей: присутствует много лишней информации.
Использование разнообразных представления информации	Наличие текста, изображений, анимации и аудиоконтента.	Наличие текста, изображений, анимации и игрового формата. Есть указатели и подсказки, помогающие работать с ЭОР.	Наличие текста, изображений, анимации, видеозаписей и аудиоконтента.
Высокое качество мультимедиа контента	Слишком много отвлекающих деталей, препятствующих выполнению задания.	Используется мультимедиа контент высокого качества.	Мультимедиа контент не самого высокого качества.

Исходя из таблицы 1, можно сделать вывод, что ЭОР под названием “LogicLike” соответствует всем перечисленным ранее условиям для ЭОР, связанным с повышением качества образования. ЭОР “Разумейкин” имеет проблемы со шрифтами, нагроможденностью ресурса визуальной информацией и качеством мультимедийного контента. Электронный образовательный ресурс “Начальная школа. Уроки Кирилла и Мефодия” не соответствует всем условиям, кроме критерия, связанного с единством стиля используемой визуальной информации и формами представления информации.

Согласно исследованию, проводимому среди детей 11-13 лет, работа на ЭОР под названием “LogicLike” доставила меньше всего трудностей (Рис. 1). Из этого можно предположить, что соответствие ЭОР ключевым условиям повышения качества образования положительно сказывается на

восприятии ресурса обучающимися, что в дальнейшем способствует повышению качества образования.

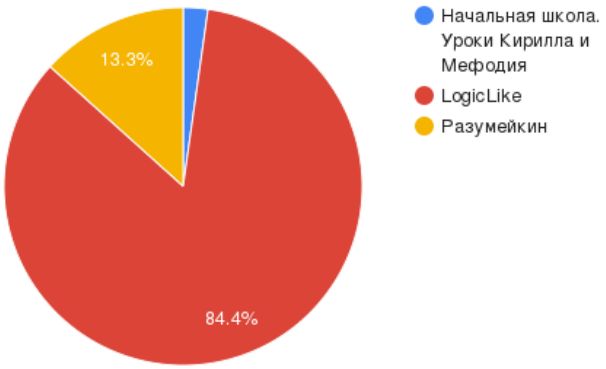


Рис. 1. Опрос детей 11-13 лет, нацеленный на выявление наиболее удобного ЭОР

Список используемых источников

1. Антонова Ирина Александровна, Струкова Виктория Геннадьевна Сравнительный анализ электронных образовательных ресурсов в области инженерного образования согласно эффективности использования инфокоммуникационных технологий // International scientific review. 2016. №8 (18). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-elektronnyh-obrazovatelnyh-resursov-v-oblasti-inzhenernogo-obrazovaniya-soglasno-effektivnosti-ispolzovaniya (дата обращения: 24.11.2020).

2. ГОСТ Р 52653—2006, статья 12, подраздел 3.2

3. Муцурова З. М. Сущность и классификация электронных образовательных ресурсов // МНКО. 2015. №2 (51). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-i-klassifikatsiya-elektronnyh-obrazovatelnyh-resursov (дата обращения: 20.11.2020).

4. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53620-2009 "Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. N 956-ст).

5. Строкова Тамара Александровна Качество образования: сущность и критерии мониторинговой оценки // Образование и наука. 2009. №4. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-obrazovaniya-suschnost-i-kriterii-monitoringovoy-otsenki (дата обращения: 20.11.2020).

УДК 332.145
ГРНТИ 06.61.53

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО БРЕНДИНГА ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИИ

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

Создание территориального бренда - это трудоемкий и затратный процесс, но имеющий свою эффективность. Поэтому нужна оценка эффективности внедрения территориального бренда для понимания целесообразности затрат и корректировки векторов развития. В статье проведен обзор существующих методик оценки эффективности территориального бренда, выявлены сферы воздействия территориального бренда и составлены характеристики определения эффективности для каждой из них. Результаты статьи могут быть использованы для дальнейших исследований и поиска проблем в этой области.

геобрендинт, развитие территорий, оценка эффективности,

Сегодня геобрендинг, или территориальный брендинг, является основным инструментом формирования, улучшения имиджа и экономического развития территорий по всему миру. С 2009 года на этот инструмент развития обратили внимание в России, и на сегодняшний день около 150 городов и регионов находятся на различных стадиях разработки собственного бренда. Многие проекты в этой сфере оказались провальными или так и не получили попытки внедрения. Есть лишь немногочисленные примеры таких российских территорий, как Пермь, Архангельская область, которые разработали и успешно внедрили концепцию территориального бренда. Немногочисленные исследования в этой области объясняют проблемы геобрендинга в России слабой изученностью темы, недостатком методологий брендирования в этой области, а также сложностями оценки эффективности брендинга территории. Данная статья написана с целью изучения существующих методик оценки эффективности территориального бренда и определения наиболее полного метода оценки для территорий России.

Создание благоприятного имиджа территории - это трудоемкий и затратный процесс. Отсюда следует важность оценки эффективности внедрения территориального бренда для понимания целесообразности затрат, а также корректировки векторов развития бренда.

Основываясь на концепции Саймона Анхольта можно утверждать, что «брендинг территорий – это стратегия повышения конкурентоспособности городов, областей, регионов, географических зон и государств с целью завоевания внешних рынков, привлечения инвесторов, туристов, новых жителей и квалифицированных мигрантов. Брендинг мест направлен на

преодоление дефицита материальных и нематериальных ресурсов в регионе». Следовательно, цель бренда это развитие и социальной, и экономической сферы существования территории.

На данный момент разработано несколько методик оценки стоимости бренда территории. Классическим на сегодня считается подход, выработанный в исследованиях Саймона Анхольта, которые используются в качестве базы для составления рейтингов, а именно:

1) Anholt-GfK Nation Brands Index («Индекс национальных брендов»)- аналитический рейтинг, оценивающий имидж и стоимость брендов различных стран мира. Национальные бренды оцениваются по шести позициям: экспорт; управление - через общественное мнение относительно уровня доверия государственной власти; культура и культурное наследие - оценка уровня современной культуры; люди - из-за репутации населения страны, образования, ментальных качеств; туризм; инвестиции и миграция [1].

2) Anholt-GfK City Brands Index («Индекс брендов городов»). Методология предполагает оценку городов по параметрам: международный статус, внешняя привлекательность города, возможности размещения и доступность общественных пространств, доброжелательность жителей, активность города, образовательные перспективы и перспективы бизнеса [1].

3) Метод украинского аналитика Владимира Саламатова предлагает анализ эффективности территориального управления современными политическими процессами с точки зрения внимания целевых групп. Состав: блок возможностей управления и блок результатов управления. В первом блоке пять критериев: лидерство, управление человеческими ресурсами, политика и стратегия, партнерство и ресурсы, процессы. Во втором блоке четыре – результаты, касающиеся персонала, потребителей, общества, основные деловые результаты организации бренда[2].

4) Российский профессор В. Н. Домнин считает, что с экономической точки зрения бренд – это нематериальный актив (НМА), то есть ресурс, нематериальный по своей природе, которым управляет юридическое лицо и от которого ожидается обеспечение экономического эффекта в будущем. Его метод оценки основывается на экономических расчетах: ожидаемых доходов от эффективного использования бренда территории, а так же на нахождении аналогичного по физическим, социальным, экономическим и другим характеристикам уже успешного территориального бренда и сравнении их ростовых показателей[3].

5) На основе результатов международных исследований и данных по различным странам и мировым городам формируются рейтинги. Их условно можно разделить на имиджевые или репутационные, базирующиеся на социологических опросах, мониторинге СМИ, и рейтинги «мягкой силы», учитывающие объективные и субъективные

факторы. Первая группа исследований решает задачу количественной и качественной оценки узнаваемости и привлекательности территории, т.е. измерения ее маркетинговых активов. Один из примеров, это рейтинг национальных брендов С. Анхольта. Исследования второй группы оценивают, насколько эффективно территория использует эти активы, влияет с их помощью на поведение целевых аудиторий, применительно к международной сфере – насколько эти активы работают в качестве «мягкой силы».

Как видно, ни одна методика оценки эффективности не охватывает все области оценивания, а показывает результаты только конкретного направления. Это вывод, который оставляет все еще открытым вопрос универсального метода оценивания.

И на данной стадии предлагается следующий метод оценивания: определить целевые показатели эффективности (метрики), далее использовать совокупность различных методик оценки, способных показать результат по конкретному показателю. В этом случае степень эффективности бренда будет отражена в разнице ожидаемых и реальных показателей и покажет, насколько приблизились к целевым показателям во время воплощения программы в жизнь.

Обобщая подходы к оценке эффективности брендинга территории, выделим три основных направления оценки влияния брендинга территории: социальное, коммуникации и экономическое, а также показатели эффективности для каждого вида. Эти показатели отражены в таблице 1. На их основе можно выстроить стратегические цели бренда и желаемые показатели, выбрать подходящие существующие оценки для расчета показателей и сделать сравнительный анализ полученных и ожидаемых результатов.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики определения эффективности для конкретного направления влияния территориального бренда

Направление	Показатели эффективности
Социальное	• относительная стоимость жизни (отношение к средней по выборке) • относительная стоимость одного дня пребывания (отношение к средней по выборке) • уровень вовлеченности населения (число волонтеров, участвующих в подготовке событий) • уровень вовлеченности местного бизнеса в городские события • соотношение рождаемости и смертности на территории • индекс прироста мигрантов численность и состав населения • число новорожденных • оценка качества жизни на территории и ее привлекательности

Коммуникации	• количество туристов • место территории в различных рейтингах, построенных на статистических данных • имидж территории • узнаваемость города (в цифровой среде и в стране\мире)
Экономическое	• затраты на брендинг территории на одного туриста • совокупные налоги от туризма • объем иностранных инвестиций • стоимость одного дня пребывания в городе • стоимость бренда города • стоимость потребительского капитала по видам стейкхолдеров (капитала горожан, локального бизнеса, инвесторов, туристов) • доходы от операций по лицензированию (франчайзинг бренда)

Так же в ходе работы было обнаружено отсутствие конкретной оценки туристического потока. Эти показатели выявляются из рейтинговых западных оценок. Поэтому для Российских территорий предлагается простая оценка (1) эффективности туристического потока для определения эффективности бренда в коммуникативном секторе относительно туристической привлекательности.

$$\text{СТП} = \frac{N}{NP} \qquad (1),$$

где СТП (сила туристического потока) - число туристов (посетителей) на одного жителя в год; измеряется в долях либо в разах в зависимости от числа туристов и может изменяться от 0 и до *n*; N – число туристов, может быть рассчитан как по общему числу туристов, так и с разделением на внутренних и внешних (иностранных) туристов; NP (number population)- численность населения территории.

Все описанное выше можно назвать комплексным методом оценки эффективности бренда территории. Этот подход адаптивен и контекстуален к определению конкретных показателей, включенных в метрику. Конкретный набор показателей должен отражать цели и стратегию брендинга, а также позволять субъекту управления оценивать результат его усилий. Конечный набор показателей, включенных в метрику, может постоянно меняться.

В результате выявленных метрик можно сформировать полноценный анализ эффективности бренда в выделенных трех сферах городского развития: социальной, коммуникативной и экономической, который позволит выделить сильные и слабые стороны бренда, скорректировать вектор развития в зависимости от поставленных целей и оценить эффективность затрачиваемых усилий на развитие территорий с помощью

бренда. Выделенные показатели охватывают различные целевые группы территориального бренда: инвесторов, местных жителей, туристов и администрацию (государственные интересы). Это так же позволяет оценить успех и привлекательность бренда в разных целевых группах.

Список используемых источников

1. Feinberg B.M., Zhao X. The Anholt—GfK Roper Nation Brands IndexSM: Navigating the Changing World. In: Go F.M., Govers R. [Электронный ресурс] // International Place Branding Yearbook, 2011. URL: https://doi.org/10.1057/9780230343320_6 (дата обращения: 12.11.2020)

2. Нагорняк Т.Л. Бренд-политика: технологии и методики оценки. PolitBook, 2013.

3. Домнин, В. Н. Брендинг : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Н. Домнин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 411 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). ISBN 978-5-534-02980-2. [электронный ресурс]// URL: https://urait.ru/bcode/433237 (дата обращения: 10.11.2020)

УДК 332.024
ГРНТИ 06.56.02

ЗНАЧИМОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО БРЕНДИРОВАНИЯ В РОССИИ

А.В. Гороховец, Т.В. Мусаева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Деловая конкуренция проявляется не только в продуктах или компаниях. На примере развития и продвижения компаний с помощью брендирования, города взяли идею создания собственного бренда. Цель данной статьи – показать результативность внедрения территориального брендинга для имиджевого и экономического развития территории, а так же выявить на основе сопоставления западного и отечественного опыта проблемы в формировании территориального брендинга в России для дальнейших работ и исследований в этой теме.

территориальный брендинг, проблемы территориального брендинга, городское развитие, экономическое развитие.

Глобализация и экономический кризис усилили конкуренцию между городами за привлечение капитала и человеческих ресурсов. На примере развития и продвижения компаний города взяли идею создания собственного бренда. Сфера брендинга в рамках городов/мест является достаточно молодой, однако на сказанном ранее можно извлечь вывод о том, что она является важной и перспективной на сегодняшний день, призванной решить вопросы капитализации и самостоятельного внутреннего и внешнего развития города. Использование территориального брендинга в России становится всё более частой практикой в связи с развитием коммуникативных процессов и растущей конкуренцией за привлечение жителей, рабочей силы и, в первую очередь, туристического и инвестиционного притока. На данную область в России обратили внимание приблизительно только в 2009 году и были уже предприняты попытки реализации этого направления развития в ряде городов. Однако, как видно за 12 лет не наблюдается большого прогресса и результатов в данной сфере, тогда как анализ заграничного опыта показывает активные результаты роста экономического потенциала города, а также городской сознательности жителей.

Основываясь на приведенном выше объяснении, цель данной статьи – выявить некоторые проблемы в формировании территориального брендинга в России.

Для достижения цели был проведен анализ опыта крупных городов разных стран, в которых было проведено территориальное брендирование, и результатом стало увеличение показателей туристического потока, экономического роста и улучшение имиджа. Ниже изложена краткая

выжимка из полученных результатов некоторых городов, имеющих наиболее выраженные результаты эффективности бренда.

Проведенный анализ мирового и российского опыта свидетельствует о том, что один из самых показательных примеров является Нью-Йорк. С 1977 года к 1978 благодаря привлечению инвестиций на создание брендинга, успешному слогану и логотипу а так же сформированной стратегии развития бренда город вышел из финансовой несостоятельности и плохой репутации в город с самой успешной туристической программой, увеличив за год прибыль с 500 млн. долларов до 1,6 млд. В 2007 году сделан ребрендинг айдентики бренда, что увеличило число туристов на 13% [1].

В 2004 году Амстердам подвергся ребрендингу для изменения и улучшения городской репутации города разврата, наркотиков и каналов. Результат разработанной стратегии бренда и логотипа можно описать цитатой администрации города из «Smithsonian Magazine»: «Число туристов растет, бизнес идет хорошо, и Амстердам снова укрепил свои позиции в пятерке лучших европейских городов на основе силы бренда и культурных активов».

Копенгаген с 1989 разработал территориальный бренд, прописав стратегию развития региона и характерную символику. Результат: выход из экономического состояния города из банкротства и в 2012 опередил Нью-Йорк.

Бренд северных территорий в Австралии «Tourism NT» создан в 2012 году с разработанной программой развития привлекательности северной территории для туризма и качества жизни. Результаты за три года с 2016 по 2019 гг: экономический рост, увеличение туристического потока и постоянных рабочих мест.

Барселона в 1992 использовала Олимпийские игры чтобы создать политическую и социальную поддержку для стремительных изменений. Поддержав в дальнейшем разработанный бренд, город увеличил свои экономические и социальные показатели.

Британский город Маргейт значительно повысил свою популярность, создав бренд традиционного морского курорта с современной культурой, переустроив жилой фонд, отели, создав новые достопримечательности. Для этого были проведены тщательные исследования жилищного фонда и рынка труда, потенциальных источников инвестирования, демографических трендов и. т.д., что привело к быстрым результатам.

Перейдем к рассмотрению Российсного опыта.

Попытки разработки городского бренда Санкт-Петербурга были начаты в 2006-ом году, но ни один из предложенных вариантов бренда доработан не был или не прижился среди населения.

Казань сделала быстрый старт в брендинге города, приурочив создание бренда к Универсиаде 2013 года. Для Казани был разработан слоган – «Тысячи миров Нового», как символ взаимосвязи различных культур и религий, соседствующих в городе. Однако после олимпиады продвижение бренда прекратилось, что привело к краху бренда.

В 2014 году проведение зимней Олимпиады дало импульс созданию бренда Сочи. Была модернизирована городская и туристическая инфраструктура, привлечены значительные финансовые, медийные и другие ресурсы. Но результат использования бренда аналогичен опыту Казани.

Есть и более положительные примеры. В 2009 году была разработана концепция «Пермь – культурная столица России» и логотип в виде буквы «П». По словам Павла Родькина, эксперт по визуальным коммуникациям: «Бренд Перми —один из первых образцов идентичности, основанных не на архаических или фольклорных образах, а ориентированный на современность.» Бренд приобрел постоянный, а не разовый характер и получил поддержку местной власти, однако результат работы только повышение узнаваемости города.

Самым показательным примером - бренд Архангельской области, разработанный в 2015 году. Для экономического роста была выбрана стратегия привлечения туристического потока. Результат работы выражен словами заместителя министра культуры Архангельской области по развитию туризма Светланы Зеновской: «Бренд позволил увеличить поток туристов в Каргопольский район на 17%, в Мезенский – на 15%. Бренд работает: количество туристов, в том числе иностранных, растет».

Около 150 росиийских городов пытались или пытаются создать свой бренд. Выше приведены примеры, которые наиболее показательно отражаю попытки и стратегии территориального брендинга в России. Как видно тема брендирования территорий нашла отклик в Российских реалиях у городских администраций. Однако из вышесказанного видно, что несмотря на попытки, есть только два примера с положительным результатом.

Основываясь на общепринятых основах территориального бренда и его структуре, созданных ведущими специалистами в области брендинга территорий Саймоном Анхольтом и Кейтом Динни, ознакомиться с которыми можно в книге Саймона Анхольта «Конкурентная идентичность: новый бренд-менеджмент для стран, городов и регионов» [2], а так же на определении брендинга территорий как комплексного подхода к развитию территорий и в результате проведенных исследований в России, были выявлены проблемы отрасли территориального брендирования

В отличие от западного опыта, где брендингу территорий уделяется повышенное внимание уже не просто как тренду, но и как действенному и эффективному способу развития территорий, российская практика

использования данного явления в силу некоторых особенностей сталкивается с рядом проблем, которые мешают развитию.

Во-первых, если говорить непосредственно о процессе разработки регионального бренда, то заказчики и разработчики региональных брендов не прорабатывают стратегию развития территории, учёт кризисных ситуаций, долгосрочное планирование по развитию бренда. Постановка целей, исходя из разобранных кейсов, заключается не в том, что регион может предложить общественности, чего он хочет добиться, какого уровня развития он хочет достичь, а сразу в том, какие целевые аудитории нужно привлечь. Так же некоторые регионы (Казань, Москва, Санкт-Петербург) акцентируют внимание на туристах, и не стремятся к привлечению жителей или улучшению условий уже существующего населения.

Во-вторых, существует непонимание роли графического дизайна в создании качественного фирменного стиля, что приводит к тому, что он воспринимается как декоративный элемент, а не как реальный атрибут бренда.

В-третьих, формирование имиджа бренда и выбор каналов его распространения. Мало какие существующие бренды находят отклик у населения, а ведь население является одним из главных носителей бренда и распространителей его имиджа. В качестве примеров продвижения территории с целью принятия его населением можно использовать показы городов в кино, проведение глобальных спортивных и тематических мероприятий, что поспособствует повышению государственного финансирования и улучшению условий жизни, но только в том случае, если репутация, а так же активность в продвижении бренда останется и после окончания этого мероприятия.

В-четвертых, региональный брендинг в России сталкивается с проблемой отсутствия налаженных систем взаимодействия государственных структур и частного сектора, из-за чего регион развивается параллельно по двум направлениям, одно из которых определяется государственной и административной политикой, а второе исходит из того, как частный бизнес настраивает свои производственные циклы. Такой подход к территориальному развитию приводит к двоякости и не может способствовать созданию бренда, развитие которого определялось бы консенсусом в стратегическом планировании обеих сторон.

В-пятых, это попытка скопировать западные бренды, что в корне противоречит главной идее об уникальности подхода в каждом конкретном случае.

На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что причинами распространенных проблем и неудачных попыток в реализации регионального бренда являются сложность определения объекта брендинга и непонимание сущности и целей территориального брендинга

заказчиками проекта. Это порождает основные трудности и проблемы в отрасли, такие как:

- замена комплексного проекта бренда разработкой логотипа или PR-программой;
- отсутствие вовлечения жителей в процесс брендинга;
- отсутствие или нехватка квалифицированных исполнителей проекта брендинга;
- отсутствие внедрения разработанных рекомендаций.

Стратегические действия по созданию бренда должна начинаться с постановки целей и понимания функций будущего бренда. У Пензенской и Омской областей существовала программа развития бренда, однако она не до конца отражала реальную ситуацию, что снизило эффективность воздействия бренда на желаемые целевые группы. В случае Пермской и Калужской областей основная задача бренда была минимизирована до создания единого фирменного стиля для повышения узнаваемости и поддержания положительного имиджа. К сожалению, в настоящий момент в России территориальным брендингом начинают заниматься только перед предстоящими событиями всероссийского или мирового масштаба. К примеру, Универсиада в Казани и Олимпиада в Сочи. Но как можно заметить, работа над улучшением брендинга сразу приостанавливается в связи с ненадобностью. Данный подход является совершенно не правильным. Разработка и поддержание бренда территории занимает длительное время, именно по этому нельзя останавливаться на достигнутом, а нужно и дальше продолжать достигнутое. Кроме того, бренд территории играет важную роль в формировании туристического облика территории, а приостановление работы над ним может погубить всю работу.

На последок можно задаться вопросом, всем ли городам и регионам нужен бренд, учитывая нынешние экономические реалии? В России давно говорят о необходимости национальной идеи. Хороший бренд способен стать полноценной идеологией для отдельно взятого города, которая поможет ответить на такие серьезные вопросы, как «зачем наш город существует в России и в мире?» и «чем я, житель этого города, отличаюсь от других?». Идеология имеет мощное влияние на многие направления жизни общества, поэтому изучение данной области, анализ существующих проблем и разработка алгоритмов и методик имеют большое значение для экономического, патриотического, нравственно развития страны на «молекулярном» уровне, то есть начиная с городов.

Список используемых источников:

1. M. Plumed Lasartedr, V. Tena Piazuelodr, C. Elboj Saso, The use of territorial brands to stand out as a tourist destination. [Электронный ресурс] // Academia, 2018 г.

URL: https://www.academia.edu/1039875/The_use_of_territorial_brands_to_stand_out_as_a_tourist_destination

2. Саймон Анхольт. Конкурентная идентичность: новый бренд-менеджмент для стран, городов и регионов. Palgrave Macmillan, 1-е издание. 2006. с. 34-45

3. Чернобровкина Н.И. Территориальный брендинг как способ формирования экономической идентичности в регионе // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 10А. С. 111-117.

4. С.А. Хатукай, Б.И. Хутыз, А.Р. Пшизова, Э.Б. Бабалян. Анализ теоретических подходов к формированию имиджа региона. Вестник АГУ, сер. «Экономика», 2018. Выпуск 3. 225 с. ISSN 2410-368

УДК 004.3
ГРНТИ 19.51.61

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗДАНИЙ

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

В работе рассмотрен феномен перехода рынка печатных изданий в цифровую среду, выделены причины, повлиявшие на необходимость такой трансформации, определены основные типы электронных журналов.

средства массовой информации, журнал, цифровые издания

За последние годы рынок печатных изданий заметно потерял позиции, особенно в сравнении с растущими продажами цифрового контента. Многие читатели уже не видят смысла в покупке физического журнала, выходящего раз в месяц: под рукой всегда есть смартфон или ноутбук, где тематическую информацию, статьи, новости и прочее можно достать буквально в несколько кликов и совершенно бесплатно. Общество вступило в эру быстрого потребления контента: мы хотим получать актуальную и разнообразную информацию “прямо здесь и сейчас”.

В таких условиях печатная периодика становится невыгодна как потребителям, так и самим издателям. Из-за снижения популярности среди покупателей снижается и количество рекламы в печатных СМИ: «… По данным компании Media Intelligence..., доля рекламных денег в российской прессе сократилась с 25% в 2008 году до 7% в 2015 году и до 5,47% в 2016 году.» [1] На трансформацию издательской отрасли влияют глобализация, обязующая государственные СМИ сближаться с мировой прессой, требования читателей к качеству контента, верстки и печати [2], быстрое переключение людей между источниками интереса (информация должна поступать быстро и являться актуальной), увеличение стоимости сырья и услуг, необходимых для выпуска печатной продукции, отношение общества к потреблению (все большее количество людей стремится к идеям повторного использования, сокращения количества “хлама”, экологичности жизни). Кроме того, возможности бумаги сильно уступают возможностям цифровых мультимедиа: видео, анимации, качеству фотографий, гиперссылкам и самому значимому - интерактивности. Интерактивность позволяет издательствам внедрять в свои продукты социальные взаимодействия, получать обратную связь, упрощать процесс навигации, эффективней работать с подачей информации.

Сильно повышается значимость мобильных устройств: «Из доклада международного сетевого агентства “ZenithOptimedia”, входящего в рекламно-коммуникационный холдинг “Publicis” (Франция), следует, что в

2018 году 24% всех медиа потреблялись с мобильных устройств, против 5% в 2011 году. В 2020 году этот показатель вырастет до 28%.» [3] Чтение статей через браузер или мобильные приложения становится привычным времяпровождением. По данным компании “Mediascope”, в 2020 году потребление медиа через мобильные устройства более чем в 20 раз превышает его потребление через печатные журналы.

Издательства проходят через процессы глобализации и цифровизации, чтобы сохранить свои позиции на рынке распространения информации. СМИ либо полностью вставляют макеты из печатного формата в цифровой, предлагая читателям PDF-файлы без какой-либо специальной адаптации, либо переносят их, подстраиваясь под новый формат. «Если мы говорим о переносе графического стиля издания в электронную среду, например, в планшетную версию, то этот перенос затрагивает и общую компоновку материалов, характерную для визуального стиля издания, и обложку, и служебные формообразующие элементы, т.е. колонцифру и колонтитул.» [4] На рисунке 1 представлен способ внедрения фотогалереи в цифровой журнал, предлагаемый компанией “Russian Intellectual Group”.

Рис. 1. Встраиваемая фото-галерея

Приложение “Zinio Reader” позволяет удобно просматривать журналы с разных устройств, быстро перемещаться по страницам, внедрять гиперссылки на сайты, упомянутые в тексте (рисунок 2).

Рис. 2. Приложение “Zinio Reader”

Еще одним типом перехода в цифровую среду, характерным для крупных издательств, будет являться полная смена формата: журналы и газеты становятся похожи на блоги или форумы: статьи выходят отдельно друг от друга с высокой периодичностью. Такой формат хорошо удерживает читателей и обеспечивает максимальную скорость публикации, и, как следствие - актуальность. Примером такого издательства может быть медиаплатформа “DTF”, выпускающая статьи на игровую тематику в России (рисунок 3). При таком формате возможно привлечение сторонних авторов к публикации своего контента.

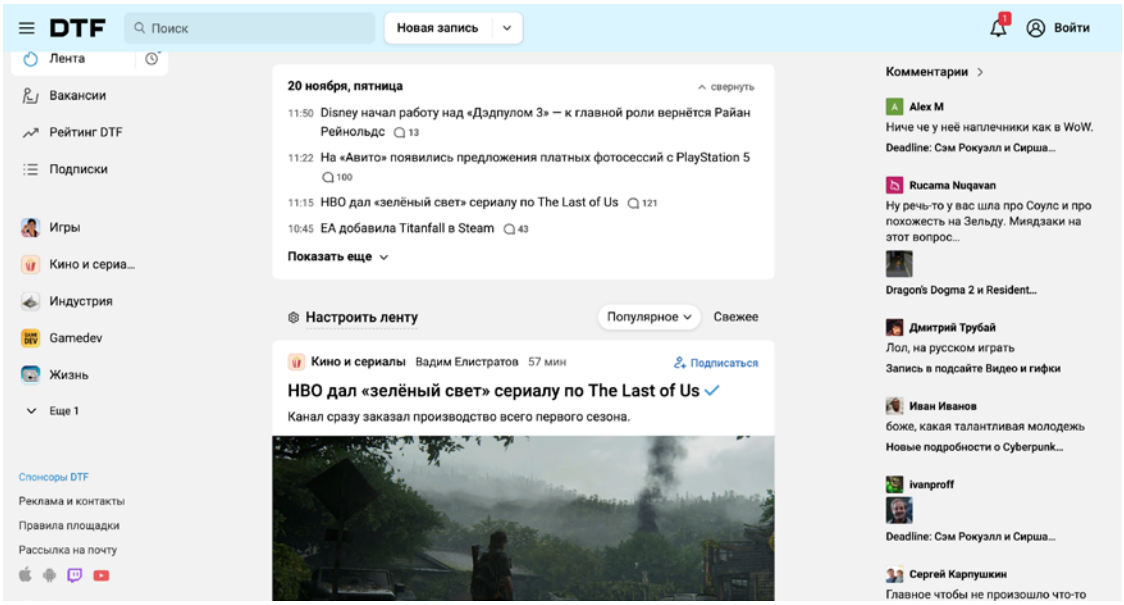


Рис. 3. Главный экран платформы “DTF”

Соединяя лучшие практики обеих платформ - печатных изданий и мультимедиа, распространяемых через сеть Интернет - можно создать новые паттерны просмотра медиаконтента. Пока что “бумажные” СМИ не уходят с рынка, но в будущем их смогут полностью заменить усовершенствованные и более современные цифровые платформы. Тенденции, описанные в данной статье, продолжат развиваться и сформируют новый облик издательской индустрии.

Список используемых источников

1. Роспечать: состояние и перспективы развития рынка прессы в России [Электронный ресурс] // adindex.ru : сетевое издание. 2017. URL: https://adindex.ru/publication/analitics/channels/2017/08/21/161820.phtml (дата обращения: 16.11.2020).

2. Митрофанова И., Коробов О. Печатные средства массовой информации в Волгоградской области: тенденции и перспективы развития, 2010. С. 56-63.

3. Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, Управление периодической печати, книгоиздания и полиграфии. Российская периодическая печать. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад, 2019. Ред. Григорьев В. С. 7-9.

4. Бирюков В. Визуальные и структурные признаки периодических изданий и особенности их переноса в цифровую среду // Московская государственная художественно-промышленная академия им. С.Г. Строганова (Москва) : 2013. С. 300-308.

УДК 004
ГРНТИ 14.85

АНАЛИЗ ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАМ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

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

В статье исследуются интерактивные интернет-платформы, которые позволяют перевести обучение детей инженерно-техническим дисциплинам в инновационный формат. Выявляются позитивные и негативные стороны каждого из ресурсов, а также производится из непосредственное сравнение.

интернет-платформа, образование, образовательные материалы, интерактивные ресурсы

Сегодня в системе образования актуализируются новые потребности во внедрении инновационных обучающих материалов, которые должны отвечать не только высокому познавательному уровню, но также затрагивать вопрос современной подачи указанных материалов для повышения мотивации детей к получению новых знаний, умений и навыков и перехода от классической образовательной системы к информационно-технологической. Для достижения рассматриваемого результата необходимо добавить в существующую систему обучающие материалы, включающие в себя интерактивный аспект.

На рынке программных продуктов существует большое количество платформ, которые могут являться дополнением к изучаемому материалу, а также создать возможность к практическому подкреплению и апробации полученных знаний без реальных физических объектов. Использование интерактивных материалов позволяет [1]:

1) повысить мотивацию и познавательную активность обучающихся;
2) интенсифицировать процесс отработки нового материала;
3) регулировать объем и скорость выполнения заданий, что способствует более качественному усвоению учебного материала;
4) провести контроль в игровой форме, сделав его незаметным для учеников, что помогает создать благоприятную психологическую обстановку на уроке;
5) обеспечить регулярную обратную связь и объективную развернутую оценку их деятельности.

Исследование современных источников информации позволяет выделить несколько наиболее популярных и часто используемых интерактивных интернет-платформ в обучении дисциплинам инженерно-технической направленности. К ним относятся: Autodesk TincerCad, Scretch, Circuit Simulator, Ковардс и Learning Apps.

Однако при анализе источников было выявлено, что вне рассмотрения остается подробный разбор и оценка возможного использования каждой из вышеназванных платформ в процесс деятельности образовательных учреждений. В связи с чем в данной статье будут рассмотрены каждый из ресурсов, проведено сравнение и даны рекомендации по внедрению, что в свою очередь представляет высокий интерес с научной точки зрения для образовательной системы Российской Федерации.

Первым из ресурсов будет рассмотрена интернет-платформа Autodesk TincerCad, разработанная Каем Бекманом и Микко Мононенон, а в 2013 году ушедшая в собственность компании Autodesk.

TinkerCAD [2] — это online-сервис и среда моделирования для работы с 3D объектами, электронными схемами и кодами. Данный сервис нацелен не на конкретное направление, например, 3D-моделирование, а включает в себя комплекс различных учебных задач. Обучающиеся могут попробовать себя в проектировании и моделировании объектов, поработать с электроникой, собрать свое собственное устройство, а также запрограммировать его. То есть TincerCad позволяет пользователю пройти полный путь создания электронного девайса в онлайн формате.

Отличительными особенностями платформы TincerCad от подобных ресурсов являются открытость, бесплатный доступ, богатые функциональные возможности редактора. Также поддерживается групповая работа, в которую входит возможность создания собственного класса, в который каждый педагог может добавить своих учеников, отправлять им задания и оценивать готовые работы. Ученикам одного класса предоставлена возможность обмена готовыми результатами. Также большим плюсом программы является интеграция с популярными каталогами 3D-моделей и системами удаленной 3D-печати, что позволяет не производить лишние действия при сохранении готовых работ и переноса их для печати на 3D-принтер, а дает возможность дистанционно поставить на печать.

Еще одним положительным моментом является то, что интерфейс приложения user friendly и интуитивно понятен, что позволяет как педагогу, так и ученику не тратить время на долгое изучение платформы, а приступать к непосредственной работе.

Единственным минусом ресурса является то, что многие задачи сильно упрощены по сравнению с оффлайн программами, отвечающими за подобные действия. Например, процесс 3D-моделирования на данной платформе состоит уже из готовых фигур и имеет намного меньшую

функциональность и возможность корректировки объектов, чем Компас 3D или Inventor. А процесс программирования охватывает только элементарные коды.

В качестве второго блока платформ рассмотрим два подобные друг другу ресурса: «Scretch» [3] и «Ковардс» [4]. Обе программы направлены на изучение процесса программирования при помощи игровой составляющей, которая позволяет заинтересовать обучающихся, а также представить достигнутый результат в интерактивном виде. «Scretch» и «Ковардс» также имеют понятный интерфейс и русскоязычную версию.

Основным отличием рассматриваемых платформ является то, что «Scretch» дает большие возможности [5]. Такие как: бесплатный доступ ко всем заданиям, создание мультфильмов и игр, возможность обмена готовыми работами с другими участниками онлайн-сообщества. «Ковардс», в свою очередь, дает бесплатный доступ только на несколько занятий и нацелен только конкретно на программирование.

Четвертым образовательным ресурсом, рассматриваемым в статье, является Circuit Simulator. Это симулятор электронных схем. Программа позволяет визуализировать электрические явления в электронных цепях, давая ощущение игры с реальными компонентами. Она предлагается к использованию в исключительно образовательных целях для изучения работы электрических цепей и их элементов [6]. В качестве главной положительной черты платформы можно отметить то, что графическое обозначение всех радиодеталей, используемых при работе со схемами, общепринято и корректно, что закладывает у обучающихся верные понятия в данной сфере. Также эта платформа, как и ранее рассматриваемый TincerCad, позволяет работать онлайн с прототипом реальной схемы, что дает возможность понизить ущерб для физических электронных компонентов, которые в связи с нехваткой необходимого навыка часто «сгорают». Минус заключается в том, что рассматриваемая платформа не переведена на русский язык, что утяжеляет рабочий процесс, а также имеет сложный и не привлекательный интерфейс.

Последний ресурс для обучения в интерактивном формате, который будет рассмотрен в статье, это LearningApps [7]. Это сайт для поддержки обучения и преподавания с помощью небольших общедоступных интерактивных модулей. Данные упражнения создаются онлайн и в дальнейшем могут быть использованы в образовательном процессе. Для создания таких упражнений на сайте предлагается несколько шаблонов, в которые педагог может внести как свою информацию, необходимую для курса, так и воспользоваться уже готовой. Данные упражнения не являются законченными учебными единицами и должны быть интегрированы в сценарий обучения. Преимущество ресурса в том, что она охватывает не определенную область знаний, а дает возможность проработать все области.

В ходе анализа интернет-платформ было проведено исследование, заключающееся во внедрении рассматриваемых выше ресурсов в образовательный процесс детского технопарка «Кванториум» г. Всеволожск. После чего был проведен анкетирование обучающихся данного образовательного учреждения, которые также входят в возрастную категорию школьников среднего и старшего школьного возраста.

Результаты проведенного опроса показали следующее:

1) 95% школьников отметили повышение интереса к образовательному процессу, а также положительную динамику в запоминаемости информации после внедрения данных ресурсов
2) 70% анкетируемых ответили, что в качестве наиболее удобной в использовании платформы для работы со схемотехникой они могут выделить «Autodesk TincerCad»
3) 85% обучающихся отметили, что платформа «Scretch» имеет очень простой и понятный интерфейс, а также помогает в легкой форме понять процесс программирования
4) Программы «Circuit Simulator» и «Learning Apps» оказались сложными для большинства опрошенных, также их оттолкнул недружественный интерфейс, который утяжелял процесс восприятия материала
5) Большинством опрошенных в качестве лучшей платформы, совмещающей в себе, удобство пользования, качество и понятность информации, грамотно оформленный интерфейс и количество функциональных возможностей, был выбран «Autodesk TincerCad»

Таким образом, можно сделать вывод, что вопрос внедрения интерактивных обучающих материалов в образовательный процесс имеет множество вариантов решения, которые заключаются в использовании существующих интернет-платформ, которые были проанализированы в статье.

Список используемых источников

1. Коняшина Е. Е., Мали Р. В. Аспекты применения мультимедийных учебных пособий в образовательной деятельности // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы: сб. науч. ст. ежегод. – с. 107
2. Autodesk Tinkercad [Электронный ресурс] – URL: https://www.tinkercad.com/ (Дата обращения 10.11.2020)
3. Scratch [Электронный ресурс] – URL: https://scratch.mit.edu/ (Дата обращения 12.11.2020)
4. Ковардс [Электронный ресурс] – URL: https://codewards.ru/ (Дата обращения 12.11.2020)
5. Голиков Д.В. Программирование на Scratch. 2014. - 295 с.
6. Circuit Simulator Applet [Электронный ресурс] – URL: https://falstad.com/circuit/ (Дата обращения 13.11.2020)
7. LearningApps [Электронный ресурс] – URL: https://learningapps.org/ (Дата обращения 13.11.2020)

УДК 004.891.3
ГРНТИ 28.23.35

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНТЕНТА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ШКАЛЫ АЛЬВАРАДО

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

Экспертные системы (ЭС) появились в результате развития систем с искусственным интеллектом. Решение задач с помощью логического вывода возможно, только если база знаний ЭС содержит высококачественные знания о предметной области, тогда механизм логического вывода будет содержать информацию о том, как эти знания эффективно использовать. Целью настоящего исследования явилась оценка шкалы Альварадо и создание контента для экспертной системы в комплексной диагностике острого аппендицита.

острый аппендицит, шкала Альварадо, экспертная система.

Первые экспертные системы появились в мире в 60-х годах XX века. Эти разработки не потеряли своей актуальности и в настоящее время, проявляется большой интерес к экспертным системам во всех областях современной науки и человеческой деятельности. Экспертные системы используются для решения различного рода задач в самых различных проблемных областях, таких как нефтегазовая промышленность, финансы, энергетика, транспорт, фармацевтическое производство, космос, химия, образование, телекоммуникации и связь и др. С другой стороны, вся эта деятельность ограничена недостаточным развитием этих систем.

В информатике экспертные системы рассматриваются вместе с базами знаний как модели экспертного поведения в определенной области знаний с использованием процедур вывода и принятия решений, а базы знаний рассматриваются как совокупность фактов и правил вывода в выбранной предметной области деятельности [1].

Под экспертными системами понимаются сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультирования менее квалифицированных пользователей [2].

Области применения систем, основанных на знаниях, очень разнообразны: бизнес, производство, военное применение, медицина, социология, геология, космос, сельское хозяйство, менеджмент, юриспруденция и др.

Системы, основанные на знаниях – это программные системы, основными структурными элементами которых являются база знаний и механизм вывода. Среди таких систем можно выделить:

– интеллектуальные информационно-поисковые системы;
– экспертные системы (ЭС).

Базовая структура экспертной системы приведена на рисунке (рис. 1).

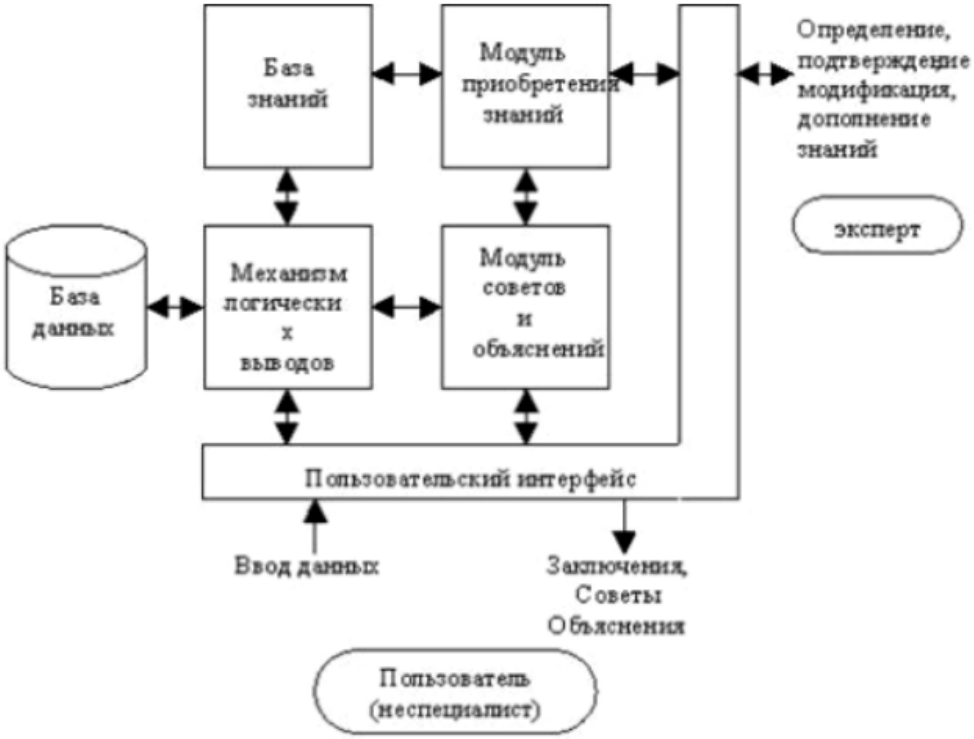


Рис. 1 – Структура экспертной системы

Структурные элементы, входящие в состав экспертной системы, выполняют следующие функции:

– база знаний (БЗ), содержащая факты и правила, согласно которым в зависимости от входной информации принимается то или иное решение. Знания в базе знаний представлены в определенной форме, а организация базы знаний позволяет легко определять, модифицировать и пополнять ее. База знаний реализует функции представления знаний в конкретной предметной области и управления ими;

– механизм вывода осуществляет логические выводы, основанные на знаниях, имеющихся в базе знаний. Механизм вывода – это общие знания о процессе нахождения решения. Он выполняет две основные функции:

1) дополнение, модификация базы знаний на основе анализа базы знаний и исходной информации;

2) Управление порядком обработки правил в базе знаний.

Существуют две основные стратегии вывода:

1. Прямая линия рассуждения.

2. Обратная линия рассуждений [3].

– пользовательский интерфейс необходим для правильной передачи ответов пользователю, иначе пользоваться системой крайне неудобно;

– модуль получения знаний необходим для получения знаний от эксперта, поддержки базы знаний и дополнения ее при необходимости;

– модуль ответов и пояснений формирует заключение экспертной системы и представляет различные комментарии, прилагаемые к заключению, а также объясняет причины заключения.

Перечисленные структурные элементы являются наиболее характерными, хотя в реальных экспертных системах их функции могут быть соответственно усилены или расширены.

В общем случае все системы, основанные на знаниях, можно подразделить на системы, решающие задачи анализа, и системы, решающие задачи синтеза.

Для создания экспертной системы было обследовано 60 пациентов в возрасте от 18 лет до 75 лет, поступивших с подозрением на острый аппендицит. Среди обследованных пациентов мужчин было 36, женщин 24. Средний возраст составил 32±2,5года. Скорая медицинская помощь доставила в стационар 42 (70 %) пациента, 14 (23,3 %) – по направлению из поликлиники, 4 (6,7 %)– поступили по самообращению в приемное отделение. Причиной позднего обращения в 48 (80%) случаев явились попытки пациентов проводить самолечение анальгетиками и спазмолитиками на дому, а также поздний вызов скорой помощи с момента возникновения болевого синдрома.

Все пациенты были разделены на 2 группы. В первую клиническую группу вошли 33 (55,0%) пациента, которые поступили с клиникой острого аппендицита и были оперированы по поводу ОА. В группу контроля были включены 27 (45,0%) пациентов, которые поступили в клинику с подозрением на острый аппендицит для динамического наблюдения.

Сформировав ступенчатый алгоритм диагностики компрессионного синдрома, разработали способ оценки результатов диагностического этапа. Результат, выявленный при обследовании пациента на каждом уровне, коррелировал с «бальным» выражением силы исследуемого признака. Так 0 баллов отражал отсутствие положительного результата в ходе исследования, 1 балл – незначительную выраженность признака, 2 балла – умеренную и 3 балла соответствовали выраженным проявлениям признака [4].

Шкала оценки тяжести и количественное распределение больных с соответствующей степенью компрессионного синдрома представлена в таблице 1.

Таблица 1. Шкала стратификации тяжести компрессионного синдрома

Степень тяжести	Количество баллов	Количество больных чел./%
I степень – «пограничная»	0–3	106 (16,3 %)
II степень – легкая	4–5	117 (18,0 %)
III степень – средней тяжести	6–15	262 (40,3 %)
IV степень – тяжелая	16–20	165 (25,4 %)

Применение калькулятора Альварадо для стратификации риска острого аппендицита может быть очень полезно в отделениях неотложной помощи и в учреждениях первичной медико-санитарной помощи, особенно в странах с низким уровнем ресурсов, для исключения диагноза и распределения пациентов.

Особенности показателя Альварадо показаны в таблице 2.

Таблица 2. Шкала Альварадо

Показатель Альварадо	
Особенности показателя	Балл
Миграция боли	1
Отсутствие аппетита	1
Тошнота	1
Болезненность в правом нижнем квадранте	2
Иррадиирущая боль	1
Повышение температуры тела	1
Лейкоцитоз	2
Сдвиг лейкоцитарной формулы влево	1
Всего	10

Во время создания контента экспертной системы была изучена точность установления диагноза «острый аппендицит» путем анализа

массива данных, включавших 42 исследования, полученных из различных электронных баз данных. Оценена диагностическая точность шкалы Альварадо и ее калибровочные значения: низкого (1–4 балла), промежуточного (5–6 баллов) и высокого (7–10 баллов) уровней риска развития острого аппендицита.

В заключение стоит отметить, что на сегодняшний день создано уже большое количество экспертных систем, которые имеют одно большое отличие от других систем искусственного интеллекта: они не предназначены для решения каких-либо универсальных задач. Они предназначены для качественного решения задач в определенной разработчиками области, в редких случаях – областях. И несмотря на все ограничения и недостатки, экспертные системы уже доказали всю свою ценность и значимость во многих важных приложениях.

Список использованных источников

1. Экспертные системы [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная библиотека. URL: http://ru. wikipedia.org/wiki/экспертные системы. (дата обращения: 15.11.2020)

2. Экспертные системы [Электронный ресурс]. URL: http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/ekspertniesistemi. (дата обращения: 15.11.2020)

3. Коробова И. Л. Методы представления знаний : метод. указ. / сост. И. Л. Коробова. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 24 с.

4. Стратификация тяжести компрессионного синдрома у больных зобом / Пиксин И.Н., Давыдкин В. И., Вилков А. В., Голубев А. Г., Пряников И. Р.

УДК 004.514
ГРНТИ 20.15.05

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ДОСТУПНЫХ ВЕБ-РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

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

Статья посвящена выявлению недостатков современных веб-сайтов. В статье содержится обоснование необходимости разработки методики формирования доступных веб-ресурсов для различных категорий пользователей. На основе изученных недостатков предложены рекомендации по созданию веб-сайтов. В статье уделяется внимание веб-сайтам, обладающим широкой аудиторией, которые должны учитывать требования к современным веб-ресурсам и возможности своей целевой аудитории. Обозначена цель и задачи будущего исследования.

веб-ресурс, интерфейс, доступность, адаптивность, требования к разработке, пользователи с ограниченными возможностями.

В современном мире каждая крупная компания или организация имеет собственный веб-сайт, который позволяет пользователю совершать различные действия: узнавать информацию о компании и стоимость ее услуг, оставлять заявку, совершать покупку, записываться на прием, получать онлайн-консультацию, узнавать последние новости и многое другое [1]. Но, к сожалению, не смотря на такой большой прогресс в развитии технологий значительное количество веб-ресурсов соответствует лишь минимальным требованиям к интерфейсу веб-сайта, с помощью которого пользователь взаимодействует с системой. В связи со сложившейся ситуацией в мире большинство услуг предоставляется в онлайн-формате, поэтому любой веб-сайт должен ориентироваться на каждого пользователя, что в настоящее время реализовано в недостаточной степени [2]. Для устранения этой проблемы необходимо изучить недочеты современных веб-ресурсов, рассчитанных на широкую аудиторию, и выделить общие требования, которые следует обязательно учитывать при создании доступного для большинства пользователей веб-сайта.

Самое первое, что необходимо принять во внимание – это обеспечение людей с ограниченными возможностями. С 15 мая 2020 года вступил в силу новый государственный стандарт, который определяет требования доступности для веб-ресурсов и других цифровых ресурсов для людей, имеющих «нарушение зрения, нарушение слуха, нарушение опорно-двигательного аппарата, нарушение речи, нарушение ментальной сферы, трудности в обучении и неврологические нарушения» [3]. На сегодняшний день далеко не все веб-ресурсы содержат версию для

слабовидящих. По данным Всемирной организации здравоохранения от 8 октября 2019 года в мире насчитывается не менее 2,2 миллиардов случаев нарушения зрения или слепоты [4]. Население земли составляет около 7,8 миллиардов человек, а значит доля людей с нарушением зрения составляет 28,2% всего населения [5]. Следовательно, современный веб-сайт должен обязательно содержать, как минимум версию для слабовидящих согласно ГОСТ Р 52872-2012 "Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению". Необходимо также учитывать новые требования доступности веб-ресурсов для людей с различными заболеваниями.

По данным ВОЗ 65 миллионов человек страдают слепотой [4]. Из-за недоступности большинства современных веб-ресурсов пользователи, страдающие данным недугом, не могут воспользоваться сайтом, например, для совершения записи к врачу или заказа продуктов на дом. В настоящее время наиболее актуально становится использование голосовых интерфейсов, поэтому сейчас самое время использовать данный функционал для веб-сайтов, чтобы невидящие пользователи смогли использовать голосовые команды для различных действий на сайте [6].

Не стоит забывать о людях зрелого (45лет - 59 лет) и пожилого возраста (60 лет -74 года), которым не всегда легко дается использование современных технологий, а количество сетевых пользователей данной возрастной категории с каждым годом быстрее растет [7, 8]. Поэтому при разработке веб-ресурса, рассчитанного на широкую аудиторию, необходимо обеспечить создание максимально простого в освоении и интуитивного понятного интерфейса. Для этого требуется избавиться от лишних блоков или экранов, которые отдаляют или отвлекают пользователя от главной цели.

Согласно представленной Statcounter статистике использования Интернета на 2020 год около 53% запросов осуществляется с мобильных устройств, что оговорит о том, что больше половины пользователей предпочитают выходить в Интернет со своих смартфонов, нежели с персональных компьютеров или ноутбуков [9]. Сегодня почти все веб-сайты имеют мобильную версию, но проблема в том, что чаще всего это просто уменьшенные блоки десктопной версии, которые при различных размерах экранов могут накладываться друг на друга или некорректно отображать информацию (большие отступы, слишком много текста на маленьком экране и др.). Популярные поисковые системы обязательно учитывают, насколько сайт адаптивен под мобильные устройства, от этого зависит позиция веб-ресурса в рейтинге результатов поиска [10]. Поэтому задача разработки мобильной версии вместе с десктопной является наиболее актуальной.

Учитывая все выше сказанное, можно заключить, что для создания доступного и адаптивного веб-ресурса необходимо учитывать общие рекомендации:

1) следовать требованиям ГОСТ о доступности веб-ресурсов для людей с различными заболеваниями;

2) обеспечить пользователя простым и интуитивного понятным интерфейсом;

3) уделить особое внимание мобильной версии веб-сайта.

Благодаря созданию адаптивного и доступного веб-ресурса увеличится целевая аудитория сайта. Сервисам по предоставлению платных услуг рост числа пользователей повлечет за собой увеличение прибыли. А государственным веб-сайтам (госуслуги, порталы для записи к врачу и др.) большое количество пользователей поможет развитию инфраструктуры.

Описанные выше недостатки сайтов являются лишь меньшей частью проблемы современных веб-ресурсов. Поэтому необходимо полное исследование данной темы. Для реализации этого исследования сформируем цель и задачи.

Целью планируемого исследования является создание методики формирования доступных веб-ресурсов для различных категорий пользователей. Для достижения поставленной цели в ходе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

1) исследовать различные категории веб-ресурсов и проанализировать целевую аудиторию;
2) выделить основные критерии доступности для каждой категории веб-сайтов;
3) сформировать требования к проектированию доступного веб-ресурса и продемонстрировать на примере.

В качестве объекта исследования выступают современные веб-ресурсы, обладающие широкой аудиторией. Предмет исследования – средство взаимодействия пользователя с системой.

В заключении следует сделать вывод, что на основе изученных недостатков выделены некоторые рекомендации, которые помогут сделать веб-сайт более доступным и адаптивным. Представленная информация в данной статье послужила началом для дальнейшего исследования, целью которого является создание методики формирования доступных веб-ресурсов для различных категорий пользователей.

Список использованных источников

1. Куценко В. С. Почему у каждой компании должен быть сайт? [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://stockshablonov.com/2019/11/15/u-kazhdoj-kompanii-dolzhen-byt-sajt-u-ka/ (Дата обращения: 10.11.20).

2. Are text-only web pages an accessible alternative? // AccesssComputing [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://www.washington.edu/accesscomputing/are-text-only-web-pages-accessible-alternative (Дата обращения: 10.11.20).

3. Вступил в силу новый ГОСТ для цифровых ресурсов: все платформы должны быть доступны для инвалидов // Хабр Реабилитационная индустрия России [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://habr.com/ru/company/russian_rehab_industry/blog/502248/ (Дата обращения: 11.11.20).

4. ВОЗ публикует первый Всемирный доклад о проблемах зрения // Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://www.who.int/ru/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision (Дата обращения: 11.11.20).

5. Население Земли // countrymeters [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://countrymeters.info/ru/World (Дата обращения: 14.11.20).

6. Зачем бренды тратят миллионы на голосовые интерфейсы // IF Инвест-Фортсайт [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://www.if24.ru/zachem-brendy-tratyat-milliony-na-golosovye-interfejsy/ (Дата обращения: 12.11.20).

7. Какой возраст считается пожилым? // ПРЕМЬЕР [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://premier.region35.ru/answerquestion/kakoy-vozrast-schitaetsya-pozhilym (Дата обращения: 10.11.20).

8. Интернет на долгие годы // РКБСТИЛЬ ПРЕМЬЕР [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://runet.rbc.ru/materials/internet-na-dolgie-gody/ (Дата обращения: 12.11.20).

9. Вся статистика интернета на 2020 год — цифры и тренды в мире и в России // WebCanape [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/ (Дата обращения: 14.11.20).

10. Что такое адаптивный дизайн, и почему адаптивная верстка сайта дороже? // vc.ru [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: https://vc.ru/design/166963-chto-takoe-adaptivnyy-dizayn-i-pochemu-adaptivnaya-verstka-sayta-dorozhe (Дата обращения: 14.11.20).

УДК 659.1
ГРНТИ 19.01.29

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ В РЕКЛАМЕ

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

В статье рассмотрены оптические иллюзии в рекламе и рекламных сообщениях. Представлено исследование, которое позволяет выяснить восприятие людьми оптических иллюзий. Актуальность данного исследования состоит в том, что оптические иллюзии чаще стали появляться в сфере рекламы и существует необходимость в выяснении природы иллюзий для дальнейшего практического применения.

цвет, иллюзия, оптическая иллюзия, реклама, восприятие, дизайн.

При помощи зрения можно получить более 80% данных об окружающем мире. Каждый человек с самого момента рождения уверен в том, что всё увиденное им такое же, как и в действительности, но в отдельных случаях не всегда так, ведь привычное нами восприятие может казаться некой иллюзией. Человеческие глаза, как и его мозг можно перехитрить. Ещё ни одна зрительная иллюзия не имеет полного объяснения, а некоторые иллюзии даже не находят объяснения и на сегодняшний день.

Выделяются три главных фактора формирования иллюзий: глаза улавливают идущий свет от предмета и в мозгу возникает неверная информация; ложное восприятие может наблюдаться из-за ошибки в передаче сигналов информации по нервам, что может вызвать сбои; мозг не всегда правильно воспринимает сигналы, на которые реагирует.

Итальянский психолог Понцо М. один из первых среди исследователей в начале XX века показал обществу, что на восприятие размеров объектов имеют влияние не только смежные предметы, но и глубина фона. Иллюзия Понцо имеет простой вид – между двумя наклонными линиями расположены две одинаковые горизонтальные линии, при этом одна из них воспринимается, как более длинная [1].

Оптические иллюзии старались отразить даже художники в своих картинах. Сальвадор Дали в таких работах как «Дон Кихот или лица» (рис.1а) и «Балерина или череп» (рис.1б) использовал иллюзии. Современный художник Дональд Руст также использует иллюзии в своих работах (рис.1в) [2].

а) б) в)

Рис. 1 Дон Кихот или лица (а), Балерина или череп (б), Картина Дональда Руста (в)

В настоящее время оптические иллюзии встречаются довольно часто не только в окружающей нас природе, но и в различных рекламах, таких как Макдональдс, Амазон. Реклама позволяет пробудить внимание, вызвать интерес и желание, она целенаправленно влияет на поведение человека [3].

Целью исследования является рассмотрение оптических иллюзий в рекламе.

Задачи исследования: ознакомиться с наукой, изучающей оптические иллюзии и провести исследование на выявление отношения к оптическим иллюзиям в формате анкетирования.

Объектом исследования являются оптические иллюзии в рекламе. Предметом исследования является использование оптических иллюзий в рекламе.

Данное исследование актуально, т.к. оптическая иллюзия наблюдается в рекламе довольно часто и существует необходимость в выяснении природы иллюзий для дальнейшего практического применения.

Методы исследования: анализ, сбор и поиск информации, сравнение, анкетирование.

Психологи, изучая оптические иллюзии считают, что 60% успеха зависит от цветового восприятия, что в некотором смысле формирует человеческие эмоции [4]. Исследованием занимались такие психологи, как Акиеши Китаока (при рассмотрении его работы «Невероятные змеи» (рис.2а), круги начинают медленно проворачиваться), Роберт Шепард (опубликовал более 30 работ о человеческом восприятии) (рис.2б), Герман Эббингауз (предложил иллюзию о восприятии относительных размеров, при просмотре его работы видно, что оранжевые круги разного размера, на самом деле они одинаковые) (рис.2в), Джеймс Фрейзер (первый исследовал визуальный эффект, который называется «ложная спираль», в действительности спираль состоит из окружностей (рис.2г)), Лидимар Герман открыл оптический обман, влияющий на восприятие человека (глаз уже не обладает способностью увидеть полную картину и воспринимает то, чего нет на самом деле из-за раздражение соседних рецепторов в сетчатке (рис.2д)).

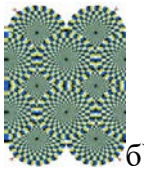
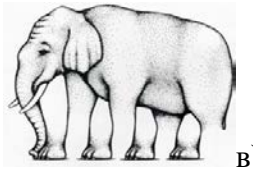
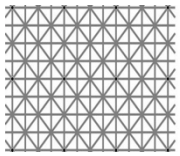
а)  б)  в) г) д) 

Рис. 2 «Вращающиеся змеи» (а), Иллюзии Роберта Шепарда (б), Круги Титченера (в), Спираль Фрейзера (г), Сетка Германа (д)

В рекламе используют иллюзии в качестве средства привлечения внимания. Рассмотрим несколько примеров [5]:

1. Выравнивание треугольника по центру тяжести (рис.3а). Если поместить точку в центре равностороннего треугольника, то будет ощущение, что она не на своём месте.

а) б)

Рис. 3 Выравнивание треугольников (а), вертикально-горизонтальная иллюзия (б)

2. Вертикально-горизонтальная иллюзия (рис.3б), в квадрате кажется, что вертикальные стороны длиннее горизонтальных, а в действительности это идеальный квадрат.

Для того, чтобы провести исследование на выявление оптических восприятий, необходимо сделать выборку участников, были выбраны 25 студентов: 15 студентов 1 курса (17-22 лет), 10 студентов 4 курса (23-26 лет) из университета СПбГУТ. Они выбраны с таким условием, чтобы проследить динамику изменения восприятия студентов, которые только поступили в университет, и те, кто уже заканчивает его. Для этого выбрана форма анкетирования (рис.4).

Рис. 4 Вопросы для анкетирования

Проанализируем результаты анкетирования и представим полученные результаты в виде диаграммы (рис.5).

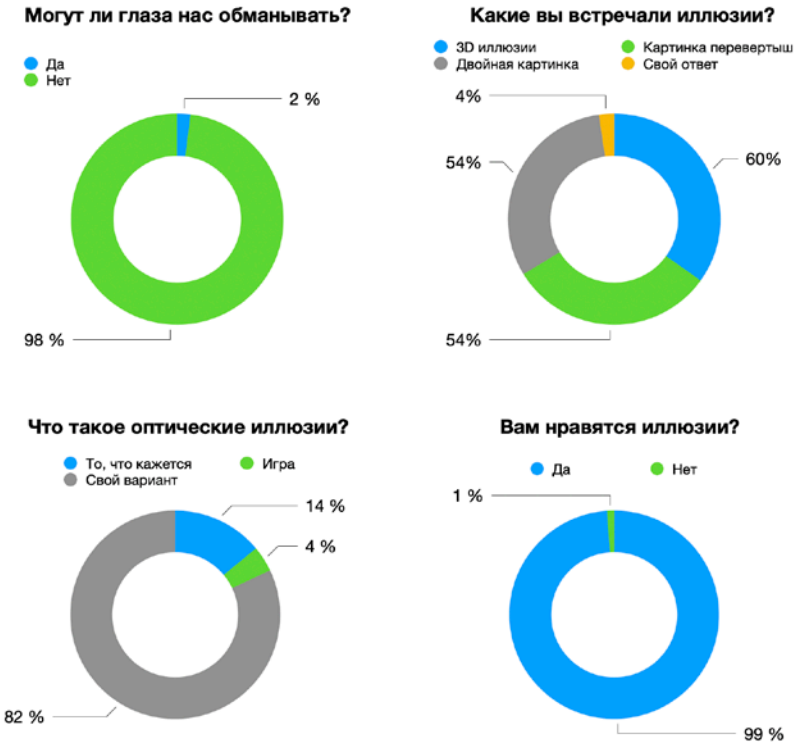


Рис. 5 Результаты анкетирования

Для того, чтобы увидеть, насколько воспринимаемы оптические иллюзии людьми, им необходимо пройти небольшой опрос «Оптические иллюзии» (рис.6).

Рис. 6 Опрос «Оптические иллюзии»

Полученные результаты из рис.6 представим графически в виде диаграмм (рис.7).

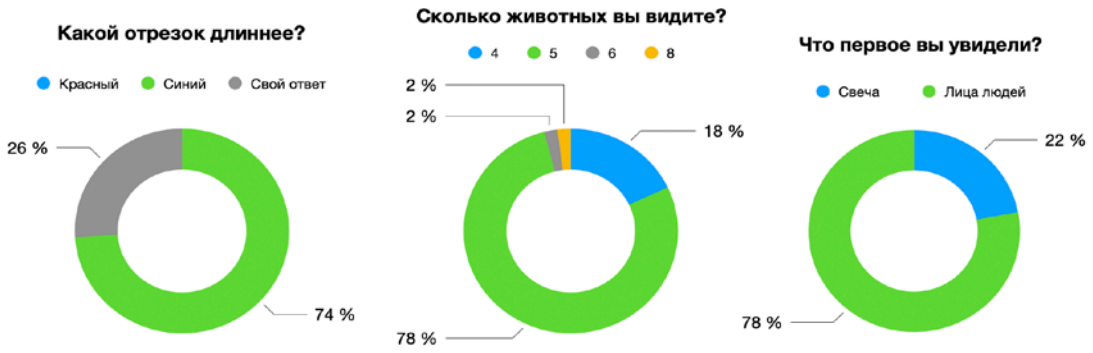


Рис. 7 Графическое представление опроса

Исходя из вышеприведённого эксперимента можно сделать вывод, что каждый человек по-своему воспринимает оптические иллюзии: видимые явления и предметы иногда не соответствуют реальности и не оказываются правдой. Проведенный анализ показывает, что в отдельных случаях не следует ограничиваться только оценкой на глаз, а правильнее использовать логику и производить измерения.

Список используемых источников

1. Иллюзия восприятия Марио Понцо [Электронный ресурс] URL: https://prozreniye.ru/opticheskie-illyuzii/illyuziya-vospriyatiya-mario-ponzo (дата обращения 21.10.2020).

2. Лихоносова М. ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ – ПАРАДОКСЫ ИЛИ ОБМАН ЗРЕНИЯ? // Международный школьный научный вестник. – 2018. – № 3-2. – С. 218-225 [Электронный ресурс] URL: https://school-herald.ru/ru/article/view?id=550 (дата обращения 25.10.2020).

3. Влияние рекламы на человека с точки зрения психологии [Электронный ресурс] URL: https://sunmag.me/sovety/17-03-2014-psikhologiya-reklamy-priemy-vozdejstviya-reklamy-na-cheloveka.html (дата обращения 23.10.2020).

4. Цветовое восприятие рекламы [Электронный ресурс] URL: http://www.advertology.ru/article5582.htm (дата обращения 20.10.2020).

Иллюзии, которые используют рекламные компании [Электронный ресурс] URL: https://zen.yandex.ru/media/id/5b04182e3dceb7c9dbe177e9/illiuzii-kotorye-ispolzuiut-reklamnye-kompanii--5b043ed75a104f24e5161876 (дата обращения 20.10.2020).

УДК 004.5
ГРНТИ 20.51.17

ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ДОМА» ДЛЯ АДАПТАЦИИ ПОД ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Козлов А.В. Мусаева Т.В.
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В работе рассмотрены системы умного дома для удовлетворения нужд пожилых людей.

умный дом, пожилой, медицина, интернет вещей.

В современном мире, методы и средства информационных технологий внедряются и используются во всех сферах жизнедеятельности человека. В повседневной жизни и быту используются автоматизированные бытовые различные приспособления, устройства. С развитым интернетом и микроэлектроникой появилась возможность встраивать компактные и комплексные системы в собственное жилище. Актуальными на сегодня являются технологии умного дома, а именно, их применение для организации быта и досуга людей, имеющих ограниченные возможности по разным причинам

Под Умным Домом (УД) понимают использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения технической интегрированности системы предоставления продуктов и услуг в домашних условиях[1]. Когда речь идёт про технологии умного дома, то затрагивается не только экономия энергии за счёт использования умного освещения при помощи светодиодных ламп[2] или использования переключателей питания для используемых устройств, но и предоставление новых возможностей для определенного круга людей. Развитие умных домов как симбиоза технической продукции и услуг, извлекаемых из нее, идет параллельно с глобальной тенденцией распространения Интернета вещей[3].

Из работы “Потребительские предпочтения на Российском рынке умных домов: эмпирическое исследование”[3] за авторством А.Е. Китаева, И.И. Мироновой следует, что степень и скорость приспособления к умному дому, а также желание тратить на умный дом довольно низки у людей категории “Традиционалист” и “Богатый сельчанин” - категории людей возрастом 45-64 года. Можно сделать вывод о том, что люди среднего возраста и престарелые не сильно заинтересованы в технологии

умного дома, но так как развитие этой технологии не стоит на месте, предоставляя всё больше и больше возможностей, то и эти группы людей будут заинтересованы в этом с каждым годом всё больше.

При проектировании методов и средств, с применением принципов умных технологий с учетом их использования отдельными категориями перечисленных лиц, нужно акцентировать внимание на том, что интерфейсы предложенных средств не должны быть перегружены функционалом. Но при этом, создать систему, которая позволит наращивать или настраивать функционал по мере привыканию человека к устройствам и под его индивидуальные возможности. Несколько функций по типу регулирования потребления электроэнергии, оповещения, напоминания, ежедневник и охранная система вполне могут покрыть большую часть потребностей, так как они самые базовые для технологий умного дома и не требует развитых навыков работы с электроникой.

При разработке системы умного дома для людей, имеющих ограниченные возможности, в частности для лиц пожилого возраста, необходимо учитывать физиологические характеристики отдельного человека, которые можно выразить в виде критериев, таких как:

- проблемы со зрением и слухом;
- трудности с передвижением;
- нарушение работы внутренних органов, при котором обязательно наблюдение за жизненными показателями;
- нарушение умственных способностей, деменция.

В первую очередь для лиц пожилого возраста технологии УД должны предоставлять возможность слежки за жизненными показателями. В некоторых случаях требуется собирать информацию о сердечном ритме, уровне кислорода, давления, веса, а также отслеживать их динамику, чтобы при резких изменениях состояния происходило оповещение пациента и наблюдателя, а также вызов скорой помощи – при ситуации явно этого требующей[4]. На данный момент, многие приборы, выпускаемые под общей «экосистемой» позволяют собирать информацию, сохранять, а также выводить её на смартфон, планшет, телевизор или компьютер.

Специфика внедрения технологий умного дома для престарелых людей с деменцией ограничивает список приборов, которые можно использовать. Основываясь на ряде принципов из работы «Долговременный уход за пожилыми людьми с деменцией» [5].

В процессе анализа, были выработаны рекомендации по использованию технологий умного дома и интернета вещей для данной категории людей, которые нужно учитывать при проектировании систем УД.

1. Так как для людей с деменцией планировка квартиры должна быть лишена каких-либо препятствий, то электроника должна быть встроенная без наличия лишних проводов, за которые можно ухватиться, запнуться.
2. Цветовая индикация приборов должна полностью отсутствовать, так как она может отвлекать человека с деменцией.
3. Лучше иметь только системы сбора информации, а интерактивные приборы оставить скрытыми и только с возможностью собственного использования.
4. Интерактивное освещение может дезориентирующие воздействовать на людей с деменцией, поэтому им стоит пренебречь в пользу постоянных источников света.
5. Охранные системы могут также повлиять на человека и их нужно использовать с осторожностью, так сигнализацию лучше перевести на личное устройство наблюдателя, а системы наблюдения не должны быть направлены на человека с деменцией.
6. Проблемы со слухом или полное его отсутствие, требует от УД замену сигналов аналогичных звуковым посредством цветовых индикаций, к примеру, смена цвета ламп периферийного освещения при звонке в дверь.
7. Если системы УД используются с целью заботы за человеком с деменцией, то все приборы должны ориентироваться на наблюдателя за ним.

Технологии умного дома также могут послужить людям имеющие проблемы со зрением. Клиент подобной категории может рассчитывать на различные системы звукового оповещения. Сейчас такие компании как Google разрабатывают средства для людей с проблемами со зрением, например нейронная сеть, которая определяет содержимое сайта и путем аудио описывает содержимое. Такое можно использовать также в охранных системах умного дома, при появлении кого-нибудь в поле зрения камеры происходит распознавание объекта и оповещение хозяина о результате в звуковом формате.

При отсутствии нескольких сенсорных способностей, именно слуха и зрения, помочь человеку можно с помощью тактильных средств оповещения, по типу дисплеев брайля или устройств с вибромотором,

которые могут с помощью вибросигналов разной длительности и интенсивности передавать информацию владельцу.

Приведенные в данной работе исследования использования технологий УД позволяют в полной мере оценить целесообразность развития данной сферы даже для довольно консервативной категории людей. Такие технологии не только позволяют оптимизировать некоторые элементы бытовой деятельности, но и облегчить быт не только престарелым, но также людям с ограниченными возможностями.

Список используемых источников

1. Китаев А.Е., Миронова И.И. Потребительские предпочтения на российском рынке умных домов: эмпирическое исследование // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2019. – No 18 (2). – С. 204–234.

2. Сравнение ламп накаливания и светодиодных // Samelectrik.ru URL: https://samelectrik.ru/sravnivaem-lampy-nakalivaniya-i-svetodiodnye-kakie-luchshe.html (дата обращения: 19.11.2020).

3. Китаев А.Е., Миронова И.И. 2019. Потребительские предпочтения на российском рынке умных домов: эмпирическое исследование. Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент 18 (2): 204–234. https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2019.203

4. «Интернет вещей» (IoT) в России Технология будущего, доступная уже сейчас // PwC в России URL: https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/iot-in-russia-research-rus.pdf (дата обращения: 19.11.2020).

5. Носкова И.С., Ивко К.О., Крохмале- ва Е.В., Позднякова Н.М. Долговременный уход за пожилыми людьми с деменцией. Медицинская сестра. 2018; 20 (5): 23–26. https://doi.org/10.29296/25879979-2018-05-07

УДК 004.514
ГРНТИ 81.95.33

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРФЕЙСАХ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

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

Статья посвящена обзору существующих технологий в интерфейсах дополненной реальности. *Рассматриваются этапы развития технологий. Выполняется обзор существующих и перспективных технологий вывода дополненной реальности. Также рассматриваются положительные и отрицательные стороны этих технологий.*

дополненная реальность, AR, технологии вывода, интерфейсы

Дополненная реальность (augmented reality, AR) – воспринимаемая смешанная реальность, создаваемая с помощью компьютера с использованием «дополненных» элементов воспринимаемой реальности, когда реальные объекты монтируются в поле восприятия. В отличие от виртуальной реальности для дополненной реальности не требуется такое большое количество дополнительной аппаратуры для взаимодействия с пользователем.

Область применения дополненной реальности весьма широка. Интерактивность и информативность AR позволяет использовать её повсеместно, от образовательных учреждений с интерактивными курсами, до промышленных предприятий. Также широкое применение технология получила в игровой индустрии.

Варианты применения интерфейсов в дополненной реальности зависят от цели использования и метода создания этой самой реальности. Далее будет выполнен обзор основных технологий в интерфейсах дополненной реальности.

Специфика дополненной реальности заключается в том, что она программным методами визуально совмещает два изначально независимых пространства: мир реальных объектов вокруг нас и виртуальный мир, воссозданный на компьютере.

Новая виртуальная среда образуется путем наложения запрограммированных виртуальных объектов поверх видеосигнала с камеры, и становится интерактивной путем использования специальных меток.

Существуют три основных направления в развитии этой технологии [1]:

1. «Безмаркерная» технология AR;
2. AR технология на базе маркеров;

3. «Пространственная» технология.

«Безмаркерная» технология работает по особым алгоритмам распознавания, где на окружающий ландшафт, снятый камерой, накладывается виртуальная «сетка». На этой сетке программные алгоритмы находят некие опорные точки, по которым определяют точное место, к которому будет «привязана» виртуальная модель. Преимущество такой технологии в том, что объекты реального мира служат маркерами сами по себе и для них не нужно создавать специальных визуальных идентификаторов.

Технология на базе специальных маркеров, или меток, удобна тем, что они проще распознаются камерой и дают ей более жесткую привязку к месту для виртуальной модели. Такая технология гораздо надежнее «безмаркерной» и работает практически без сбоев.

Кроме маркерной и безмаркерной, существует технология дополненной реальности, основанная на пространственном расположении объекта. В ней используются данные GPS/ГЛОНАСС, гироскопа и компаса, встроенного в мобильный телефон. Место виртуального объекта определяется координатами в пространстве. Активация программы дополненной реальности происходит при совпадении координаты, заложенной в программе, с координатами пользователя.

Механизмы вывода в AR-системах подразделяются на визуальные, акустические, тактильные и т.д. Главная функция механизма вывода – отображение пользовательских сценариев и задач на предназначенные для этого реальные объекты. Основная характеристика механизма вывода системы дополненной реальности – это степень погружения (иммерсии), или присутствие [2].

Устройства дополненной реальности могут разделятся на мобильные или стационарные. В зависимости от этого будут применятся различные технологии для вывода дополненной реальности. Также от вида устройства будет зависеть интерфейс применяемый в AR.

К мобильным устройствам относятся смартфоны и планшетные компьютеры, очки и в перспективе линзы [3]. Для использования AR на смартфонах и планшетах требуются дополнительные приложения созданных на базе современных программных инструментов, таких как ARKit, ARCore, ARToolKit, Unity. Такой способ вывода является сама актуальным в данный момент, но из-за своей относительной простоты проигрывает в погружении и не создает такого эффекта, как другие способы. Получаемое при этом AR-изображение является непрямым, как на рисунке 1.

Очки дополненной реальности разработаны специально для работы непосредственной с AR. Они имеют прозрачные линзы, что в свою очередь повышает уровень погружения, так как это позволяет пользователю наблюдать реальный мир напрямую. В общем случае виртуальные объекты

и интерфейсы оптически накладываются на воспринимаемый человеком образ реального мира. Получаемое при этом AR-изображение является прямым.

1 2

Рис. 1. Непрямое (1) и прямое (2) AR-изображение

Также к мобильным можно отнести перспективные линзы дополненной реальности, но на рынок такие устройства выйдут не ранее чем 5-10 лет [3].

Стационарные устройства. Это может быть телевизор, экран компьютер, голографический дисплей VOXON'S VOLUMETRIC Устройства с трёхмерным массивом жёстко зафиксированных в пространстве вокселей [4]. Воксель – элемент объемного изображения, содержащий значение цвета в трехмерном пространстве. На экран телевизора выводится уже дополненное изображение (примером может послужить футбольный матч), пример для компьютера — карты Google или Яндекса в режиме панорамного просмотра улиц с добавление на фотографии названия улиц и домов как показано на рис. 2.

Рис. 2.Режим панорамного вида в картах Google

В табл. 1 приведены положительные и отрицательные стороны этих мобильных и стационарных устройств.

Табл. 1. Положительные и отрицательные стороны мобильных и стационарных AR-устройств

	Мобильные устройства	Стационарные устройства
Положительные стороны	– мобильность; – высокая степень погружения; – «настоящая» дополненная реальность; – Большая доступность (на смартфонах); – автономность; – отзывчивость на окружающий мир;	– большая вычислительная мощность; – время работы не зависит от емкости аккумулятора; – повсеместное использование; – легкость в понимании, так как технология хорошо изучена и более привычна; – можно поместить много информации на один экран;
Отрицательные стороны	– ограничения в вычислительной мощности и в качестве изображения; – зависимость от аккумулятора; – менее информативна так как не должна мешать увидеть реальный мир;	– меньшая степень погружения; – отсутствие интерфейсного взаимодействия с пользователем.

Таким образом, AR технологии и интерфейсы в них являются актуальной темой на данный момент, и развиваются быстрыми темпами. С появлением новых типов устройств, таких как очки дополненной реальности, AR выходит на новый уровень взаимодействия с человеком и погружения его в изменённую реальность.

Список используемых источников

1. Spark AR Tracking: инструкция по применению [Электронный ресурс]. URL: https://junkreality.com/sparkartracking (дата обращения 17.11.2020).

2. Галахова Н.Р. Обзор механизмов ввода и вывода в интерфейсах систем дополненной реальности // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. N 9. С. 4-7.

3. Дополненная реальность (AR) [Электронный ресурс]. URL: https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar (дата обращения 17.11.2020).

4. Чекалин Д.Г. Особенности восприятия, способы демонстрации и современные технологии воспроизведения объёмных изображений // Мир техники кино 2017. N 3. С. 29-35.

УДК-004
ГРНТИ-20

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРВИСА MUSIXMATCH В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

П. О. Кольцов, Т. В. Мусаева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной статье описывается использование интерактивных возможностей сервиса Musixmatch в изучении иностранного языка. Сервис предоставляет синхронизированную лирику для пользователей и используется в качестве приложения-компаньона. В статье рассматриваются возможности сервиса, а также его интеграция в другие приложения.

musixmatch, сервис, текст песни, иностранный язык, обучение

В последнее десятилетие наблюдается особый интерес к онлайн-образованию. Сегодня онлайн-образование занимает 13,5% всего рынка дополнительного образования (рисунок 1), а рынок B2C (коммерческие отношения, которые возникают между организацией-продавцом и конечным покупателем) измеряется в 140 млрд. рублей. Самую большую долю онлайн-сегмента занимают иностранные языки – примерно 28%, затем маркетинг, коммуникации и продажи (14%), IT, анализ данных и информационные технологии (12%) [1]. Технологии онлайн-образования стали ещё более востребованы среди образовательных учреждений в период пандемии COVID-19. На основании этого можно сделать вывод, что сегмент будет продолжать свой рост и, возможно, в ближайшем будущем возглавит лидерство, сместив оттуда традиционные методы.

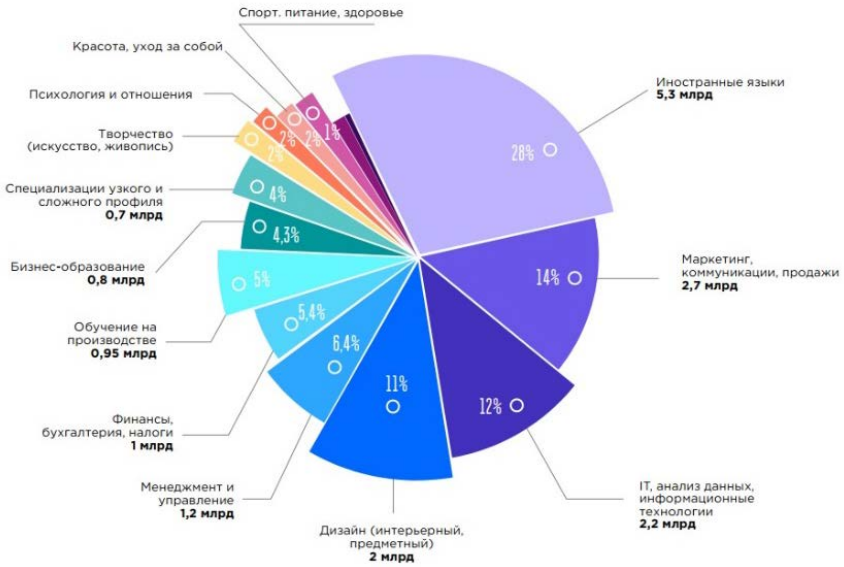


Рис. 4. Онлайн-сегмент рынка дополнительного B2C-обучения

В процессе изучения иностранных языков сейчас используются не только учебники и платформы для дистанционного обучения, но и сервисы, такие как Duolingo, Puzzle English и Reverso.

Так, например, А.А. Джумайло и Г.Ф. Козырева рассматривали интерактивные возможности учебно-познавательного сервиса Duolingo в образовательном процессе [2]. Д.М. Журавлев в своей работе исследовал возможности сервиса по самостоятельному изучению английского языка Puzzle English [3].

Резюмируя, можно сказать, что перечисленные сервисы (Duolingo и Puzzle English) позволяют изучать язык, используя различные подходы. Однако в работах исследователей не рассматривается такой важный аспект, как прослушивание музыки.

Musixmatch – сервис, позволяющий добавлять, переводить и синхронизировать тексты песен. Это самая большая платформа такого вида в мире: имеет более 75 миллионов пользователей и свыше 30 миллионов текстов песен. Имеет интеграцию с такими популярными сервисами как Spotify, Apple Music, Instagram, Shazam.

Что если использовать в процессе изучения сервис синхронизированной лирики Musixmatch?

Сервис предлагает ряд интерактивных возможностей, которые пользователь может использовать в процессе обучения – синхронизированный текст песни (с построчной и пословной синхронизацией), а также сопутствующий перевод текста на более чем 200 языков мира.

На первом этапе потребуется регистрация. Имеется возможность входа с помощью сервисов Google или Facebook, и регистрации через адрес электронной почты. Язык приложения будет соответствовать языку системы. Присутствуют экраны с основными возможностями приложения (рисунок 2).

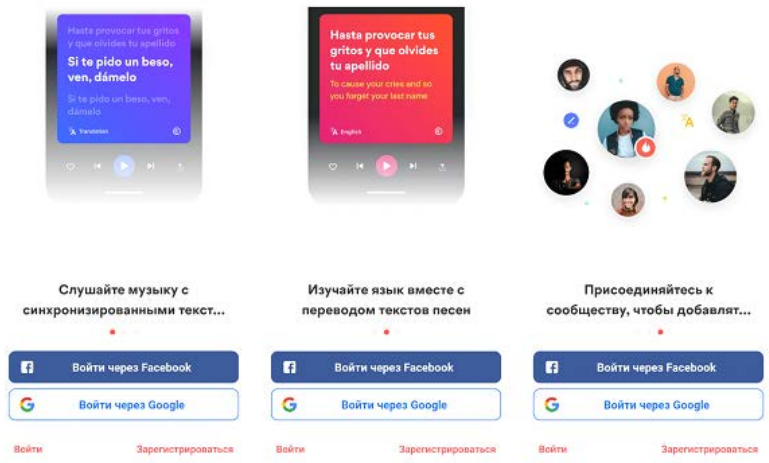


Рис. 5. Основные возможности приложения

Затем пользователь выбирает источник воспроизведения (рисунок 3). Это может быть музыкальный сервис или память телефона.

Рис. 6. Подключение источника воспроизведения

После выбора источника воспроизведения отображается один из двух вариантов интерфейса раздела «Музыка» – музыкальный сервис (Spotify) или локальная медиатека (память телефона). На рисунке 4 изображен первый вариант.

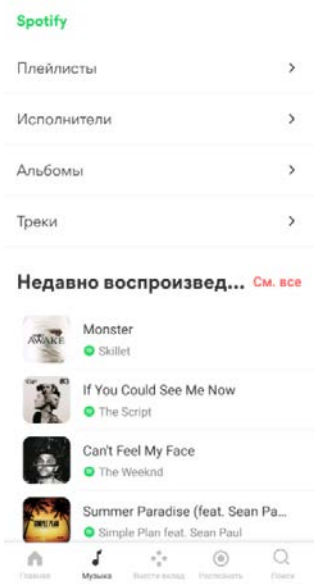


Рис. 7. Интерфейс раздела «Музыка»

Взаимодействие пользователя с текстом песни происходит посредством интерактивного интерфейса (рисунок 5). Пользователь может

изменять параметры отображения текста песни с помощью нижней навигационной панели.

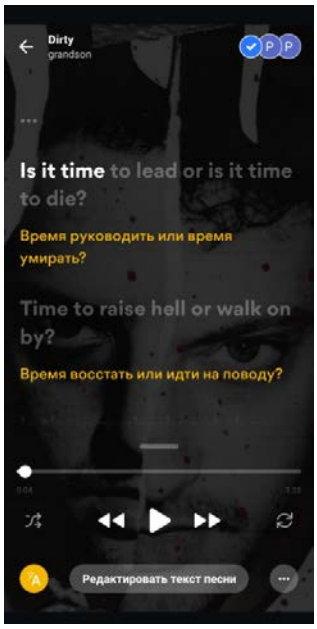


Рис. 8. Интерактивный интерфейс с синхронизированным текстом песни

Навигационная панель имеет несколько секций, из которых две отвечают за доступные переводы и настройку визуальной составляющей (рисунок 6). Можно настроить отображение текста песни (включить синхронизацию пословно, изменить размер шрифта), выбрать понравившеюся заставку и т.д.

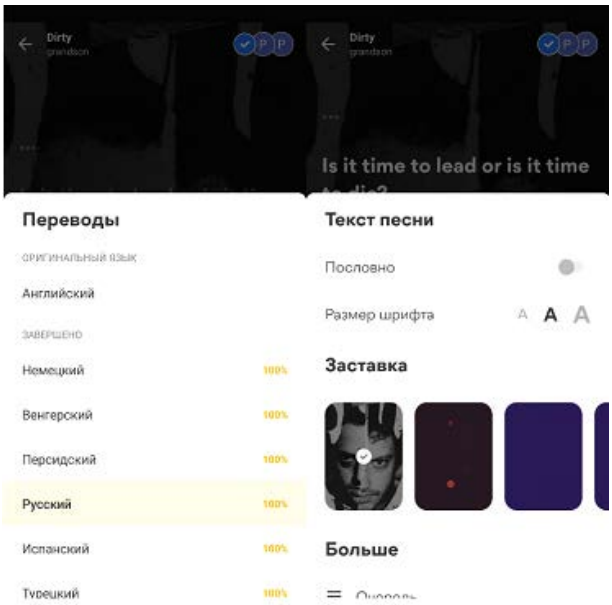


Рис. 9. Доступные пользователю настройки

Существует система накопления баллов, формируемая при выполнении определенных задач, таких как: редактирование, перевод, синхронизация текстов музыкального сопровождения.

Используя такое приложение в качестве компаньона для изучения иностранного языка, пользователь сможет усовершенствовать следующие навыки:

- произношение слов
- пополнение словарного запаса
- запоминание повторяющихся фраз.

Список используемых источников

1. Neorusedu: Современная цифровая образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://neorusedu.ru/

2. Джумайло А. А., Козырева Г. Ф. Использование интерактивных возможностей сервиса Duolingo в изучении иностранного языка //Использование современных информационных технологий в образовании. – 2019. – С. 64-69.

3. Журавлев Д. М. Возможности сервиса PuzzleEnglish в изучении иностранного языка //Использование современных информационных технологий в образовании. – 2019. – С. 69-75.

УДК 004.02
ГРНТИ 50.41.29

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОИСКА И СБОРА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПАРСИНГА ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

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

В связи с постоянно увеличивающимся объемом информации в Интернете, автоматизированные системы поиска и систематизации данных приобретают все большую популярность среди различных групп пользователей. Появление множества программных продуктов несомненно ведет к конкуренции, победу в которой обеспечивает как сама система поиска, так и удобство ее использования.

парсинг, веб-сайт, удобство использования.

Систематический поиск на различных интернет-ресурсах требует больших временных затрат, при этом, зачастую, он не дает гарантии в получении необходимых данных. В рамках статьи разобран способ решения описанной проблемы с помощью парсинга веб-сайтов - сбора информации с сайтов с помощью средств автоматизации.

Области применения «парсинговой» информации многогранны. Менеджер по закупкам может использовать парсинг для поиска товаров по более выгодным ценам, классный руководитель может отслеживать происходящие в городе события на нескольких сайтах одновременно для внеклассных походов вместе с учениками, а преподаватель - выход новой статьи на различных сайтах.

Существует множество способов и сервисов для парсинга сайтов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. При этом стоит учесть, что большинство готовых решений предназначены для конкретной предметной области, но есть и универсальные решения. Ниже перечислены 3 лучших интернет-приложения для парсинга сайтов [3]:

1. Система Import.io позволяет формировать таблицы данных по шаблону. Для этого необходимо указать только страницу веб-сайта и пример искомой информации в формате CSV. В результате парсинга будет сформирована таблица в формате xml с найденными данными на странице. Недостаток системы заключается в больших трудозатратах и имеющемся опыте пользователя для настройки парсинга, так как необходимо для каждого сайта формировать и импортировать настройки в формате CSV. Главное преимущество системы - это возможность запланированного поиска данных и сохранение их на сайте с последующей выгрузкой в формате xml.

2. Webhose.io - это парсер, позволяющий собирать данные с любого количества источников и выгружать результаты поиска в различных форматах: xml, json, rss и другие. Каких-либо недостатков и преимуществ по сравнению с другими аналогами не выявлено.

3. Scrapinghub - это веб-приложение для парсинга данных, формирующий таблицы с искомой информацией в формате xml и json. Преимущество данного приложения в наличии встроенного инструмента Crawlera. Crawlera - это прокси-сервер, оснащенный механизмами для автоматического обхода различных видов автоматизированных тестов Тьюринга. Главный недостаток системы заключается в невозможности одновременного получения информации по нескольким веб-сайтам.

Перечисленные выше сервисы предоставляют поиск и сбор данных, но их функционала недостаточно для удобного использования различными группами пользователей. В рамках исследования необходимого функционала приложения, были опрошены группы людей различных возрастных и социальных категорий:

- студенты;
- преподаватели;
- пользователи социальных сетей;
- менеджеры по продажам;
- и другие.

В результате проведенного опроса составлен следующий список требований к веб-приложению для поиска и сбора данных с веб-сайтов:

1. удобство использования и интуитивно понятные настройки;
2. сбор данных с нескольких сайтов;
3. парсинг по ключевым словам;
4. скачивание собранных данных в формате xml и json, экспорт в онлайн-сервис Google Drive;
5. возможность запланированного парсинга без вмешательства пользователя;
6. уведомление пользователей о результатах парсинга.

Ниже рассмотрены некоторые пункты из списка подробнее. Стоит также обратить внимание, что веб-приложений, соответствующих условиям, не найдено. По этой причине указаны онлайн-сервисы с открытым API (англ. application programming interface) для возможности осуществления заявленного функционала в полном объеме.

Удобство использования. Многие приложения для поиска информации имеют свои расширения для браузеров, что позволяет воспользоваться им, не посещая соответствующий ресурс. Примером может послужить веб-приложение Parsers, интерфейс которого представлен на рисунке 1.

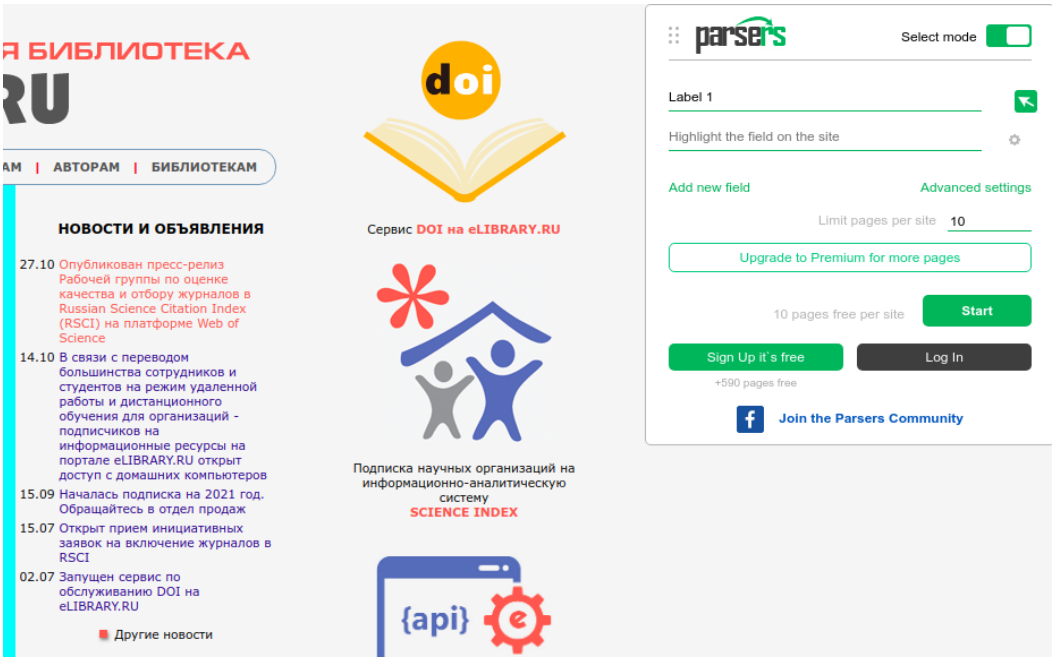


Рис. 1. Система поиска и систематизации информации Parsers

Сбор данных с нескольких сайтов**:** все перечисленные выше сервисы, а также многие другие, имеют открытый API и бесплатный период использования. Для парсинга возможно как использование данных сервисов, так и формирование собственной логики используя открытые библиотеки и другие источники используемого языка программирования.

Интуитивно понятные настройки. Для комфортного использования приложения не требуются дополнительные навыки разработчика и им может воспользоваться любой уверенный пользователь сети.

Парсинг по ключевым словам. Зачастую, пользователю необходимы не все данные, а только необходимые ему. Например, преподавателю необходимо собрать только информацию о выставках, при этом не включая в вывод остальные, полученные в результате парсинга, данные.

Возможность запланированного парсинга без вмешательства пользователя. Планирование включает в себя настройки времени, даты и периодичности выполнения. Собранные данные могут храниться как в самом приложении на протяжении некоторого срока, так и автоматически экспортироваться в сторонние сервисы, например, в сервис Google Drive.

Уведомление пользователей о результатах парсинга. Парсинг может занимать от нескольких секунд до десятков минут. Время выполнения зависит от количества веб-сайтов, настроенных для парсинг, сложности их архитектуры и загруженности серверов. По данной причине необходимо уведомлять пользователя о результатах выполнения работы. Для этого можно использовать следующие технологии:

- Email: веб-почтой пользуется большинство людей, из-за чего нельзя игнорировать этот канал. Сервисы Microsoft Outlook, Gmail, Yandex и

другие почтовые сервисы предлагают открытые API для осуществления отправки писем конечным пользователям.

- Мессенджеры: последние годы прослеживается тенденция перехода к мессенджерам, в которых можно не только найти круг общения, но и приобрести необходимые товары и услуги [4]. У большинства из них есть открытые API для взаимодействия с пользователями.
- Уведомление пользователей внутри приложения: этот способ является самым простым, поскольку не требует интеграции со сторонними сервисами.

Список используемых источников

1. Законно ли парсить сайты в России? [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: https://xmldatafeed.com/article-parsing-kak-s-tochki-zreniya-zakona-vyglyadit-odin-iz-samyx-poleznyx-it-instrumentov-v-rossii-i-po-miru/ (Дата обращения 30.10.2020)

2. Мазур Е. В., Бабешко В. Н. Парсинг как источник получения данных для анализа // Сборник научных статей 9 междунар. научно-практической конф., Курск, 1 нояб. 2019 г. С. 161-164.

3. 10 инструментов, позволяющих парсить информацию с сайтов, включая цены конкурентов и правовая оценка [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: https://vc.ru/services/64112-10-instrumentov-pozvolyayushchih-parsit-informaciyu-s-saytov-vklyuchaya-ceny-konkurentov-i-pravovaya-ocenka (Дата обращения 31.10.2020).

4. В России выросла популярность мессенджеров [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2020/10/26/844646-rossii-virosla (Дата обращения 03.11.2020).

УДК 004.9
ГРНТИ 20.53.23

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В МАГИСТРАТУРЕ И АСПИРАНТУРЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

П.А. Косов, Ю.В. Пинхасова, А.В. Федорова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается специфика проведения образовательного процесса в учебных заведениях с использованием дистанционных образовательных технологий. Выявляются общие черты, характерные для дистанционного образовании всех типов обучающихся и особенности, связанные с применением ДОТ при обучении магистрантов и аспирантов. Намечаются некоторые проблемы и предлагаются пути их решения. Перечисляются наиболее популярные и используемые в вузах в настоящее время LMS и платформы для проведения видеоконференций. В качестве иллюстрации более подробно описывается система видеоконференций Discord. Формулируются положительные и отрицательные стороны обучения в магистратуре и аспирантуре с применением ДОТ.

дистанционное обучение, образовательные технологии, LMS, преподаватели вузов, черты образовательного процесса, платформы для проведения видеоконференций

Использование дистанционных образовательных технологий в вузах является одной из разновидностей инноваций в образовательном процессе [1]. Дистанционное обучение подразумевает использование информационных технологий и, кроме всего прочего, способствует реализации собственных образовательных целей обучающимися [2].

Если раньше дистанционные образовательные технологии (ДОТ) использовались в вузах как вспомогательные средства обучения, то в настоящее время, в связи с распространением коронавирусной инфекции и введении карантинов, ДОТ выходят на первый план и начинают занимать главенствующие позиции во многих вузах в России и во всем мире.

В преподавании с использование ДОТ магистрам и аспирантам существуют ключевые моменты, характерные как вообще для процесса преподавания (включая школьников, слушателей подготовительных курсов, программ повышения квалификации и проч.), так и для процесса преподавании конкретно в высшей школе. К общим чертам можно отнести необходимость использования различных технических средств, программ т комплексов. Как показывает опыт, если системы ДОТ, связанные с практическими занятиями, контролем знаний, самостоятельной работой обучающихся, могут отличаться в различных образовательных учреждениях, то, для общения с преподавателями в режиме

видеоконференций, например, в основном на всех уровнях образования используются одни и те же программы и системы.

Так, для взаимодействия с обучающимся в образовательных учреждениях широко используются системы дистанционного обучения. LMS – Learning Management System, называемая также системой дистанционного обучения (СДО) – это виртуальная обучающая среда, которая обеспечивает дистанционное обучение и тестирование обучаемых. Наиболее популярными в настоящее время являются следующие системы: Dokeos, Diskurs, Flora LMS, Moodle, Canvas, eFront, Docebo, TalentLMS, iSpring Learn LMS, Open edX [3]. То или иное учебное заведение выбирает систему или системывЮ, которое наиболее полно удовлетворяет их запросы и потребности. Иногда учебному заведению легче разработать собственную систему, чем адаптировать под свои нужды существующую (конечно, при наличии определенных ресурсов). Например, МГУ работает как со стандартной системой Moodle [4], так и с дистанционной системой, созданной на платформе онлайн-образования «Университет без границ» [5].

Сервисов для проведения видеоконференций также существует большое количество. Так, популярными являются платформы Zoom, Discord, Google Hangouts (Google Meet), Mind, GoToMeeting, ClickMeeting, TrueConf [6]. Но, как показывает практика, российским преподавателям для общения со студентами наиболее подошли и стали активно использоваться сервисы на базе платформ Zoom, Google Meet и Discord.

Рассмотрим, например, организацию работы мессенджера Discord.

Бесплатный мессенджер Discord может сильно упростить организацию дистанционного обучения, в этом помогает система серверов (пространств с доступом только по приглашениям). Сервер в Discord позволяет организовать бесплатную учебную платформу с закрытым доступом. Каждый сервер представляет из себя набор из так называемых каналов, по которым производится передача информации. Они могут быть текстовыми или голосовыми.

В текстовых каналах могут размещаться расписания и темы занятий, домашние задания, материалы, ссылки. Каналы текстового типа поддерживают мгновенную передачу сообщений, изображений, видеозаписей, ссылок и приложенных документов. Вся информация текстовых каналов сохраняется, и будет доступна всем пользователям с правами доступа, присоединившимся позднее.

Голосовые каналы нужны для проведения онлайн-уроков, в них отсутствует возможность обмена мгновенными сообщениями, но имеется возможность передачи информации по голосовой или же видеосвязи, также данный тип каналов поддерживает демонстрацию экрана. Однако голосовые каналы имеют лимит на количество одновременных пользователей — 50 пользователей, что осложняет возможность проведения онлайн-занятий для групп с большим количеством учащихся.

Нужно заметить, что в большинстве случаев отдельные учебные группы не превышают данный лимит. Также каналы данного типа имеют режим рации, который запрещает передачу голоса учащимся во время речи преподавателя или друг друга.

Стоит отметить, что Discord позволяет объединять несколько каналов в категории, что позволяет структурировать информацию. Можно создать отдельную категорию для каждой учебной группы или предмета.

Помимо структуризации информации сервера при помощи различных каналов в Discord существуют настройки ролей и прав доступа. В правах доступа существует огромное количество разных настроек: от возможности просмотра или отправления сообщений и до прикрепления ссылок и файлов. Например, пользователь без роли не может присоединиться к голосовому каналу, что исключает возможность срыва занятий лицами, которые не должны присутствовать на данном занятии.

При создании сервера Discord предлагает несколько шаблонов для выбора, среди которых есть шаблон «Учебная группа», включающий в себя несколько текстовых и голосовых каналов в трех различных категориях. Данный шаблон уже содержит оптимальные настройки для работы с учащимися, однако все права доступа и роли необходимо создавать вручную, что не является большой проблемой, так как интерфейс интуитивно понятен. Изменение структуры сервера и всех его настроек настраивается так же легко.

Преимущества использования Discord как платформы для ДО:

- бесплатный сервис;
- хорошее качество звука;
- современный и интуитивно понятный интерфейс;
- небольшое потребление ресурсов компьютера;
- настройки прав доступа и ролей участников;
- возможность передачи файлов;
- режим рации в голосовых каналах;
- просмотр видеозаписей и изображений по ссылке без перехода по ней;
- имеются версии для персональных компьютеров, телефонов и даже встроенная браузерная версия;

Недостатки использования Discord как платформы для дистанционного обучения:

- ограничение в 50 пользователей в голосовом канале;
- размер приложенного файла не более 8 Мб при бесплатном использовании;
- демонстрация экрана и видео имеет разрешение не более 720p при бесплатном использовании;
- размер сообщения не может превышать 2000 символов;

- необходимо провести обучение пользователей правильному использованию

Вернемся к специфике обучения с использование ДОТ. Также одинаковой для всех проблемой является потребность в частичном или полном перестроении учебных курсов и способов ведения обучения для преподавателей и адаптация под существующие реалии. Но существуют, также и различия.

Основными отличиями, точнее сказать, чертами образовательного процесса, характерными именно для обучения магистров и аспирантов, являются две.

Первое отличие связано с возрастом и жизненным опытом обучающихся на второй и третьей ступенях высшего образования. А отсюда и отношение к самому образовательному процессу. Когда обучаемый учится пятый и шестой год подряд – в случае магистратуры или седьмой или восьмой год – в случае аспирантуры, процесс обучения для кого-то становится обыденным, а кому-то надоедает. От этого и проблемы, связанные с посещением занятий, восприятием материала. С одной стороны, оценка студентами «ценности», значимости знаний, доносимых преподавателем. уменьшается, с другой – формируется большая самостоятельность в освоении материала. Наблюдается и обратный процесс – студенты уже очень хорошо осознают, зачем им нужно учиться, чему им нужно учиться, как порой нелегко самостоятельно найти и применить нужную информацию. Поэтому, наоборот, начинают больше ценить преподавательский опыт в предметных областях и передаваемые им знания.

Второе отличие связанно с преобладанием научной компоненты над образовательной. Точнее, считается, что если в случае аспирантуры научная компонента должна преобладать над образовательной, то в магистратуре научная компонента должна, по крайней мере, присутствовать наряду с образовательной. И если в случае аспирантуры, где за все время ее существования вне высшего образования, накоплен приличный опыт в данном вопросе, то в магистратуре, институт которой в нашей стране образовался не так давно, этот опыт минимальный. Причем, научная компонента в магистратуре должна присутствовать не сама по себе, а «вплетаться» в образовательный процесс, не нарушая, а лишь видоизменяя его.

Конечно, обе эти отличительные черты преподавания в магистратуре и аспирантуре актуальны и для дистанционной формы образовательного процесса. Причем, в таком способе образования характерная специфика проявляется еще больше. И это касается не только и не столько технического обеспечения процесса обучения с использованием ДОТ. Как мы уже показали, здесь различий с обучением вообще мало. Основные проблемы кроются в методах преподавания и способах общения преподавателей с магистрами и аспирантами, необходимостью перестройки

преподавателями своих стандартных курсов и адаптации их под новые условия. Теперь преподавателям также большое внимание нужно уделять так называемой «маркетинговой» составляющей своего курса. Поскольку соблазн у студентов, включив камеру, заняться своими делами, при этом сделав видимость присутствия на занятии, очень велик. Тем более у магистрантов и аспирантов, которые в отличие от студентов, имеют в подавляющем большинстве работу, некоторые - семью и проч. В то же время необходимо не забывать о научной компоненте. И думать о том, как «перевести» ее на рельсы дистанционного обучения.

Несмотря на сложности и проблемы, хочется отметить и положительные черты всеобщей дистанционализации. С одной стороны, внезапное и стремительное внедрение в нашу жизнь ДОТов внесли новизну некоторую «харизматичность» во все звенья образовательного процесса. К таким плюсовым моментам можно отнести массовое овладение ППС новыми дистанционными технологиями, процессами и программами. Если бы не произошло то, что произошло, никогда бы «по собственной воле» большая часть ППС не освоило бы эти технологии так быстро и в таком количестве. И это нацеленность на переосмысление будущего образовательного процесса с внедрением ДОТ и частичной заменой традиционных форм образования.

Если говорить об образовательном процессе в аспирантуре и магистратуре, то та часть времени, затрачиваемая на дорогу до учебного заведения, которая освободилась у магистрантов и аспирантов, важна для них больше, чем дл кого-либо другого. Теперь она может быть затрачена на научную работу, написание статей и проч. Кроме того, появилось новое и очень актуальное научно-практическое направление, связанное с дистанционным обучением, к которому можно приложить свои навыки, знания и опыт и выполнить научные исследования и разработки в этом научном сегменте.

Список используемых источников

1. Водолад С. Н., Зайковская М. П., Ковалева Т. В., Савельева Г. В. Дистанционное обучение в вузе [Электронный ресурс] // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2010. №1 (13). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnoe-obuchenie-v-vuze (дата обращения: 10.11.2020).

2. Осипова Л.Б., Горева О.М. дистанционное обучение в вузе: модели и технологии [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=14612 (дата обращения: 11.11.2020).

3. Обзор 10 систем дистанционного обучения [Электронный ресурс]. URL: https://lala.lanbook.com/obzor-10-sistem-distancionnogo-obucheniya (дата обращения: 10.11.2020).

4. Лучшие вузы России применяют Moodle [Электронный ресурс]. URL: https://distantplus.ru/luchshie-vuzy-rossii-primenjajut-moodle/ (дата обращения: 15.11.2020).

5. В МГУ ответили на требование студентов вернуть часть денег за обучение [Электронный ресурс]. URL: https://news.rambler.ru/education/45259504-v-mgu-otvetili-na-trebovanie-studentov-vernut-chast-deneg-za-obuchenie/ (дата обращения: 18.11.2020).

6. Семь лучших сервисов для видеоконференций в 2020 году [Электронный ресурс]. URL: https://weproject.media/articles/detail/7-luchshikh-servisov-dlya-videokonferentsiy-v-2020-godu/ (дата обращения: 15.11.2020).

УДК 004.94
ГРНТИ 20.01.07

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

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

Учебный процесс в учебных заведениях находится в постоянном развитии. Для возникновения дополнительного интереса к обучающему процессу необходимо использовать различные средства, в том числе новейшие, развивающиеся технические коммуникационные. В статье рассматривается идея получения профессиональных навыков с применением средств дополненной реальности в образовании.

дополненная реальность, образование, технологии, AR.

Дополненная реальность — это среда, дополняющая физический мир цифровыми данными в режиме реального времени с помощью каких-либо устройств — планшетов, смартфонов или других, и программной части. Данная технология в ближайшем будущем окажет большое влияние на процесс обучения. AR обладает потенциалом для внедрения дополнительных способов получения информации. Возможности технологии дополненной реальности могут сделать занятия более увлекательными, а информацию - более понятной.

Известно, что процесс обучения должен основываться на взаимодействии с педагогом, одна из наиболее важных задач которого - заинтересовать учеников предметом. Для этого можно использовать различные методы. Часто самые интересные и увлекательные возникают благодаря творческому подходу. Т.к. в настоящее время 80% молодых людей владеют смартфонами, а большинство из них - активные пользователи, то опираясь на эти данные можно и нужно создавать программы обучения с использованием AR технологий.

Применение технологий дополненной реальности имеет ряд преимуществ над традиционными способами ведения занятий:

1. Анимированный контент с дополненной реальностью на уроках может привлечь внимание учащихся и мотивировать их к учебе. Добавление дополнительных данных, например, краткой биографии человека, забавных фактов, исторических данных о местах или событиях, визуальных 3D-моделей, даст учащимся более широкое понимание изучаемых тем.
2. Легкое восприятие абстрактных и сложных конструкций. Технология AR имеет возможность визуализировать объекты, которые сложно представить, и превращать их в 3D-модели, что упрощает понимание

учащимися абстрактного и сложного контента. Это повышает наглядность, что значительно улучшает восприятие теоретического материала.

3. Вовлеченность и взаимодействие учащегося со средой обучения. Включая дополненную реальность в уроки, учителя могут вовлекать учащихся в процесс с помощью трехмерных моделей

Информационные технологии, в частности средства дополнительной реальности – это неотъемлемая часть всех сфер нашей жизни. Это доказывает в своих трудах [1] Мизюков Г.С. Автор считает, что AR-технологии, не просто являются нашим будущим, а являются грандиозным шагом в эволюции человечества.

В своей статье [2] Гонатаев Р.Г. говорит, что средства дополнительной реальности могут «оживить» практически любые учебные материалы – схемы, карты, рисунки, иллюстрации в книгах. Особенно полезной, а порой и незаменимой, применение этой технологии будет в тех учебных учреждениях, в которых отсутствуют обустроенные специальным образом помещения или технологии для ведения учебного процесса. Автор считает, что любой науке есть темы, которые необходимо визуализировать. В сельскохозяйственных вузах AR-технологии позволят студентам изучать развитие живых организмов и растений, для ветеринаров дополнительная реальность позволит, отрабатывать профессиональные навыки на наглядных моделях, студентам строительного факультета виртуальная реальность позволит моделировать строительные объекты.

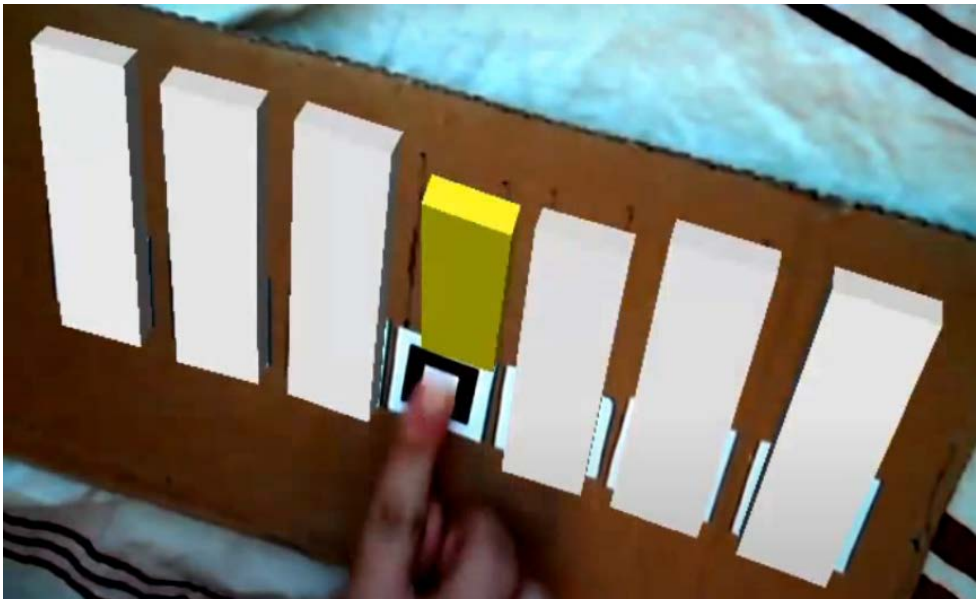


Рис. 1. Пример средства дополнительной реальности

Настоящее исследование в области применения средств дополненной реальности рассматривается на примере музыкального образования. В своих исследованиях [3] Ю. Петрович показывает, что одной из причин

падения интереса обучения музыкальному искусству является отсутствие заинтересованности. Внедрение средств дополнительной реальности позволит вдохнуть новую жизнь в процесс обучения музыке. На данный момент эту образовательную дисциплину технология AR затрагивает слабо. Все существующие программные решения направлены на визуализацию музыкальных инструментов и проигрыш звуков после движений человека. Эта технология, безусловно, полезна, но она не предлагает слушателю прослушать оригинальное, правильное исполнение произведения.

Из сказанного следует заключить что, посредством технологии дополненной реальности можно добавить возможность воспроизводить музыкальную композицию, которую готовится играть обучающийся, при наведении смартфона на нотную тетрадь. Следовательно, ученик сможет прослушать мелодию, которую он должен будет сыграть. Это поможет ему сразу услышать фальшь, возникающую при неуверенной игре, что в дальнейшем упростит процесс обучения.

Программа будет использовать камеру на смартфоне для определения мелодии для проигрывания. Ученику будет необходимо всего лишь навести камеру смартфона на книгу с нотами и смартфон воспроизведет нужный файл. Для этого можно использовать технологию QR-code. [4] Программа должна состоять из базы данных с мелодиями и из средства, способного распознать изображение.

Для разработки данного интерфейса необходимо провести исследование учащегося и нотных текстов, потому что таких исследований ещё не проводилось. Данное средство дополненной реальности позволит учащимся музыкальных школ, колледжей и ВУЗов, изучать музыку с большим интересом, что поможет обратить внимание на музыкальные профессии, вызвать заинтересованность в них и повысить количество обучающихся таким профессиям.

Список используемых источников

1. Мизюков Г.С. Технология AR/VR, как новая ступень развития информационных технологий// Технологии разработки информационных систем: материалы VIII Международной научно-технической конференции, Геленджик, 03-09 сентября 2017 г., Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет , 2017. С. 109-112.

2. Гонатаев Р.Г. VR/AR - технологии будущего в образовательном процессе студентов сельскохозяйственного вуза // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год., Краснодар, 25 апреля 2018 г., Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. С. 530-533.

3. Почему Ваш ребенок теряет интерес к занятиям музыкой?// [Электронный ресурс] URL: https://shkolamuzikant.ru/pochemu-vash-rebenok-teryaet-interes-k-zanyatiyam-muzykoj/

4. Румянцева Л.Н. Использование мобильных технологий при обучении иностранному языку: на примере кодирования информации по технологии QR-code// Роль современного университета в технической и кадровой модернизации российской экономики: сборник трудов IX Международной научно-методической конференции. Костромской государственный технологический университет. 2015, Кострома, 23 октября 2015 г., Кострома: Костромской государственный технологический университет, 2015. С. 93-95.

УДК 608
ГРНТИ 00.29

К ВОПРОСУ О БРЕНДИНГЕ БАНКОВСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

С. В. Махортов, А. В. Федорова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Данная статья посвящена исследованию изменения современного брендинга банковских организаций, в условиях стремительно развивающихся информационных технологий. В статье дается определение таким терминам как брендинг, ребрендинг, айдентика. На примере нововведений в области дизайна Сбербанка, рассматривается дальнейший вектор развития банковских брендов.

брендинг, банк, айдентика, логотип, ребрендинг.

С развитием информационных технологий сильно изменилась сфера банковских услуг. Так как услуги финансовых организаций не имеют воплощения в реальности, при выборе потребитель ориентируется на бренд и дизайн банковской компании. Поэтому появление службы доставки продуктов, или мобильного оператора под брендом банка требует переосмысления многих вопросов, касающихся айдентики и дизайна организации.

Брендинг - это деятельность по разработке марки продукта или организации, продвижению на рынок и обеспечению ее престижности [1]. Бренд, это не только логотип, шрифт, фирменные цвета, то есть айдентика.

Айдентика - это визуальный стиль организации. Бренд же должен отражать основные принципы организации, отражать цель существования компании [2].

Разрабатывая стратегию бренда, необходимо ответить на такие вопросы как: «Для чего существует компания?», «Какая целевая аудитория?», «Чем продукт, предлагаемый организацией, отличается от всех остальных?». На основе ответов на данные вопросы выстраивается айдентика компании и сам бренд. Однако, если со временем, компания меняет что-либо в своих принципах, или же расширяется, ей необходим ребрендинг.

Ребрендинг - комплекс мер, принимаемых для изменения айдентики, слогана, позиционирования товара или услуг [3].

Современные технологии значительно расширяют возможности банковских организаций. Появляются мобильные банки, финансовые операции становятся все более упрощенными. Поэтому банковские организации стремятся поменять свой бренд в пользу более доступного и современного образа. Это можно проследить на примере ребрендинга “Сбербанка”.

Рис. 1. Изменение дизайна логотипа «Сбербанка» с 1991 до 2020 года

Можно заметить, как айдентика банка изменяется от «исторического» стиля, к более упрощенному. Каждый последующий логотип имеет в себе как можно меньше «официальности», приближает банк к потребителям, что отражается и в слогане. Самый последний ребрендинг банка вызвал много обсуждений. Связано это с тем, что новый логотип банка по своей форме стал напоминать множество других логотипов, в состав которых входит галочка и круг, а из названия было убрано слово «Банк».

Рис. 2 Логотипы напоминающие новый логотип «Сбера»

Такие перемены говорят о том, что организация больше не собирается ассоциироваться только с банковской деятельностью [4], и на уже устоявшемся бренде, открываются новые компании, связанные с банком через бренд. В случае «Сбера» такими компаниями выступают «СберМаркет», «СберЗвук», и многие другие.

Современные информационные технологии позволили одному бренду выпускать совершенно разные товары и услуги, а так как жизнеспособность банка держится на сильном бренде, такая модель ведения бизнеса особенно удобна для банковских организаций. При таком расширении сферы деятельности, айдентика и брендинг компании изменяются в пользу массовости и доступности, отходя от таких традиционных для банков ассоциаций с надежностью, историчностью и элитарностью.

Доступность современных информационных технологий изменила отношение людей к банкам, их услуги стали доступны в любое время, и практически везде, где есть связь с Интернетом. Услуги банка стали повседневной необходимостью, поэтому ребрендинг банковских организаций в пользу простоты и доступности практически неизбежен.

Список используемых источников

1. Тамберг Виктор, Бадьин Андрей Брендинг в банковской сфере - [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] - Режим доступа: Энциклопедия маркетинга http://www.marketing.spb.ru/lib-comm/brand/bank_branding.htm
2. «Идентичность бренда – основополагающая успешности продукта», Н. С. Галичкин – [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС]: https://cyberleninka.ru/article/n/identichnost-brenda-osnovopolagayuschaya-uspeshnosti-produkta/viewer.
3. «Ребрендинг как альтернатива ликвидации бизнеса» Курилкина М. В. - [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/brending-v-bankovskoy-sfere-na-finansovom-rynke-rossii/viewer
4. «Сбербанк начал разработку нового логотипа», Петр Канаев, Евгения Чернышова, Сергей Соболев - [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] - https://www.rbc.ru/finances/27/08/2019/5d64e8449a79472e4f30a570

УДК 004.932.2
ГРНТИ 20.01

СОЗДАНИЕ СУБСТРАКТИВНОГО МЕТОДА ВОКСЕЛИЗАЦИИ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

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

На данный момент для создания трёхмерных моделей реальных объектов используются два альтернативных подхода – полигональный и воксельный. Каждый из подходов имеет свой преимущества и недостатки. Полигональные модели просты в создании и занимают небольшие объёмы памяти, а воксельные – способны передавать внутреннюю структуру и упрощают расчёты физических воздействий на объект. Одним из способов объединения достоинств данных подходов является создание быстрых и точных методов вокселизации полигональных объектов. В статье предлагается новый алгоритм вокселизации полигональных моделей.

трёхмерные модели, полигональные модели, воксельные модели, вокселизация

На данный момент наиболее часто использующимися подходами к созданию трёхмерных моделей являются полигональный и воксельный подходы.

Полигональная модель состоит из полигонов – двумерных примитивов различной формы (чаще всего треугольников), которые связаны между собой в полигональную сетку – структуру, описывающую совокупность полигонов и их связанность между собой. Данная полигональная сетка описывает моделируемый объект как полую оболочку, «оборачивающую» объект в полигоны. Такая модель проста в создании и занимает небольшие объёмы памяти.

Другим методом построения трёхмерных моделей является воксельного построение. Для создания воксельного объекта, применяются воксели – трёхмерные примитивы (кубы и пирамиды), которые связаны между собой в ортогональные графы – граф, имеющий 8 объектов-детей. Метод построения заключается в создании из вокселей объемной модели объекта. Данные модели занимают большие, по сравнению с полигональными моделями, объёмы памяти, но позволяют передавать внутреннее строение объекта.

Как можно заметить, каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому в научной среде ведутся исследования по вопросам объединения подходов для объединения их обоюдных преимуществ. В качестве решения данной проблемы предлагается применение процесса вокселизации.

Вокселизация является процессом преобразования полигональных моделей в воксельные. На данный момент ведутся исследования отдельных методов для вокселизации объектов.

Например, в статье «Generating a smooth voxel-based model from an irregular polygon mesh»[1] авторы описывают метод итерационного разделения полигональной модели на составляющие объекты, которые можно описать единичным вокселем. Данный метод отличается тем положительным качеством, что позволяет задавать точность преобразования, так как возможно установить минимум на размеры полигональных объектов. Также данный метод позволяет производить параллельную обработку каждого объекта.

В статье «A Depth Buffer Based Voxelization Algorithm»[2] авторы предлагают применение буферизации для определения принадлежности определённой координаты по x,y,z объекту. Если координата принадлежит объекту, то по этой координате рисуется воксель. Данный метод, по мнению авторов, прост в реализации и достаточно быстрый, однако не учитывает наличие в полигональной модели пустот.

В качестве альтернативы рассмотренным методам в статье будет предложен метод на основе субстракции полигональной модели из монолитного воксельного объекта.

Пусть имеется полигональная модель, обладающая максимальными значениями высоты, ширины и долготы (она может быть вписана в прямоугольник с данными параметрами) и монолитный воксельный объект с теми же параметрами (Рисунок 1) .

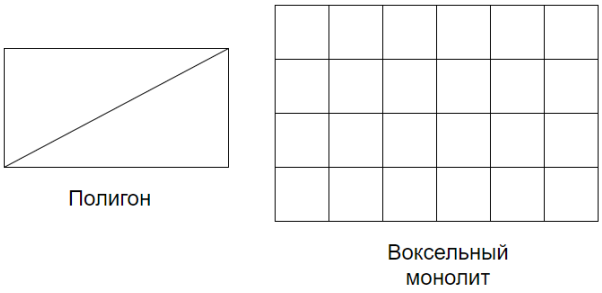


Рис. 1. Исходные элементы

Для создания воксельной модели на основе полигональной, полигональная модель совмещается с монолитным воксельным объектом. Затем происходит вычисление коллизий, где полигоны пересекают отдельные воксели или связи между вокселями. Те воксели, что находятся внутри объекта сохраняются, а те, что находятся снаружи объекта – удаляются. Для вокселей, находящихся на пересечение, возможны варианты удаления, сохранения или итерационное разбиение на более мелкие воксели и проверка их коллизий (Рисунок 2).

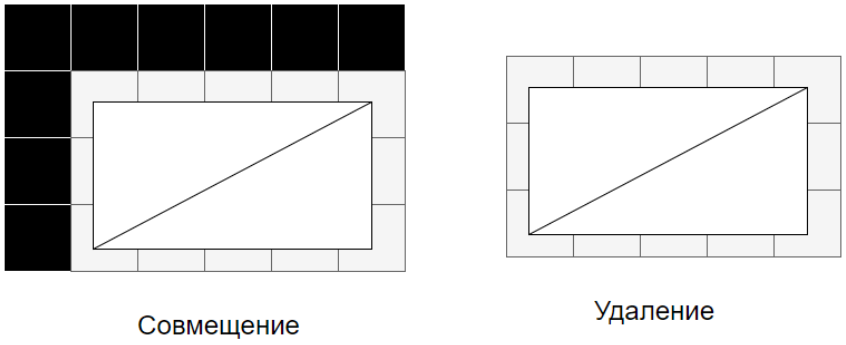


Рис.2. Совмещение и удаление (субстракция)

При этом возможно решить проблему внутренних пустот полигонального объекта. Для этого можно предложить обработку вокселей «к центру», то есть происходящую от краёв монолита к центру послойно. При этом требуется на каждом слое проверять значение предыдущего вокселя в связи. Если воксель пересекает плоскость объекта, а предыдущий воксель находится внутри объекта, то последующий воксель можно считать находящимся за пределами (во внутренних пустотах). На рисунке 3 представлена визуализация ряда.

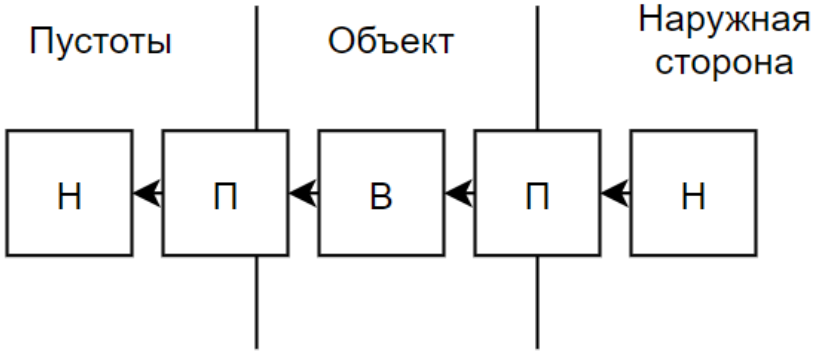


Рис.3. Определение пустот

На данном рисунке буквой Н отмечены наружные воксели, буквой П – пограничные, а буквой В – внутренние. Для определения пустот могут быть использованы два следующих правила:

- Если воксель пограничный, а его предок наружный, значит последующий – внутренний.
- Если воксель пограничный, а его предок внутренний, значит последующий – наружный.

После этого все наружные воксели могут быть удалены, таким образом, оставляя в итоговой модели пустоты на требуемых местах.

Таким образом, предлагается новый критерий, позволяющий произвести передачу в итоговой модели всех особенностей внутреннего строения исходного объекта.

Список используемых источников

1. Daniel Cohen, Arie Kaufman, Yingxing Wang. Generating a smooth voxel-based model from an irregular polygon mesh // The Visual Computer. 1994 Vol.10. P. 295-305.

2. Aggeliki Karabassi, George Papaioannou, Theoharis Theoharis A Depth Buffer Based Voxelization Algorithm // Journal of Graphics Tools. 1999. Vol. 4(4). P. 5-10.

3. Ji Jia, Zheng Qin, Junying Chen A New Method on Voxelizing Triangular Mesh Model // Information Technology Journal. 2007. Vol. 6(8). P. 1286–1289.

4. Michael Boyles, Shiaofen Fang, Slicing-Based Volumetric Collision Detection // Journal of Graphics Tools. 1999. Vol. 4(4). P. 23-32.

УДК 519.876.5
ГРНТИ 47.55.35

ПРИМЕНЕНИЕ CSOUND ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ FM-СИНТЕЗАТОРА YAMAHA TX-81Z И РАЗРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

Е. С. Пак, Г. Г. Рогозинский
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья обозревает вопросы, связанные с моделированием аппаратных систем синтеза и обработки звука на примере синтезатора Yahama TX81Z. Данный синтезатор используется для синтеза звука по принципу частотной модуляции (FM-синтеза). Для программного моделирования применяется специализированный язык Csound. Также обозреваются модели основных FM-синтезаторов, метод моделирования устройств синтеза звука и анализ результатов, полученных при моделировании.

системы синтеза звука, моделирование, языки компьютерной музыки, Csound, FM-синтез

Введение

Две последние декады XX века оказались ключевыми для современного звучания электронной музыки. Было выпущено значительное количество синтезаторов, звук которых определил звучание сегодняшних музыкальных стилей электронной музыки. Однако, когда имеются подробные сведения о таких моделях, как *Yamaha DX7 и Roland TB303*, по-прежнему остаются мало изучены принципы моделирования многих других синтезаторов. Из ряда последних можно выделить такие модели, как *TX81Z* и *FS1R*. Те программные модели, что существуют сегодня, не имеют широкого распространения и ставятся под сомнение специалистами. Кроме того, политика конфиденциальности коммерческих программных реализаций исключает изучение алгоритмов специалистами в области компьютерной музыки и обработки звука.

Обзор основных реализаций FM-синтеза

Алгоритм цифрового *FM*-синтеза впервые был предложен Д. Чоунингом в Стенфордском университете в 1967-68 годах, лицензирован японской компанией *Yamaha* в 1973 году [1, 3]. Наиболее известной аппаратной реализацией *FM*-синтеза является синтезатор *Yamaha DX7*, выпущенный в 1983 году. *Yamaha* остановила выпуск аппаратных *FM*-синтезаторов в начале 90х в связи с переходом на производство многофункциональных рабочих станций. Таблица 1 содержит сводную информацию об основных *FM*-синтезаторах в хронологическом порядке.

ТАБЛИЦА 1. Основные аппаратные и программные реализации *FM*-синтеза

Название/ год выпуска	**Исполнение**	**Операторы/ Алгоритмы**	**Волноформы**	**Интерфейсы**	**Совместимость**
Yamaha DX7 (1983) **Yamaha DX7-II** (1987)	Аппаратная модель, 61 клавиша	6 OPs /32 ALGs	Синус	MIDI IN/OUT/THRU	-
Yamaha TX81Z (1987)	Аппаратная модель, 1U	4 OPs /8 ALGs	8 форм	MIDI IN/OUT/THRU	-
Yamaha FS1R (1998)	Аппаратная модель, 1U	8 OPs /88 ALGs	8 форм	MIDI IN/OUT/THRU	-
NI FM8 (2006)	Программный плагин	6 OPs /произв.	32 формы	VST/AU/AAX	DX7, DX7-II, DX11, TX81Z, DX21, DX27, DX100
Image-Line Sytrus (2008)	Программный плагин для FL Studio	6 OPs /произв.	Без огр.	ReWire, MIDI	-
asb2m10 Dexed (2016)	Программный плагин	6 OPs /32 ALGs	Синус	VST/AU/LV2	DX7
Hexter (2004)	Программный плагин	6 OPs /32 ALGs	Синус	DSSI	DX7
Arturia DX7 V	Программный плагин	6 OPs /32 ALGs	25 форм	VST/AU/AAX	DX7
LoftSoft FMHeaven (2004)	Программный плагин	6 OPs / произв.	16 форм	VST	DX7, TX81Z
Oxe FM Synth (2004)	Программный плагин	6 OPs* /произв.	6 форм	VST	-
DXi FM (2011)	Приложение для iPad	4 OPs / 8 ALGs	12 форм	CoreMIDI, AudioBus	-
KQ Dixie (2018)	Приложение для iPad	6 OPs / 32 ALGs	Синус	AU, CoreMIDI, Audiobus	DX7
Primal Audio FM4 (2014)	Приложение для iPad	4 OPs / 8 ALGs	8 форм	Inter-APP, MIDI, AudioBus	-
Yamaha reface DX (2015)	Аппаратный синтезатор, 37 клавиш	4 OPs / 12 ALGs	Синус	USB MIDI	-
Korg Volca FM (2015)	Аппаратный синтезатор, 15 клавиш	6 OPs / 32 ALGs	Синус	MIDI IN, SINC	DX7

Из таблицы видно, что большинство представленных в ней реализаций направлено на воссоздание качеств *Yamaha DX7*, что подтверждает обозначенный выше тезис об актуальности разработки моделей других устройств.

Описание метода моделирования

В «классическом» варианте компьютерного синтеза звука, процесс формирования любого тембра можно разделить на следующие обобщенные этапы: генерация звуковой основы, манипуляция исходными элементами для формирования основного тембра, дополнительная обработка, включающая в себя различные эффекты. Как правило, дополнительная

обработка рассматривается как побочный элемент синтеза звука. Следовательно, при возможности «расслоить» тезаурус тембра на три компоненты [4],

$$\langle T \rangle^{\xi^T} = \langle T \rangle^{\xi^{T_0}} \cup \langle T \rangle^{\xi^{T_X}} \cup \langle T \rangle^{\xi^{T_F}} = \langle T \rangle^{\xi^{T_0} + \xi^{T_X} + \xi^{T_F}}, (1)$$

где ξ^{T0} – тезаурус формирования основного тембра,
ξ^{TX} – тезаурус манипуляции элементами тембра,
ξ^{TF} – тезаурус дополнительной обработки,

мы можем установить степень подобия одного тембрального пространства другому и, тем самым, сократить или обобщить описание. При неверном моделировании тезауруса, определяющего формирование тембрального ядра синтезатора, все дальнейшие операции лишены смысла.

Описание объекта моделирования

Синтезатор *Yamaha TX81Z* (1987) представляет собой 4-х операторный *FM*-синтезатор в рэковом исполнении [5]. Наиболее характерным и известным звуком данного синтезатора является пресет C15 *Lately Bass*, который можно услышать во многих композициях танцевальной сцены ранних 90х.

В качестве программной среды синтеза звука в режиме реального времени была выбран *Csound* [6, 7], представляющий собой язык программирования, предназначенный для синтеза и обработки звуковых сигналов.

Первым шагом к построению модели является измерение параметров и характеристик синтезатора, например, параметров расстройки (*detune*), затем решается вопрос о возможности и необходимости аппроксимации результатов, следующим этапом моделирования является создание модели в среде Csound, затем выполняется сравнение параметров сигналов, полученных с помощью модели, с оригинальными. Если модель не нуждается в дальнейшем уточнении, выполняется разработка соответствующего интерфейса пользователя.

В силу значительного числа значений каждого параметра (в *MIDI*-совместимых устройствах – как правило, это $2^7 = 128$ значений) задача моделирования и дальнейшей оптимизации кода упрощается, если удается получить аппроксимацию изменения параметра во времени. При заданном шаге N снимаются значения параметра и моделируются в программе. Промежуточные значения получаются путем линейной или кубической интерполяции за счет встроенных средств *Csound*. Затем оценивается точность моделирования по промежуточным значениям. При этом рассматривается подобие во временной области (T-область), в частотной (F-область) и субъективное подобие. Не смотря на очевидное наличие корреляции между тремя перечисленными оценками подобия, нередко возможны ситуации, когда при подобии функций спектральной плотности

двух сигналов, их временное представление отличается, например, за счет разных фазовых соотношений. Кроме того, незаметные через средства визуализации особенности сигналов могут оказаться различимыми аудиально. Таким образом, важна интегральная оценка степени подобие оригинального и синтезируемого сигналов.

На данный момент в модели реализована генерация всех оригинальных форм волн. Так же реализована генерация огибающей и модель коммутации операторов. На рисунке 1 приведены результаты сравнения оригинальных волновых форм с модельными в частотной области.

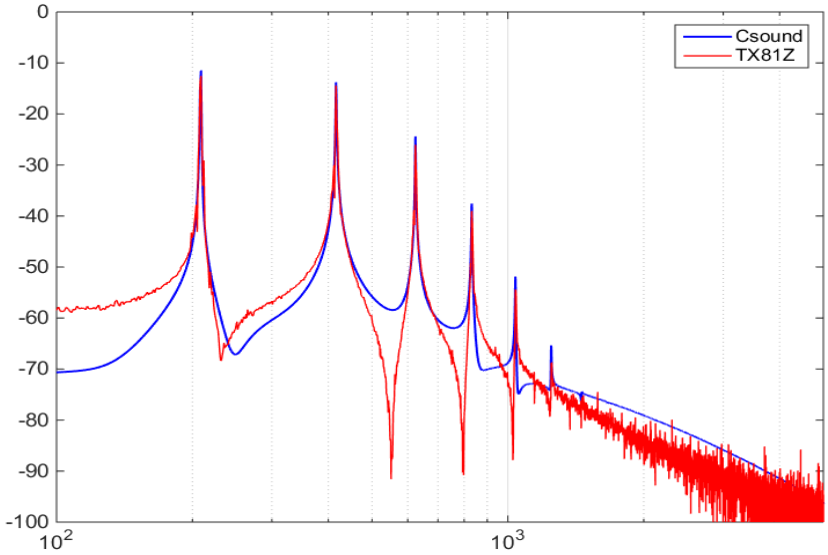


Рис. 1. Результаты сравнения оригинальной и модельной волновых форм

Заключение

Таким образом полученный метод может применяться для моделирования разных аппаратных устройств синтеза и обработки звука. Целесообразность дальнейших исследований определяется отсутствием точных программных моделей аппаратных синтезаторов. На следующих этапах планируется разработка пользовательского интерфейса, а также субъективная оценка точности моделирования. Критерием подобия выступит схожесть с пресетом C15 *Lately Bass*. Полученный код будет скомпилирован в качестве *VSTi/AU* плагина с помощью *Csound Cabbage*.

Список используемых источников

1. Roads, C. The Computer Music Tutorial / C. Roads. – Boston : MIT Press, 1996. – 1234 p.
2. Chowning, J. M. The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation / J. M. Chowning // J. Audio Eng. Soc. – 1973. – 21. – 7. – P. 526–534.
3. Chowning, J. FM Theory & Applications by musicians for musicians / J. Chowning, D. Briston // Yamaha Music Foundation, 1986. - 194 p.
4. Рогозинский, Г. Г. Тембральные пространства в задачах сонификации киберфизических систем / Г. Г. Рогозинский, А. Д. Сотников // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2018. – № 2(46).

5. FM tone generator TX81Z user's manual / Yamaha Music Foundation, 1987. - 86 p.
6. The Csound book: Perspectives in Software Synthesis, Sound Design, Signal Processing, and Programming / ed. R. Boulanger. – Boston : MIT Press. – 2000. – 782 p.
7. Lazzarini, V. Csound: A Sound and Music Computing System / V. Lazzarini, S. Yi, J. ffitch, J. Heintz, Ø. Brandtsegg, I. McCurdy. – Cham : Springer IPS, 2016. – 516 p.

УДК 004.514
ГРНТИ 50.41.29

МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

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

Важным аспектом при определении качества работы программного обеспечения является удобство его использования. Существует множество методов, позволяющих оценить эффективность и удобство использования интерфейса программного продукта. В данной статье рассматриваются некоторые из этих методов, их преимущества и недостатки, а также условия, при которых их лучше использовать для получения наилучших результатов тестирования.

пользовательский интерфейс, юзабилити тестирование, методы тестирования.

В настоящее время при проектировании программных продуктов большое внимание уделяется удобству их использования. В первую очередь это вызвано большим количеством конкурентов на рынке программного обеспечения. Наиболее удобные и понятные программные продукты пользуются большей популярностью у пользователей, чем сложные в использовании и непонятные программы.

В области разработки программных продуктов с удобством использования тесно связан термин юзабилити. В соответствии с международным стандартом ISO 9241-11:2018 «Ergonomics of human-system interaction» («Эргономика человеко-машинного взаимодействия») термин юзабилити (usability) определяется как «степень эффективности, продуктивности и удовлетворенности, с которыми продукт может быть использован определенными пользователями в определенном контексте для достижения определенных целей» [1]. Юзабилити тестирование представляет собой комплекс методов, используемых для оценки качества взаимодействия человека с программным продуктом и направленных на выявление проблем пользовательского интерфейса, снижающих эффективность его использования [2]. Данные методы позволяют определить, достаточно ли понятен, логичен и удобен интерфейс пользователя, правильно ли работают все его элементы. Выбор того или иного метода тестирования зависит от самого программного продукта, а также от временных и финансовых ресурсов, выделяемых на данное тестирование. Чаще всего результатом юзабилити тестирования является перечень рекомендаций, направленных на повышение удобства использования программного продукта конечным пользователем.

Методы тестирования интерфейсов можно классифицировать на методы с привлечением пользователей, и методы без привлечения

пользователей. Отличие между ними заключается в том, что результаты методов без привлечения пользователей зависят от экспертных знаний оценщика пользовательского интерфейса, в то время как результаты методов с привлечением пользователей зависят в основном от наблюдений за потенциальными пользователями программного продукта. Единого мнения относительно того методы какого из этих двух классов являются наилучшими нет, поскольку ни одни из них не могут определить абсолютно все проблемы пользовательского интерфейса.

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки и подходит для использования в определенных ситуациях. Основное преимущество методов с привлечением пользователей заключается в том, что в них привлекаются реальные люди, представляющие целевую аудиторию данного программного продукта. Основным же их недостатком является дороговизна и трудоемкость. Что касается методов без привлечения пользователей, то их главное преимущество заключается в том, что они менее затратны, требуют меньше времени на проведение и обработку результатов. Недостатком данных методов является то, что их результаты представляет собой субъективную оценку, зависящую от мнения и опыта экспертов, которые привлекались к исследованию [3].

Наиболее популярными методами с привлечением пользователей, являются следующие методы: метод «мыслей вслух», «открытая» и «закрытая» карточная сортировка, отслеживание движения глаз.

Метод «мысли вслух» (think-aloud) является одним из самых ценных методов оценки удобства пользовательского интерфейса. Суть данного метода очень проста и заключается в том, что пользователь непрерывно озвучивает свои мысли, чувства и представления, которые у него возникают во время использования программного продукта [4]. Данный метод позволяет лучше понять мотивы пользователя, а также определить места, в которых у него возникают затруднения при работе с системой.

Преимуществом метода «мысли вслух» является то, что для его применения не нужно дорогостоящее оборудование, благодаря чему стоимость тестирования сравнительно небольшая. Для его проведения достаточно всего 5 респондентов. Недостатком же метода является то, что он совершенно не подходит в случаях, когда необходимо получить количественную оценку эффективности использования программного продукта, например, определить скорость выполнения пользователем каких-либо задач. Это связано в первую очередь с тем, что необходимость проговаривания всех своих действий и мыслей заметно снижает скорость работы пользователя. Кроме того, для многих людей может быть довольно непривычно, озвучивать свои мысли, из-за чего также могут возникнуть некие сложности, влияющие на результаты тестирования.

Карточная сортировка представляет собой метод тестирования, который позволяет лучше понять ожидания потенциальных пользователей

относительно макета и навигации программного продукта. Данный метод очень прост. Пользователю даются карточки, на которых написаны слова и фразы, описывающие элементы интерфейса, и которые необходимо классифицировать в соответствии со своими предпочтениями. Для повышения ценности результатов исследования в ходе выполнения сортировки, желательно чтобы пользователь объяснял, почему он поместил карту в ту или иную группу.

Существует два варианта карточной сортировки: «открытая» и «закрытая» карточная сортировка. Отличие «открытой» от «закрытой» сортировки заключается в том, что в случае «закрытой» сортировке пользователю заранее известны категории, по которым необходимо классифицировать объекты. В «открытой» карточной сортировке пользователь определят данные категории самостоятельно.

Данный метод является одним из самых простых, недорогих и надежных видов юзабилити тестирования. Кроме того, он не требует привлечения большого числа респондентов. Наиболее оптимальное число участников исследования составляет 15 человек. Несмотря на все преимущества данного метода, он имеет и свои недостатки. Так, например, метод не учитывает целей и задач пользователей, он ориентирован только на расположение тех или иных объектов в интерфейсе, на информационную архитектуру системы [4]. Данный метод чаще всего используются для проверки удобства использования сайтов и небольших приложений. Для более сложных программных продуктов использование данного метода может быть затруднительно, так как анализ полученных с помощью карточной сортировки результатов может занять очень много времени.

Метод отслеживания движения глаз (eye tracking) основан на использовании технологии для определения положения взгляда человека относительно монитора компьютера. Знание того, куда смотрят пользователи при использовании программного продукта, позволяет лучше понять, как расставить те или иные элементы интерфейса.

Основное преимущество данного метода заключается в том, что он позволяет фиксировать естественные реакции человека, которые довольно сложно имитировать, благодаря этому тестирование является максимально непредвзятым. Главным минусом метода является необходимость использования довольно дорогостоящего оборудования, позволяющего осуществлять отслеживание взгляда пользователя. Исследования, проводимые с применением данного метода, сложны в проведении и анализе.

Методами проверки качества пользовательского интерфейса без привлечения пользователей является экспертная и эвристическая оценка.

Эвристическая оценка представляет собой метод тестирования пользовательского интерфейса, при котором эксперты, чаще всего

специалисты в области юзабилити, поочередно осуществляют оценку всех элементов интерфейса программного продукта, опираясь на заранее подготовленные организаторами эвристики (наборы параметров для оценки – принципы юзабилити) [3].

Данный метод довольно популярен, так как является наиболее доступным в сравнении с другими методами юзабилити тестирования, такими как «мысли вслух», отслеживание движения глаз и так далее. Он позволяет довольно быстро и дешево найти проблемы в интерфейсе программного продукта, однако требует определенных знаний и умений в применении эвристик от эксперта.

Эвристическая оценка каждого эксперта субъективна и зависит от особенностей его восприятия и опыта работы с эвристиками, именно поэтому минимальным числом экспертов для проведения исследования качества интерфейса с помощью данного метода является 3 человека.

Эвристическая оценка позволяет обнаружить далеко не все проблемы интерфейса программного продукта. С ее помощью почти невозможно выявить структурные проблемы системы [5]. По этой причине многие эксперты рекомендуют использовать данный метод в сочетании с другими методами тестирования, например, с карточной сортировкой. Это позволяет достичь лучших результатов при исследовании качества интерфейса.

В отличие от эвристической оценки экспертная оценка основывается не на подготовленных заранее эвристиках, а исключительно на опыте эксперта в области юзабилити. Каждый из экспертов самостоятельно ищет проблемы интерфейса, которым в последующем присваивает ту или иную степень важности. Наиболее важные проблемы интерфейса решаются в первую очередь.

Данный метод тестирования очень быстр и легок, кроме того он является довольно дешевым в сравнении со многими другими методами. Его недостатком, также как и у эвристической оценки, является субъективность полученных результатов, из-за чего рекомендуется привлекать нескольких экспертов к исследованию.

Юзабилити тестирование позволяет создавать более понятное, удобное и не требующее много времени для освоения программное обеспечение. Рассмотренные в данной статье методы тестирования позволяют найти проблемы в интерфейсах программных продуктов, а также сформировать рекомендации по их устранению.

Выбор метода юзабилити тестирования является очень важным этапом в оценке качества интерфейса. Необходимо выбрать тот метод, который подойдет под специфику исследуемого программного продукта, а также будет соответствовать имеющимся временным и финансовым ресурсам. Так как ни один из методов тестирования не позволяет найти абсолютно

все проблемы интерфейса, наилучшим вариантом является использование при исследовании нескольких методов в комплексе.

Список используемых источников

1. ИСО 9241-11:2018 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 11. Обеспечение пригодности использования. Определения и понятия (ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts)

2. Layla Hasan, The usefulness of user testing methods in identifying problems on university websites [Электронный ресурс] // Journal of Information Systems and Technology Management. 2014. N 2. С. 229 – 256. URL: https://paperity.org/p/190431618/ the-usefulness-of-user-testing-methods-in-identifying-problems-on-university-websites (дата обращения: 16.11.20).

3. Jehad Alqurni, Roobaea Alroobaea, Mohammed Alqahtani, Effect of User Sessions on the Heuristic Usability Method [Электронный ресурс] // International Journal of Open Source Software and Processes. 2018. N 9. С. 62 – 81. URL: https://www.researchgate.net/publication/325462182_Effect_of_User_Sessions_on_the_Heuristic_Usability_Method (дата обращения: 16.11.20).

4. Сергеев С. Ф. Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. 117 с. URL: https://books.ifmo.ru/file/pdf/1363.pdf

5. Michael D. Levi, Frederick G. Conrad, Usability testing of world wide web sites [Электронный ресурс] // Human Factors in Computing Systems: материалы конф., Атланта, Джорджия, США, 22-27 марта 1997. URL: https://doi.org/10.1145/1120212.1120358 (дата обращения 10.11.2020).

УДК 004.4
ГРНТИ 27.21

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ

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

Изучение начертательной геометрии является неотъемлемой частью подготовки специалистов самых разных областей. В данной статье рассматриваются программные продукты, которые чаще всего используются в качестве инструментов для решения задач геометрического моделирования, их функциональные возможности, преимущества и недостатки.

начертательная геометрия, геометрическое моделирование, динамические системы, Simplex, GeoGebra, AutoCAD.

Начертательная геометрия является одной из фундаментальных дисциплин инженерно-технического образования. Ее изучение играет важную роль при подготовке специалистов технического профиля. Методы начертательной геометрии используются в архитектуре, в авиационной и в судостроительной промышленности. Многие прикладные задачи специальных инженерных дисциплин таких, как химия, картография, машиностроение, механика, также решаются с использованием методов данной дисциплины.

В настоящее время для решения задач начертательной геометрии очень часто используют специальное программное обеспечение. Оно позволяет не только автоматизировать выполнение многих геометрических операций, которые обычно реализуются с использованием чертежных инструментов, но и выполнить такие построения, реализация которых с помощью традиционных средств сложна, а порой и вовсе не возможна. Большинство подобных программ представляют собой динамические среды проектирования, то есть позволяют делать построения, исходные данные которых можно изменять, не изменяя при этом сам алгоритм построения. Данные программы являются отличными вспомогательным средством при изучении начертательной геометрии. Визуализация учебного материала оказывает огромную помощь в восприятии и понимании предмета, повышая тем самым уровень их графической подготовки [1].

Целью данной работы является анализ систем динамической геометрии, используемых при изучении начертательной геометрии. В качестве примеров подобных систем были рассмотрены: Simplex, GeoGebra, AutoCAD.

Simplex представляет собой программный продукт, главной задачей которого является помощь в решении задач конструктивного геометрического моделирования [2]. Он также дает возможность выполнять некоторые логические и арифметические операции, однако совершенно не подходит для решения задач связанных со статистикой, графами и выполнения различных математических вычислений, таких как вычисление производных, интегралов, решение дифференциальных уравнений и т.д.

Программа Simplex имеет множество инструментов, позволяющих выполнять различные построения на плоскости, а также огромное количество заранее прописанных функций, часто используемых при решении сложных геометрических задач. То, что во многих других программах необходимо строить с нуля, здесь выполняется автоматически. Кроме того Simplex позволяет пользователям создавать собственные функции и алгоритмы, которые можно будет использовать в дальнейшем.

Simplex дает возможность работать не только в двухмерном, но и в трехмерном пространстве, однако работать в нем поначалу довольно неудобно. Так, например, в программе нет специальных инструментов для построения трехмерных объектов. Данные объекты задаются через отдельное окно построения, где в зависимости от их типа указываются определенные входные параметры. Кроме того, для создания некоторых даже самых простых трехмерных объектов необходимо выполнить дополнительные построения. Например, чтобы построить сферу нужно сначала построить две окружности, являющиеся ее видами спереди и сверху. Также в Simplex нет инструментов, позволяющих создавать такие типовые трехмерные объекты, как куб, пирамида, цилиндр и т.д. Для их создания необходимо выполнить целый ряд построений и преобразований. Помимо двухмерного и трехмерного пространства, Simplex также предоставляет возможность работы с четырехмерным, пятимерным и т.д. пространством, что является одним из его главных преимуществ перед другими системами динамической геометрии.

Simplex позволяет решать метрические задачи. В нем есть функций определения длин отрезков, величин углов, площадей замкнутых контуров, но при этом нет функций определения объема трехмерных объектов.

Программа может использоваться для создания чертежей. Она имеет все необходимые инструменты для обозначения размеров и расстояний, а также довольно обширный инструментарий для редактирования внешнего вида чертежа.

Simplex позволяет экспортировать созданные в ней чертежи и объекты в другие программы и среды. В ней есть транслятор, преобразующий алгоритмы построений в код на таких языках программирования, как Pascal, MaxScript (для переноса построений в Autodesk 3ds Max), VHDL, WebGL (для переноса в браузер) и т.д. Также Simplex поддерживает многие

форматы файлов других программных продуктов, благодаря чему можно переносить построения в следующие программы: AutoCAD, Adobe Illustrator, CorelDraw, SolidWorks и т.д.

Пользовательский интерфейс программы несколько запутанный. Названия некоторых пунктов меню не совсем понятны, как и непонятно то, почему некоторые из них объединены в те или иные группы.

Simplex имеет подробные справочные материалы, описывающие использование всех имеющихся инструментов и функций, однако данной информации порой не достаточно для понимания принципа работы некоторых из них, особенно для людей, только начавших изучение начертательной геометрии.

GeoGebra представляет собой математическое программное обеспечение, предназначенное для изучения математики и естественных наук уровня от начальной школы до университетского и в отличие от Simplex оно включает в себя не только начертательную геометрию, но и такие разделы математики, как алгебра, графы, статистика и т.д. [3].

Также как и Simplex данная программа имеет множество инструментов, позволяющих выполнять различные построения не только в двухмерном, но и трехмерном пространстве. Однако в отличие от Simplex она является более удобной в плане работы с трехмерным пространством. Программа позволяет не только посмотреть на модель под разными углами, но и предоставляет удобные инструменты для создания типовых трехмерных объектов. Для их создания в GeoGebra не нужно указывать никаких входных параметров или делать дополнительные построения, что позволяет намного быстрей справиться с задачей создания трехмерной модели. Кроме того, в отличие от Simplex GeoGebra позволяет определять объем трехмерного объекта.

В случае необходимости в GeoGebra есть возможность создавать собственные инструменты (алгоритмы) и редактировать уже существующие [4]. Принцип создания нового инструмента тот же что и в Simplex: создается некое построение, указываются входные и выходные данные и задается имя нового инструмента, после чего он появляется в меню и на панели.

Все построения и расчеты, выполняемые в системе, описываются в отдельном окне – поле объектов, в виде, зависящем от типа создаваемого объекта [5]. Если на полотне построить точку, то в окне поля объектов появится запись, содержащая ее координаты. Если же построить прямую, гиперболу или окружность, в поле объектов появится запись с уравнением, описывающим объект. При изменении информации об объекте в поле объектов, меняются построения и на полотне, и, наоборот, при изменении построений, информация о них в поле объектов также изменяется. Данная функция системы очень полезна, особенно при работе с графиками.

GeoGebra позволяет преобразовывать созданный чертеж в программный код на языке Java для его последующего включения в веб-страницы. Также она позволяет сохранить чертеж как веб-страницу в формате HTML, оставляя при этом возможность его редактирования.

В отличие от Simplex у GeoGebra существует большое количество интерактивных учебно-методических ресурсов, позволяющих самостоятельно разобраться в работе программы. Данные ресурсы постоянно пополняются новыми примерами решений задач, демонстрирующими возможности программы.

Программа имеет удобный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Она отлично подходит для изучения начертательной геометрии и очень удобна для решения различных математических задач, однако для сложных геометрических задач, в которых используются объекты сложной геометрической формы (например, циклид Дюпена или некоторые тела вращения), она не подходит, так как в отличие от Simplex не имеет необходимых для этого инструментов.

AutoCAD является одним из самых популярных программных пакетов для создания чертежей и работы с ними на компьютере. Основным назначением системы является автоматизированное проектирование таких объектов, как электрические схемы, объекты машиностроения, архитектурные и дизайнерские проекты. Так как AutoCAD в первую очередь предназначен для черчения, он имеет все необходимые для создания чертежей инструменты и функции.

AutoCAD позволяет работать в двухмерном и трехмерном пространстве. Работа в трехмерном пространстве в AutoCAD реализована удобнее, чем в Simplex и GeoGebra. Программа имеет большое количество инструментов для построения трехмерных и двухмерных объектов, из-за чего порой бывает достаточно затруднительно найти нужный инструмент. Построение объектов может осуществляться как с помощью специальных инструментов, как в GeoGebra, так и с помощью указания входные параметров в окне построения.

Как и GeoGebra данная программа позволяет не только находить величины отрезков и углов, высчитывать площадь, но и определять объем созданной фигуры.

Так как программа предназначена в первую очередь для проектирования сборочных чертежей, она содержит очень большое количество функций, которые не нужны при решении задач начертательной геометрии, из-за чего интерфейс программы кажется достаточно запутанным и громоздким. Однако благодаря своей популярности AutoCAD имеет огромное количество обучающих ресурсов, позволяющих самостоятельно разобраться в работе этой программы.

AutoCAD может использоваться для решения, как простых, так сложных геометрических задач. Но так как в отличие от Simplex он не

имеет заранее прописанных функций, применяемых для решения сложных геометрических задач, все преобразования и построения, которые в Simplex выполняются автоматически, в данной программе придется выполнять вручную. AutoCAD не позволяет создавать сценарии так, как это делается в Simplex или GeoGebra. Для создания сценария в AutoCAD необходимо использовать специальный язык программирования AutoLisp. В этом плане программы Simplex и GeoGebra имеют некие преимущества пред AutoCAD, так как они не подразумевают использование пользователем никаких языков программирования.

Из рассмотренных программ только Simplex и GeoGebra предназначены непосредственно для решения учебных задач по начертательной геометрии. Главной задачей программы AutoCAD является автоматизация процесса создания чертежей. Она имеет много совершенно не нужных для решения геометрических задач функций и инструментов, что иногда может очень сильно отвлекать пользователя от его прямых задач. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при решении геометрических задач наилучшим выбором среди рассмотренных программ являются Simplex и GeoGebra. Программная среда GeoGebra больше подходит для решения задач уровня сложности от начальной школы до университетского, более же сложные задачи требует наличия в программе определенных функций и инструментов, которых нет в GeoGebra, но которые в большинстве своем есть в Simplex. Поэтому решение задач более сложного уровня лучше осуществлять в программной среде Simplex.

Список используемых источников

1. Легкова И. А. Начертательная геометрия и современные возможности в процессе ее изучения [Электронный ресурс] // NovaInfo : электрон. научн. журн. 2017. N 58-4. URL: https://novainfo.ru/article/10600 (дата обращения: 12.11.20).

2. Волошинов Д. В. Теория автоматизации проектирования объектов и процессов на основе методов конструктивного геометрического моделирования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 28.01.10 / Волошинов Денис Вячеславович. СПб., 2010. 34 с.

3. Овсянникова Т. Л. Использование программы GeoGebra при обучении геометрии будущих учителей математики [Электронный ресурс] // Мир педагогики и психологии : электрон. научн. журн. 2018. N 11. URL: https://scipress.ru/pedagogy/articles/ispolzovanie-programmy-geogebra-pri-obuchenii-geometrii-budushhikh-uchitelej-matematiki.html (дата обращения: 08.11.20).

4. Gerard A. Venema, Exploring advanced Euclidean geometry with GeoGebra [Электронный ресурс] : Mathematical Association of America, 2013. 146 с. URL: http://vignette1.wikia.nocookie.net/math/images/7/7c/Exploring-Advanced-Euclidean-Ge-Unknown.pdf/revision/latest?cb=20151220081305&path-prefix=ro (дата обращения: 15.11.20).

5. Markus Hohenwarter, Karl Fuchs, Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra [Электронный ресурс] // Computers & Geosciences. 2001. N 27. С. 9 – 15. URL: https://www.researchgate.net/publication/228398347_Combination_of_dynamic_geometry_algebra_and_calculus_in_the_software_system_GeoGebra (дата обращения: 15.11.20).

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

SEO И ДИЗАЙН: ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОФОРМЛЕНИЕ

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

Поисковые системы играют важную роль в продвижении. Методы поисковой оптимизации, часто сокращаемые до «SEO», должны вести к первым позициям в результатах поиска. В статье рассматриваются наиболее важные факторы, которые могут помочь улучшить позиционирование в результатах поиска. Цель статьи состоит в том, чтобы определить, увеличивает ли поисковая оптимизация рейтинг веб-сайта в результатах поиска и, соответственно, приводит ли к увеличению трафика.

SEO-продвижение, Веб-дизайн, Веб-сайт, онлайн-клиенты, визуальная коммуникация.

В настоящее время общим центром для всех ресурсов, таких как бизнес, образование, исследование, услуги и т.д., является поисковая система. Поисковые системы переняли традиционные методы поиска. Почти все коммерческие предприятия, институты, финансовые секторы и академические институты зависят от поисковых систем для привлечения клиентов / студентов.

Веб-дизайн – составляющая часть SEO-продвижения. При этом эффект от разработки сайта с качественным дизайном и ориентацией на SEO-продвижение очевидно будет сильнее, когда оба этих инструмента применяются комплексно, дополняя друг друга. Между поисковым продвижением и визуальной составляющей проекта есть тесная связь, поскольку сейчас многое определяют поведенческие факторы сайта. А веб-дизайн, в свою очередь, ориентирован на то, чтобы сделать площадку удобной для пользователя.

Большинство клиентов – это онлайн-клиенты, и они ищут ресурсы с помощью поисковых систем. Этот поиск дает список ссылок, где искомый ресурс, скорее всего, будет найден в виде результата поиска. Чтобы вести успешный бизнес, в результатах поиска должна появиться ссылка на веб-сайт Компании или Института. Еще одним важным аспектом, связанным с результатом поиска, является положение ссылки на сайт в результатах поиска. Желательно появляться на первой странице результатов поиска. Для того чтобы ссылки на сайты появлялись в результатах поиска, они должны быть оптимизированы поисковыми системами (SEO). С веб-сайтами связан набор атрибутов, таких как содержание, ссылки, архитектура, социальные сети, доверие и т. д. Эти атрибуты играют важную роль, чтобы сделать веб-сайты дружественными для поисковых

систем. В зависимости от значения этих атрибутов сайты ранжируются поисковыми системами [1].

Роль нескольких атрибутов рассмотрено ниже. Так, контент-атрибут суммирует содержимое веб-страницы (контент) в одном или двух предложениях. Подробное содержание веб-сайта должно быть сосредоточено на ключевых словах, которые пользователи сети часто используют при поиске. Ключевые слова должны быть ориентированы на целевого клиента. Поисковые системы используют подсчет частоты ключевых слов как один из атрибутов ранжирования. Еще один интересный атрибут сайта – доверие. Каждое коммерческое предприятие хочет все больше и больше посетителей на свой сайт, то есть все больше и больше трафика на свои сайты. Если больше людей посещают веб-сайт, это создает репутацию для веб-сайта в зависимости от содержания веб-сайта. Если контент отличный, то ссылка на сайт может появиться в хорошем положении в результатах поиска. Трафик на сайт может быть прямым или реферальным. Атрибуты архитектуры веб-сайта связаны с дизайном и планированием веб-сайта. Веб-сайты должны быть спроектированы таким образом, чтобы увеличивать скорость страницы, поскольку скорость страницы также является одним из атрибутов, используемых поисковой системой. Веб-сайты должны быть спланированы так, чтобы доступ к ним был быстрым, то есть загрузка не должна занимать много времени. Один из способов увеличить скорость загрузки – кэширование веб-страницы. Лучшее кодирование может увеличить скорость веб-сервера. URL-адреса не должны быть беспорядочными, они должны быть чистыми без подчеркивания. Чистые URL-адреса помогают поисковым системам показывать релевантные URL-адреса в результатах поиска. Если на веб-сайте есть возможность совместного использования в социальных сетях, то это привлекает на веб-сайт значительный объем трафика. В социальных сетях, если одному человеку нравится веб-сайт и он делится им, то большинство его/ее друзей также посетят этот веб-сайт. Социальные сети также являются хорошей платформой для рекламы. Ссылки играют ключевую роль в популярности веб-сайта, поскольку в зависимости от слов в ссылке пользователь решает, нажимать или нет. Если все ссылки, поступающие на веб-страницу, содержат корректный текст, связанный с содержимым веб-страницы, то шансы на повышение рейтинга в поисковых системах больше [2].

В визуальной коммуникации основные элементы работают вместе, формируя принципы всей визуальной коммуникации. Эти основные элементы включают линию, форму, цвет, объем, текстуру, тон и пропорции, но не ограничиваются ими. Визуальная коммуникация сыграла важную роль в превращении университетов и колледжей в то, что они представляют собой сегодня. «Главное требование визуальной коммуникации – это одно из влияний нашей технологической культуры.

Книги устарели, а гипертекст в моде. Студенты больше не переходят с одной страницы на другую. Скорее они перемещаются по Интернету и переходят по гиперссылкам»[3].

Рынок, на котором работают высшие учебные заведения, характеризуется растущей конкурентной средой среди университетов с целью информирования, напоминания и убеждения потенциальных абитуриентов выбирать и применять свои программы на получение степени. Более того, будущие студенты, составляющие целевой рынок высших учебных заведений, характеризуются навыками работы в Интернете с хорошими коммуникативными навыками, более информированными и подготовленными к принятию решений. Это подчеркивает важную роль SEO-продвижения в привлечении и удержании студентов и его общую значимость в секторе высшего образования.

Проведено исследование сайтов Университетов Санкт-Петербурга. Предмет анализа – лидеры поисковой выдачи по запросу: «Сайты Университетов Санкт-Петербурга». К конкретным университетам относятся Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Санкт-Петербургский университет профсоюзов (СПбГУП) и Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ).

Исследование позволило выявить много общего между веб-сайтами проанализированных университетов. Большинство веб-сайтов содержали большие фотографии студентов, мест и людей, чтобы информировать потенциальных абитуриентов и аудиторию о своих предложениях. Кроме того, все они имели один или два уровня первичной навигации по меню веб-сайта со знакомым содержанием, которое включает типы программ на получение степени, способы подачи заявки, контактную информацию и многое другое. Два из веб-сайтов включали календарь событий, занимающий видное место на веб-сайте университета. FQA и отзывы студентов также были частью популярных стратегий веб-сайтов среди университетов. В целом, университеты использовали различные вербальные, визуальные и интерактивные компоненты на своих веб-сайтах, чтобы сообщить о своих предложениях и процессе межкультурной компетенции.

Каждый из кейс-вузов создал для себя обширный веб-сайт. В ходе исследовательской работы были проанализированы такие элементы, как веб-контент, структура соответствующей информации в Интернете, взаимодействие посетителей, визуальные сообщения, язык и интерактивные функции.

Исследование позволило сделать вывод, что для выведения сайта к первым позициям в результатах поиска нужно обращать внимание на все: чем больше разных закономерностей будет выявлено, тем выше шансы проекта соответствовать требованиям поисковиков и быть полезным для

пользователя. Повлиять на успех может как содержимое отдельной страницы, так и структура, удобство навигации по сайту в целом.

Часто разработка дизайна выстраивается линейно, главная страница позиционируется как первый этап. В действительности же значительная часть органического трафика инициируется внутренними страницами. SEO позволяет рассмотреть реальные сценарии взаимодействия пользователя с сайтом, положительно влияя на поведенческие показатели проекта. Это благоприятно скажется на его дальнейшем продвижении [4].

Проект сайта с грамотным дизайном – эффективный инструмент продвижения. Его разработка должна основываться на потребностях пользователя и требованиях главного источника трафика – поисковых систем. Сотрудничество дизайнеров с SEO-специалистом должно быть взаимодополняемым, причем на каждом из этапов разработки, с самого начала [5].

Исследование доказывает, что дизайн и эстетика оказывают глубокое влияние на то, как пользователи воспринимают информацию, учатся, оценивают надежность и удобство использования и, в конечном итоге, присваивают ценность продукту. Хотя стиль не заменяет содержание, но баланс стиля и содержания работает намного лучше.

Растущий интерес к измерению степени использования университетами своих веб-сайтов свидетельствует о растущем значении, которое университеты придают своим веб-сайтам. При разработке сайта важно выбрать подходящий контент, визуальные элементы и эстетику, которые обеспечивают двойную пользу: донесение правильного сообщения до нужной аудитории, а также создание прочной и эмоциональной связи со зрителями. Важно отметить, что каким бы визуально привлекательным и привлекательным ни казался университетский веб-сайт; чрезмерное использование графики и разрозненной информации может запутать потенциальных студентов и привести к потере интереса. Поэтому для привлечения потенциальных студентов и поддержки усилий по набору персонала необходимо сохранять простой дизайн с соответствующим использованием изображений и связанной с ними информации, которая должна быть хорошо организована и легко найти, наряду с удобной системой навигации. Один из лучших способов сохранить для потенциальных абитуриентов наилучшее качество подачи заявок на поступление – это разработать веб-сайты так, чтобы они обладали необходимой информацией, чтобы эти группы могли легко использовать сайт, находить информацию и получать доступ к помощи там, где это необходимо. Содержание веб-сайта должно быть четким, хорошо написанным, без ошибок, и пользователь должен видеть, как перемещаться по сайту.

Хотя наблюдения, показывают, что выбранные университеты преуспевают с точки зрения хорошего содержания и использования

визуальных элементов и эстетики на своих веб-сайтах в распространении предложений и возможностей для студентов и других заинтересованных сторон, все же эти учреждения могут сделать больше, имея хорошее архитектурное и релевантное содержание на своем веб-сайте для достижения целей и задач веб-сайта.

Также должны быть предприняты усилия по улучшению веб-контента, чтобы охватить как официальную информацию, так и информацию из повседневной жизни. На веб-сайтах этих университетов должна быть представлена очень важная повседневная информация, такая как информация об услугах здравоохранения, принимающем сообществе, социальных сетях, стоимости обучения, стипендии, возможностях программы обмена и т. д.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что конкретному университету (СПбГУТ) следует в срочном порядке улучшить архитектуру и содержание своего веб-сайта. Это сделает веб-сайт хорошим инструментом коммуникации, тем самым выведя сайт к первым позициям в результатах поиска. Это не только повысит удобство использования и видимость веб-сайта, но и поможет донести правильное представление об университете до потенциальных абитуриентов и других заинтересованных сторон, тем самым поможет продвигать университет и, в конечном итоге, увеличить количество учащихся.

Образовательный и другие секторы нуждаются в осведомленности о SEO. Алгоритмы поисковых систем обновляются очень часто, поэтому, чтобы идти в ногу с ними, необходимо регулярно обновлять веб-сайт за счет включения фактора ранжирования Google.

Список используемых источников

1. Plamer O. Web site usability, design, and performance metrics // Journal of Information Systems Research. 2002. №13 (2). 151-167.

2. Poock E. Characteristics of an effective web site in educational leadership // College Student Journal. 2006. №40(4). 785-790.

3. Matusitz R. The Current Condition of Visual Communication in Colleges and Universities of the United States // Journal of Visual Literacy. 2005. №25(1). 97-112.

4. Braddy W., Wuensch L. Internet recruiting: The effects of web page design features // Social Science Computer Review. 2003. №21. 374-385.

5. Schenkman B., Jonsson F. Aesthetics and preferences of web pages // Journal of Behaviour & Information Technology, Volume. 2000. №19. 367-377.

УДК 004.514
ГРНТИ 81.95.33

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНИМАЦИИ В РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСОВ

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

В данной статье рассматриваются такие понятия как UI- и UX-анимация, раскрываются современные принципы анимации, выявлены основные функции, которые выполняет анимация в пользовательском интерфейсе, раскрывается важная роль анимации в проектировании интерфейсов и обосновывается необходимость ее использования.

UX-анимация, UI-анимация, пользовательский интерфейс, конверсия, пользовательский опыт.

В настоящее время основная цель, которая стоит перед дизайнерами пользовательских интерфейсов – это обеспечение пользователей позитивным опытом взаимодействия с системой «человек-машина». Пользовательский опыт является важной составляющей проектирования интерфейса, он охватывает как эмоциональную сторону взаимодействия, так и практическую – полезность и простоту использования. Анимация пользовательского интерфейса способствует простому взаимодействию, она состоит из анимированных переходов, анимации прокрутки, загрузки и пр., и имеет потенциал для использования в целях повышения эффективности работы пользовательского интерфейса (простоты восприятия, удобства и т.д.). Однако переизбыток анимированных элементов ухудшает юзабилити веб-ресурсов и снижает конверсию, люди перестают ориентироваться в интерфейсе, соответственно у них пропадает желание им пользоваться.

Актуальность использования анимации в пользовательских интерфейсах заключается в том, что с появлением современных технологий у пользователей увеличиваются возможности управления взаимодействием и повышаются требования к визуальной составляющей страниц, соответственно анимация начинает играть более важную роль в интерфейсах – она влияет на поведение пользователя и делает взаимодействие с продуктом более понятным.

В настоящее время создаются технически более сложные продукты с точки зрения их использования, и потребитель может быстро запутаться в них. Анимация как инструмент взаимодействия тесно связана с пользовательским опытом, она служит ориентиром в интерфейсе, так как без нее элементы страницы стали бы резко перемещаться или пропадать,

что привело бы к потере внимания и негативным эмоциям со стороны потребителя. Также использование анимации позволяет донести важную информацию, фокусируя внимание на каких-то определенных элементах, не перегружая интерфейс.

Преимуществом использования анимации в интерфейсе является ее способность повышения качества юзабилити без использования тяжеловесных графических решений [1]. Она позволяет уменьшить количество элементов интерфейса, сделать его легким для восприятия, но при этом остается ощущение взаимодействия с объектами физического мира. Существует два вида современной анимации: UI-анимация и UX-анимация. Первая отвечает за визуальный облик интерфейса, а UX – анимация нацелена на пользователя и предназначена сделать взаимодействие пользователя с интерфейсом наиболее удобным.

Компания Google разработала стандарты по дизайну приложений Material design guidelines, в которых прописаны рекомендации относительно анимации в визуальном дизайне. Основная идея UI-анимации в Material Design – сделать пользовательский интерфейс выразительным и простым в использовании. Для этого она должна отвечать трем принципам: информативность, ориентированность и выразительность [2]. Также данным вопросом занималась компания Apple, которая сформировала свои собственные стандарты Human Interface Guidelines.

По сравнению с UI-анимацией UX-анимация имеет четкую цель, она ненавязчивая. UX-анимация способствует навигации по страницам и помогает пользователям выполнять простые небольшие задачи, такие как переход из одного места в другое или завершение процесса, например заполнение формы.

И. Вилленскомер, UI/UX дизайнер и преподаватель, в своей статье «Создание юзабилити посредством анимации: Манифест UX-анимации» разработал 12 принципов, которым должна отвечать анимация в пользовательских интерфейсах. Таким образом он делит их на 4 группы:

1) плавность, смещение и задержка относятся к временным ограничениям;
2) трансформация, изменение значений, маска, слои и клонирование относятся к непрерывным действиям;
3) параллакс, эффект, возникающий при прокрутке, относится к временной иерархии;
4) затемнение, многомерность, отъезжание и масштаб – относятся к пространственной целостности [3].

Одним из видов UX-анимации являются микровзаимодействия, которые описывает Дэн Саффер в своей книге «Microinteractions: Full Color Edition: Designing with Details». По его словам данный вид анимации предназначен для выполнения одной из следующих функций – обеспечение обратной связи, выполнение отдельной задачи, усиление ощущения прямой

манипуляции, визуализации результатов действий пользователей и предотвращения ошибок [4].

Анимированные элементы помогут улучшить юзабилити интерфейса, но не любая анимация подойдет для этой цели. Отклик от продукта должен быть максимально быстрый, даже если к концу процесс взаимодействия будет замедляться. Ученые экспериментировали с разными скоростями и видами анимации для выявления наилучшего варианта. Таким образом исследователи из компании Nokia выяснили, что, если анимация начинается медленно и ускоряется в конце, пользователям будет казаться, что продукт работает медленно, потому что люди получают обратную связь медленнее, чем ожидают. При обратном протекании скоростей пользователям проще ждать завершения процесса. Именно поэтому во многих приложениях, процесс загрузки в начале идет быстро, а ближе к концу сильно замедляется.

Анимацию необходимо использовать для выполнения таких функций как смягчение переходов. Данный вид анимации позволяет пользователю наглядно продемонстрировать, что произошло требуемое действие. Еще одним примером функции, которую может выполнять анимация, является предоставление моментальной обратной связи, чтобы пользователь не задавался вопросом, нажимал ли он эту кнопку или нет.

При изменении положения элементов, длительность анимации должна быть достаточно медленной, так как пользователь должен заметить изменения, но не воспринимать это как задержку отклика страницы. Исследования, проведенные компанией The Neilson Norman Group, показывают, что оптимальная скорость анимации пользовательского интерфейса должна составлять от 200 до 500 мс. Если анимация будет короче 100 мс, то она будет восприниматься человеческим мозгом как мгновенная и не будет замечена. Свыше 1 секунды – создает эффект замедленности и пользователю придется ждать появления информации, что может отвлекать от задачи. Компания Google в свою очередь проводила исследования в области скорости анимации, которые также описаны в Material design guidelines.

Анимация должна предотвратить слепоту к изменениям, поскольку движение захватывает внимание пользователя и направляет его на то, что изменилось. Хорошим примером этого служит процесс открытия или закрытия фотографий в приложении Facebook. Благодаря анимации, уменьшенная фотография, на которую нажимает пользователь, постепенно начинает увеличиваться на глазах, а интерфейс вокруг постепенно темнеет. При закрытии фотографии, она вернется на свое место в интерфейсе. Данные анимации помогают наглядно отследить изменения в интерфейсе.

Многие интерфейсы состоят из большого количества элементов и иногда необходимо обратить внимание пользователя на что-то конкретное на экране. С помощью подвижных элементов можно экспериментировать с

размером, положением и яркостью элемента, чтобы привлечь к нему внимание. При этом необходимо учитывать изменение остальных деталей, так как при изменении всего экран, взгляд пользователя может «рассеиваться» по сторонам и внимание на необходимом элементе будет утеряно.

Резюмируя все вышеописанное, можно сделать вывод, что с усложнением мобильных процессоров и браузеров увеличивается акцентирование на анимации в дизайне пользовательских интерфейсов. Анимацию необходимо использовать только с конкретной целью: для обратной связи, для создания фокуса и иерархии, а также для улучшения восприятия информационного продукта. Грамотно построенная анимация является ненавязчивой, улучшает пользовательский опыт и показатели юзабилити. Она не должна замедлять работу пользователя или препятствовать выполнению его задач.

Список используемых источников

1. Олег Чулаков. Для чего нужна анимация в интерфейсах и как она помогает пользователю [Электронный ресурс]. – URL: https://vc.ru/flood/6702-ui-animation (дата обращения: 15.11.2020).

2. Material Design [Электронный ресурс]. – URL: https://material.io/design/motion/understanding-motion.html#principles (дата обращения: 15.11.2020).

3. Issara Willenskomer. Creating Usability with Motion: The UX in Motion Manifesto [Электронный ресурс]. – URL: https://medium.com/ux-in-motion/creating-usability-with-motion-the-ux-in-motion-manifesto-a87a4584ddc (дата обращения: 15.11.2020).

4. Dan Saffer. Microinteractions: Full Color Edition: Designing with Details. : O'Reilly Media, 2013. 170 с.

5. Amira Chalbi. Understanding and designing animations in the user interfaces. Human-Computer Interaction. – English. : Université lille1, 2018. 169

УДК 004.514
ГРНТИ 81.95.61

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С УСТРОЙСТВОМ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКОГО ИНТЕРФЕЙСА

И.С. Пузанов
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается эволюция интерфейса взаимодействия мобильных устройств. Рассматриваются вопросы, связанные с проектированием новых интерфейсов. Статья представляет обзор фундаментальных концепций разработки гибких интерфейсов на примере iPhone X. Выявляются концепции проектирования гибких интерфейсов с учетом потребностей пользователя.

Apple, iPhone, гибкий интерфейс, проектирование.

До недавнего времени мобильные телефоны оснащались некоторым набором физических клавиш, так же называемые клавиатурой, которые обеспечивали пользователям ввод данных и возможность взаимодействовать с контентом, отображаемым на экране. В ходе развития технологий сенсорные дисплеи постепенно стали внедряться в мобильные телефоны, экраны стали становиться больше, а физические кнопки уходить в прошлое, это позволило разработчикам и дизайнерам выйти на другой уровень абстракции, где пользователь взаимодействует с контентом напрямую.

В 2007 году компания *Apple* представила первый телефон в своей линейке продуктов, который имел название *iPhone*. С 2007 года по 2017 все телефоны *iPhone* оснащались единственной физической кнопкой «Домой», которая располагалась на лицевой панели, обеспечивающая возможность закрывать запущенные программы и переключаться между ними. В 2017 году компания *Apple* представила обновленную версию *iPhone X*, изображенный на рисунке 1, упразднив кнопки с лицевой панели, сделав экран «от грани до грани», вместе с тем предоставив пользователям иной уровень абстракции взаимодействия пользователя с устройством.

На ежегодной конференции разработчиков *WWDC18* в июне 2018 года команда, которая занималась проектированием нового способа взаимодействия с *iPhone X* выступила с презентацией на тему «*Designing Fluid Interface*», и поделилась своим опытом разработки такого рода интерфейса, подходом, и тем, что было взято за основу.

Рис.1. Лицевая панель iPhone X
Источник: https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2018/803/

Подойдя к вопросу проектирования нового интерфейса взаимодействия, необходимо было определить основную концепцию. Заключалась она в создании интерфейса, который дает ощущение продолжения естественной природы человека, расширяющий возможности разума. Далее рассмотрены основные принципы проектирования такого интерфейса, выделенные командой разработчиков компании *Apple*.

Первый принцип – упразднение задержек отклика интерфейса [1]. Решением было привести интерфейс в соответствие с тем как человек думает и движется. Разум человека постоянно реагирует на изменения мысли и ежесекундно находится в состоянии динамического принятия решений, и потому задачей интерфейса является реагирование на эти изменения [2]. Когда человек работает с каким либо инструментом в реальном мире, изменения происходят мгновенно, без какой-либо задержки. iPhone так же является инструментом для работы с информацией и коммуникации, и человек при работе с ним так же чувствителен к задержкам, следовательно и интерфейс должен реагировать мгновенно на все события, которые с ним происходят. Это делает интерфейс живым и динамичным.

Второй принцип – обработка перенаправлений и прерывания [1]. Как было сказано ранее, разум и тело человека постоянно находятся в состоянии перенаправления в ответ на изменение мысли. Если человек движется в одном направлении и в мгновение хочет его изменить на противоположное, ему не нужно дожидаться, когда его тело достигнет этой точки изменения. Потому важно, чтобы интерфейс отражал

способность постоянного перенаправления, что дает ощущение связанности с человеком. Используя *iPhone X* пользователь делает горизонтальный жест для переключения между программами, и вертикальный жест для выхода из программы, но также он может совместить два жеста и перейти к многозадачности iPhone, изображенной на рисунке 2. Главная идея заключается в том, что пользователь в любой момент времени может изменить свое решение, не дожидаясь реакции интерфейса на это изменение.

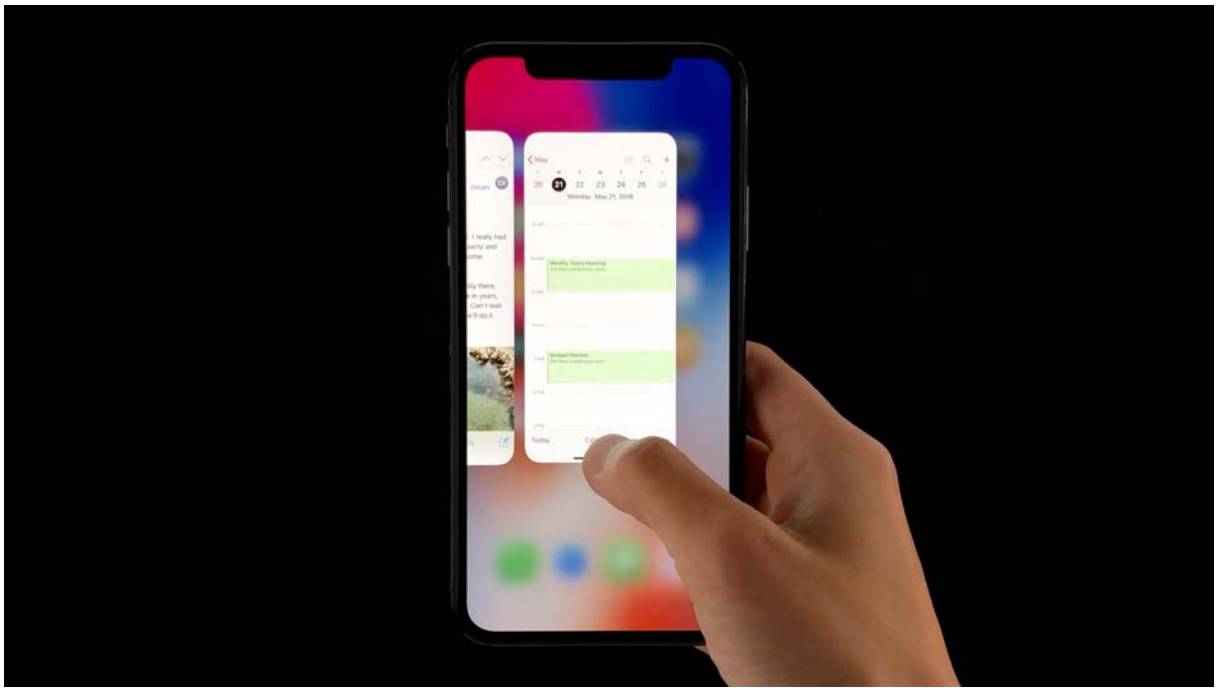


Рис.2. Момент принятия решения
Источник: https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2018/803/

ТАБЛИЦА 1. Решения по созданию интерфейса

№	Название решения	Суть решения	Проблемы
1	Задержка отклика интерфейса	Обеспечить мгновенную реакцию интерфейса на изменения	Необходимость усовершенствованного аппаратного обеспечения (дисплея)
2	Обработка перенаправлений и прерываний жестов	Обработка жестов пользователя при любом сценарии использования	Сложность проектирования интерфейса, отзывчивого к любому сценарию использования

Сводка выделенных принципов проектирования интерфейса приведена в таблице 1.

Подводя итоги, следует выделить несколько основных концепций, придерживаясь которых дизайнеры смогут проектировать гибкий интерфейс, чувствительный к естественной природе человека. Во-первых, необходимо сохранять отзывчивость интерфейса к изменениям поведения человека. Во-вторых, обеспечить возможность интерфейса обрабатывать перенаправления и прерывания жестов. И в-третьих, разработка бесшовных анимации, создающих ощущение целостности системы и пользователя.

Список используемых источников

1. Designing Fluid Interface - WWDC18 [Электронный ресурс]. - URL: https://developer.apple.com/videos/play/wwdc2018/803/ (дата обращения: 19.11.2020)

2. Fluid Interface [Электронный ресурс]. // Science Direct. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fluid-interface (дата обращения: 19.11.2020)

УДК 004.4’277.4
ГРНТИ 28.17.31

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ СИНТЕЗА ЗВУКА

Г.Г. Рогозинский, Д.Д. Кузьмина
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Одним из важнейших аппаратных синтезаторов звука, определивших дальнейшее развитие танцевальной электронной музыки на рубеже 80х и 90х годов XX века являлся Roland TB303. Для исследования гипотезы о важности особенностей управления этим синтезатором авторы представляют несколько соответствующих моделей.

моделирование, системы компьютерной музыки, roland tb303, управление

Когда дело касается живого выступления, бас-синтезаторы никогда не сравнятся с обычной бас-гитарой. Но если не принимать во внимание данный фактор, то гибкость настройки и богатые возможности по формированию звука позволяют использовать их в ситуациях, когда требуется максимально насыщенный и плотный звук.

Несмотря на нынешнее разнообразие инструментов, которые одинаково хорошо подходят для любой роли в самых разных музыкальных жанрах, ряд винтажных устройств остаются непревзойденными с точки зрения синтеза звука. Эти синтезаторы не теряют своего значения, и их приобретение часто становится мечтой многих музыкантов и продюсеров.

Бас-синтезатор Roland TB-303 - это технологический феномен, вокруг которого сформировалась целая музыкальная субкультура. TB-303 изначально был разработан для имитации басового аккомпанемента для сольных гитаристов. Поскольку его звук совсем не напоминал звучание бас-гитары, а сам инструмент был дорогим, он не пользовался спросом, его производство продолжалось 18 месяцев и было прекращено. TB расшифровывается как Transistor Bass, корпус устройства несъемный и предлагает плату с одним осциллятором, который выдает две формы волны - квадрат и пила - без возможности их комбинирования. Звук генератора мог проходить через LP-фильтр (24 дБ) и один генератор ADSR, что накладывало различные ограничения на настройки огибающей. Кроме того, японцы встроили в TB-303 секвенсор, который давал возможность создавать портаменто (слайды между нотами).

Рис. 1. Roland TB-303

Начиная с 80-х годов XX века, TB-303 является ключевым элементом для некоторых стилей электронной танцевальной музыки, определяет такие жанры Acid House, Acid Techno, Goa Trance, становясь инновационным инструментом в написании музыкальных композиций.

Довольно своеобразная схема управления сочетает в себе пошаговое заполнение степ-секвенсора высотой ноты, наличием акцентов и слайдов - все эти параметры позволяли создавать сложные паттерны в объеме трех октав.

Первые эксперименты с TB303 привели к характерному басовому звуку, который отличает Acid House.

Жанр зародился в Чикаго в 1985 году и получил распространение на фоне насыщения публики традиционной хаус-музыкой. Особенностями, помимо басовых линий TB-303, стала фильтрация звуков в партиях для создания резонанса, минималистичные аранжировки и простые ритмические паттерны 4/4, где большой барабан совершает четыре удара в четырех равных долях.

В основе танцевальных электронных композиций лежит сочетание повторяющихся ритмических фигур, исполняемых, как правило, драм-машиной, басом и лид-синтезатором [1, 2].

Пусть паттерн драм-машины для m инструментов длиной n шагов определяется как матрица R_D:

$$R_D = \begin{pmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \cdots & d_{mn} \end{pmatrix},$$

где каждая строка представляет собой паттерн i-го инструмента драм-машины.

В полном случае мы должны использовать кортеж:

$$R_D = \left\langle R_D^0, R_D^1, R_D^2 ... R_D^N \right\rangle,$$

где R_D^k - матрица паттерна по параметру k. Кроме наличия/отсутствия звука на данном шаге, в качестве параметра может присутствовать

наличие/отсутствие акцента, уровень громкости, параметр встроенного фильтра, уровень посыла на обработку и т.д.

Для упрощения примем $R_D = R_D^0$

Для одноголосого басового синтезатора определим матрицу R_B, в которой j – длина паттерна, i – номер параметра:

$$R_B = \begin{pmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{i1} & \cdots & b_{ij} \end{pmatrix}.$$

В случае с Roland TB303 и его аналогами, длина паттерна j = 1…16, количество параметров 4: строка b_{1j} – наличие/отсутствие звука, строка b_{2j} – высота звука, b_{3j} – акцент, b_{4j} – лига к следующей ноте [3, 4].

Кроме указанных выше двух матриц, имеет значение темп секвенсора *t* и коэффициент свинга *s*.

Таким образом, полный ритмико-мелодический комплекс, лежащий в основе танцевальной композиции, будет описан кортежем ***A***:

$$\mathbf{A} = \langle R_D, R_B, t, s \rangle.$$

При восприятии слушателем паттерна, являющегося результатом реализации кортежа **A** возникает определенное ощущение **B**, которое при наличии знаний, позволяет отнести данный паттерн к тому или ином стилю танцевальной музыки, определив тем самым положительную или отрицательную реакцию слушателя, а также выполнить ранжирование в рамках предпочитаемых паттернов.

Рассматривая программирование TB303, как частный случай создания музыкальной танцевальной композиции, мы приходим к задаче автоматизированного управления с обратной связью. Целью управления является получение так называемого грува, являющегося когнитивным явлением.

Пусть существует определенная качественная интегральная характеристика Z, определяющая качество полученного грува.

Отображение $f : \mathbf{A} \to \mathbf{B}$ устанавливает соответствие между множеством паттернов **A** и множеством реакций слушателя **B** (рис. 1):

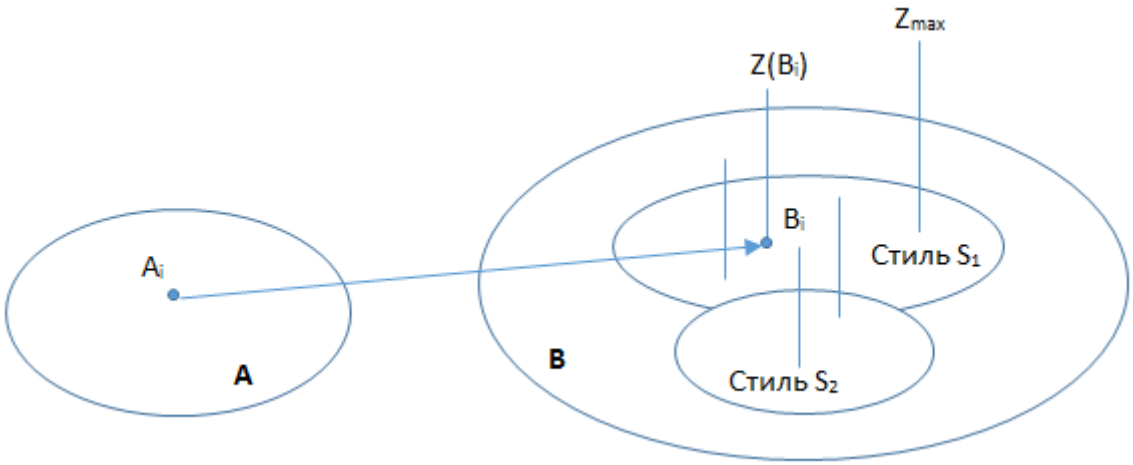


Рис. 1. Множества паттернов A и реакций слушателя B

В множестве **B**, в соответствии со сказанным выше, можно выделить частично пересекающиеся подобласти S_i, соответствующие определенным стилям. В рамках данного стиля S определены «эталонные» элементы, с высоким значением $Z(B_i)$. В таком случае, задача управления сводится к выполнению условия:

$$Z^S\left(B_i\right) \geq Z^S_{\max} - \delta Z^S \ .$$

В результате образуется следующий контур управления (Рисунок 2):

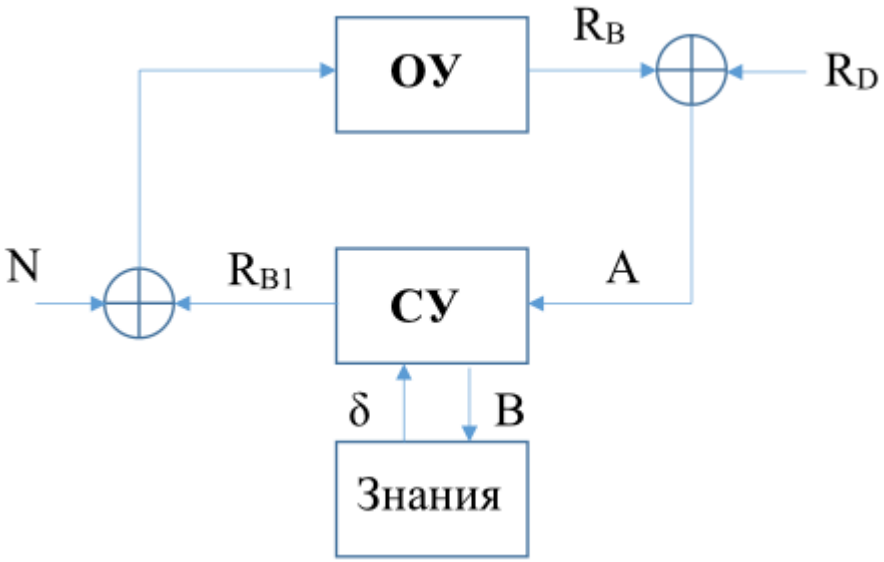


Рис. 2. Контур управления

Полученные модели позволяют формально подойти к задаче звукового дизайна с точки зрения системного анализа. Применение теоретико-множественного подхода позволит выделить характерные механизмы создания ключевых элементов различных стилей и направлений электронной и танцевальной музыки, что имеет существенное

значение при ее автоматической классификации, переносе стилей (style transfer) и техническом прогнозировании новых музыкальных тенденций, а также в задачах алгоритмической музыкальной композиции.

Список используемой литературы:

1. Peter Manning. Electronic and computer music / New York: Oxford University Press, 1985. – 32 p.
2. Curtis Roads. The Computer Music Tutorial / Cambridge: MIT Press, 1996. – 56 p.
3. Luke Bainbridge. The True Story of Acid House: Britain’s Last Youth Culture Revolution / Omnibus Press, 2014. – 147 p.
4. Simon Reynolds. Energy Flash: A Journey Through Rave Music and Dance Culture / New York : Soft Skull Press, 2012. – 235 p.

УДК 004
ГРНТИ 14.85.09

АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИГРЫ НА РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

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

В статье исследуются музыкальные приложения для обучения игры на различных инструментах. Дается краткое описание образовательных процессов, предоставляемых приложениями. Рассматриваются положительные и отрицательные стороны обучения при использовании данных приложений.

gприложение, музыкальный инструмент, музыкальная композиция, обучение.

В мире много творческих людей, которые хотят реализовать свой потенциал в различных творческих сферах деятельности. Интернет, в свою очередь, для такой задачи является мощнейшим инструментом. Он способен предоставлять необходимую информацию практически в любой уголок нашей страны или даже мира.

Актуальность данной темы связана с отсутствием достойных ресурсов для самостоятельного освоения музыкального инструмента на удаленной основе. В некоторых регионах отсутствуют музыкальные учреждения или они имеют большую стоимость. Работающие граждане, не имеющие в своем распоряжении необходимое время для посещения музыкальных школ, но имеющие желание научиться играть на музыкальном инструменте, нуждаются в ресурсе, из которого они смогут черпать информацию об обучении.

Исследование современных источников информации позволяет выделить несколько наиболее популярных, а также часто используемых приложений для обучения игре на музыкальных инструментах, которые имеют отличия в подходе к обучению. К ним относятся: Synthesia, Simply Piano, Yousician, Flowkey и Coach Guitar.

Приложение Synthesia предназначено для тех, кто хочет выучить определенное произведение на клавишном инструменте. В данном приложении практически отсутствуют материалы, которые описывают теорию, постановку рук или осанки. Обучение предполагает выбор композиций с последующим увеличением сложности. Для этого в приложении присутствует необходимый инструментарий – замедление и ускорение темпа, режим практики, раздельная тренировка рук. Данный продукт наиболее актуален для пользователей, имеющих небольшой музыкальный. [1]

Главной особенностью данного сервиса является возможность свободного добавления необходимых композиций из сторонних источников. Предложенная функция позволяет пользователю изучать интересующий его материал, даже если он отсутствуют в предложенной библиотеке приложения.

Вторым рассматриваемым приложением в данной статье является Simply Piano, которое нацелено на обучение пользователя, ранее не имеющего опыта игры на клавишном музыкальном инструменте. Данное приложение обладает функцией распознавания реальных инструментов, а также имеет возможность подключения MIDI-клавиатуры (клавиатура фортепиано с электронным блоком). Второй способ взаимодействия с приложением является более предпочтительным, так как позволяет программе безошибочно определять нажатые клавиши.

Основным удобством и преимуществом Simply Piano является обучение игре на пианино с начального уровня, предлагая ежедневные упражнения. Постепенное увеличение сложности, а также возможность закреплять пройденный материал поможет начинающим пользователем лучше осваивать музыкальный инструмент. [2]

Yousician – приложение использующее игровой формат обучения, который будет интересен заинтересовать как взрослым, так и детям. Данный формат предполагает извлечение пользователем необходимой ноты в момент, отображаемый на экране устройства, что позволяет сделать обучение более увлекательным и легким для восприятия. В приложении также присутствует теоретический материал, позволяющий пользователю изучить основы игры на выбранном им музыкальном инструменте. [3]

Приложение содержит в себе обучающий материал для изучения таких инструментов, как: клавишные музыкальные инструменты, басс-гитара, укулеле, гитара.

Четвертым приложением является Flowkey , которое предназначено для обучения игре на клавишном инструменте. Процесс обучения в Flowkey проходит следующим образом: пользователь выбирает композицию и на основании этого выбора предоставляется изображение клавиатуры и нотного стана. В данном приложении присутствует несколько режимов обучения: тренировка определенной части композиции с возможностью повысить или понизить темп воспроизведения, тренировка как левой, так и правой руки отдельно.

Приложение Flowkey обладает возможностью воспринимать звуки настоящего инструмента, а также возможность подключения MIDI-клавиатур. Для начинающих музыкантов присутствует раздел курсов, который предлагает обширный базовый теоретический материал, который поможет пользователю в изучении инструмента. Также приложение обладает внушительной библиотекой композиций, в которой присутствуют композиции различных жанров и сложностей. [4]

Пятым рассматриваемым приложением является Guitar Coach, которое предназначено для обучения игре на гитаре. Приложение предоставляет возможность обучения игре на музыкальном инструменте начиная с азов. Это поможет людям без музыкального образования и каких-либо знаний теории музыки научиться играть на гитаре популярные песни. Обучение происходит с использованием цветной кодировки, которая позволяет пользователю, следующему предложенным указаниям, быстро ориентироваться в изучаемом материале и инструменте.

Урок в данном приложении состоит из набора непродолжительных видео, аккомпанемента, табулатуры и диаграммы аккордов. При воспроизведении видеоролика пользователю предоставляется возможность разбиения его на фрагменты, которые впоследствии можно зациклить, изучая необходимый момент композиции. Приложение также обладает внушительных размеров библиотекой композиций, предлагаемых для изучения. [5]

В музыкальных приложениях для обучения игры на музыкальных инструментах присутствуют как положительные, так и отрицательные стороны. К положительным моментам относятся:

- Готовый набор упражнений и тестов различного уровня сложности;
- Большое разнообразие методов и приемов обучения;
- Свободный выбор тем, навыков и умений для индивидуального освоения, основываясь на собственных предпочтениях;
- Возможность обучения в удобное для пользователя время;
- Получение навыков самостоятельной работы, самоконтроля, планирования.

Для самостоятельного обучения с помощью музыкальных приложений хорошо подходят следующие темы: теория музыки (ноты, нотный стан, интервалы, аккорды, лады и тональности, нотные обозначения), строение инструмента, изучение музыкальных стилей и жанров, история музыки и музыкальная литература, знакомство с композиторами. Также стоит обратить внимание на программы для развития музыкального слуха и музыкальной памяти.

Кроме обучающих приложений по музыке существуют полезные утилитарные программы, такие как тюнеры для настройки инструментов, справочники, программы для записи нот и записи вашего исполнения, распознаватели рукописных нотных записей, для сочинения электронной музыки и другие. Одновременно развлечением и тренировкой могут служить музыкальные игры, из которых значительное количество занимают игры, развивающие чувство ритма. В данных играх есть возможность настройки уровня сложности.

К отрицательным моментам обучения игре на музыкальных инструментах по приложениям относятся:

- Недостаточная гибкость системы проверки усвоения материала, отсутствие разбора ошибок;
- Отсутствие физического взаимодействия с преподавателем, при котором происходит корректировка осанки, постановки рук и т.п.;
- Отсутствие индивидуального подхода, в частности разъяснения непонятных моментов и отсутствие вариативности подачи обучающего материала;
- Накопление ошибок и недочетов из-за отсутствия контроля преподавателя;
- Узкая специализация программного обеспечения приводит к узкой направленности изучаемого материала, не интегрированного в общую систему музыкальных знаний и умений.

Большинство приложений создается без привлечения квалифицированных преподавателей, что влечет за собой появление некачественных приложений. В следствие чего перед пользователем стоит серьезная задача при выборе качественного обучающего ресурса, которая повлияет на успешность освоения необходимого музыкального инструмента. [6]

Музыкальные приложения для обучения игры на различных инструментах могут хорошо помочь в освоении теоретического материала или композиции. Однако они не способны заменить живого общения с преподавателем, который контролирует процесс обучения. Исходя из этого можно сделать вывод, что обучающие приложения отлично подходят для дополнительных самостоятельных занятий, в то время как основное обучение будет протекать под четким надзором профессионального преподавателя, который будет указывать на недочеты и выработает индивидуальный подход.

Список используемых источников:

1. Synthesia [Электронный ресурс] – URL: https://pianocovers.ru/blog/piano-software/19-uchimsya-igrat-na-fortepiano-s-pomoschyu-synthesia.html (Дата обращения 11.11.2020)
2. Guitar Coach [Электронный ресурс] – URL: https://www.playgroundsessions.com/ (Дата обращения 12.11.2020)
3. Flowkey [Электронный ресурс] – URL: https://www.flowkey.com/ru (Дата обращения 12.11.2020)
4. Yousician [Электронный ресурс] – URL: https://yousician.com/ (Дата обращения 10.11.2020)
5. Guitar Coach [Электронный ресурс] – URL: https://www.playgroundsessions.com/ (Дата обращения 12.11.2020)
6. Вред и польза обучающих музыке приложений [Электронный ресурс] – URL: https://music-mydream.com/blog/vred-i-polza-prilozheniy/ (Дата обращения 14.11.2020)

УДК 004.523
ГРНТИ 20.53.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРЕЙМОВРКА QT ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ЗВУКОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ

А.С. Свиридов, Г. Г. Рогозинский
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч -Бруевича

Проектирование взаимодействия приложения с пользователем приобретает все большую популярность в компаниях разработчиков программного обеспечения, так как конечный продукт имеет целеориентированный подход к выполнению пользовательских задач и интуитивно понятный интерфейс для быстрого понимания инструмента. Появление программ с предварительным проектированием взаимодействий дает понимание пользователю, как устроен продукт и интуитивно понятный принцип получения решения своей задачи.

интерактивные интерфейсы, IDE, музыкальные языки программирования, UX дизайн, Qt, CSound.

CSound – музыкальный язык программирования, выпущенный в середине 80-х годов и предназначенный для написания электронной музыки и научных исследований звука. В музыкальном мире ЯП имеет большую популярность в среде музыкантов. Так на этом ЯП написаны, такие композиции как “All That Makes Us Human Continues” от Брайна Трансо, написавшего музыку к игре “Need for Speead” и “Electric Priest” от Тобианс Энхаус, написавшего музыку к фильму “Падения черного ястреба”[1].

ЯП CSound поддерживается и развивается до сих пор. Для него были написаны несколько IDE, позволявшие удобно писать код. Но проблемы, которые у них есть – это устаревший функционал, и следствие этого неудобство в использовании при разработке. Так как с развитием технологий, и в следствии этого UX дизайна, инструменты разработки совершенствовались и прорабатывались для пользователя. Например, при нажатии горячих клавиш в VS CODE можно создать готовый базовый шаблон документа HTML, заканчивать начатые теги, открыть командую строку в редакторе.

Первоначально программы писались в текстовых редакторах, после чего компилировались в командной строке. Позже с ростом популярности приложений с графическим интерфейсом, начали появляться графические редакторы кода – IDE[2]. В хороших редакторах, подсвечивался синтаксис

и указывались ошибки, а компилятор указывался в путях редактора для запуска приложения. С развитием, таких областей, как UX дизайн. В редакторах ЯП начали появляться документации, мини-проекты описывающие возможности языка, горячие клавиши, всплывающий окошка с предупреждающимися сообщениями о неправильности написанного кода и возможностей это исправить. В настоящее время от приложений требуется больше интерактивности, чтобы оно понимала пользователя и давало выполнить его цель работы быстрее[3]. Так, в IDE от JetBrains, при создании проекта, использующего фреймворки vue.js или Django, строит базовый шаблон сайта, который служит основой для построения своего решения.

Цель исследования является создание интерактивной IDE для музыкального ЯП CSound. Новизна данной работы, заключается в том, что исследуется новый подход к созданию интерактивного интерфейса взаимодействия пользователем.

Работа отличается от созданных ранее IDE по языкам программированием тем, что затрагивает такую переменную, как звук. Тем самым, при написании кода в редакторе у пользователя главной целью стоит создать музыкальную композицию, что в свою очередь требует исследований, как быстрее этого достичь.

Проект, предлагается написать во фреймворке Qt.

Фреймворк Qt – это кроссплатформенная библиотека на C++ для разработки графических приложения. В библиотеке, уже имеются готовые шаблоны виджетов и базовая архитектура взаимодействия между ними на основе мета-модели сигнал–слот, схожей с MVC моделью за исключением отсутствия контролера.

Qt выбирается из-за того, что он:

- Быстрый, так как пишется на языке C++. Язык славиться тем, что люди разрабатывающий его и дополняющие, следует парадигме, что он должен быть таким же быстрым, как и язык ассемблер, оболочкой которой он и является.
- Кроссплатформенный. Пишешь на одном языке на все устройсвта: Windows, MacOS, Linux.
- Связующий. Помимо основного поддерживаемого языка C++. Qt, также поддерживает в разработке язык сценариев – Javascript, язык стилей – css, python.
- Язык QML. QML – язык программирования для стилизации интерфейса приложения. Он применяется совместно с Qt и использует в качестве своей логики язык сценариев javascript. Таким образом, разработку программы можно разделить на две основы Front-end и Back-end.

Первоначальный дизайн проекта, сделан с базовым функционалом, на который будет добавляться по мере исследования интерактивные элементы, позволяющим ускорить работу пользователя.
Дизайн проекта представлен на картинке в виде блоков:

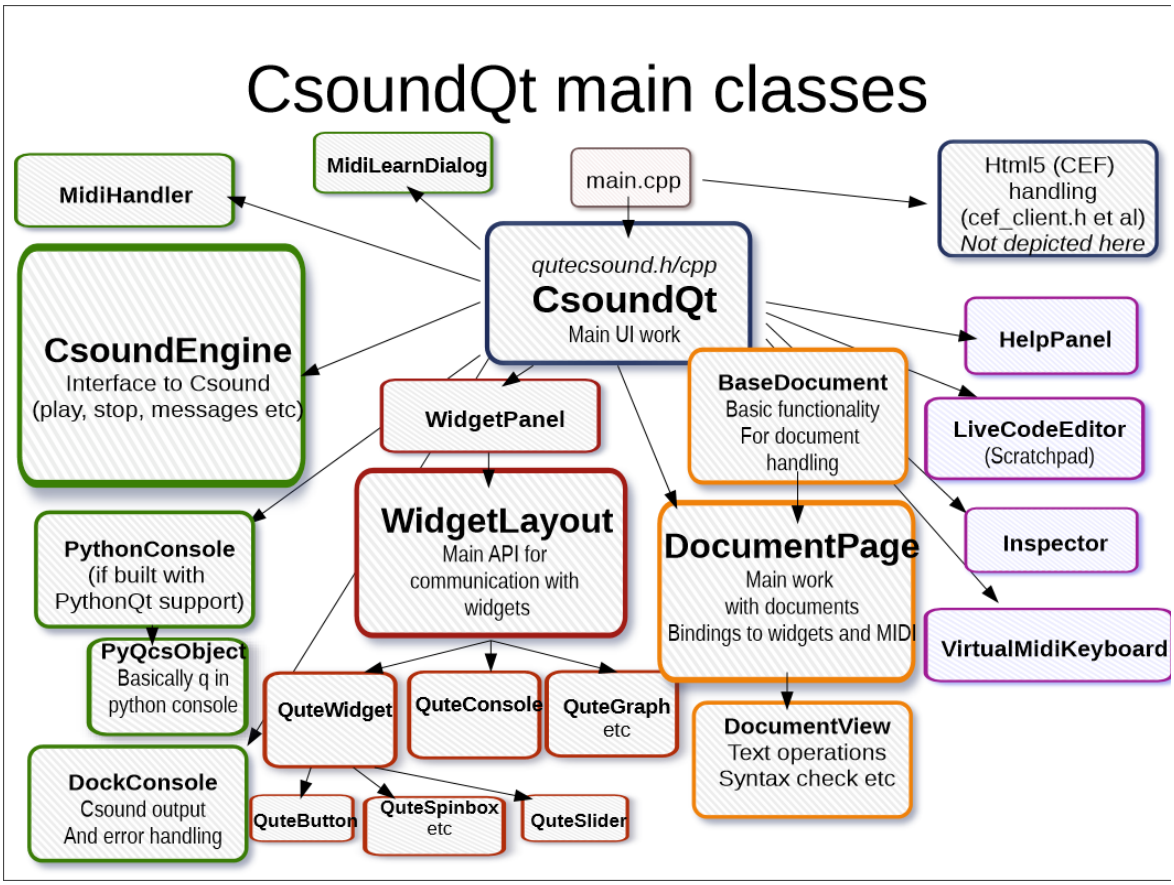


Рис. 1. Архитектура проекта текущего исследования

Основные блоки приложения:

- CSoundEngine – Воспроизведение и остановка воспроизводимого звука.
  Предупреждающие сообщения о неполадках.
- DocumentPage – Окно ввода кода с проверкой синтаксиса.
- PythonConsole – переключение на python console
- WidgetPanel – Основное окно с виджетами IDE

В результате исследования планируется найти и спроектировать такой интерактивный дизайн IDE приложения по написанию электронной музыки в ЯП CSound, который позволил бы пользователям быстрее достигать своих целей.

Список используемых источников

1. Взять и влиться в музыкальное программирование — языки, которые помогут это сделать [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/company/audiomania/blog/496138/ (дата обращения: 15.11.2020).

2. Купер А., Рейман Р., Кронин Д., Носсел К. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. СПБ. : Питер, 2019. 720 с. ISBN 978–5–4461–0877–0

3. Чернышов Л.Н. Среды разработки программного обеспечения: история и перспективы [Электронный ресурс] URL: http://nit.miem.edu.ru/sbornik/2009/plen/008.html (дата обращения: 15.11.2020).

УДК 004.514
ГРНТИ 81.95.33

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРИЯТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ РАЗЛИЧНЫМИ КАТЕГОРИЯМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

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

Статья посвящена проблемам восприятия интерфейсов различными категориями пользователей, в частности старшей возрастной группой. В ходе наблюдений выявляются основные недостатки современных интерфейсов, проводится пользовательское исследование на примере трех интернет-магазинов и сравнение их функциональности. Приводится сводная таблица достоинств и недостатков того или иного сервиса в зависимости от ожиданий и возникших у респондентов в ходе исследования трудностей.

недостатки интерфейсов, UX для старшего поколения, пользовательское исследование, проблемы восприятия интерфейсов

В настоящее время информационные технологии являются неотъемлемой частью жизни всех людей вне зависимости от их возраста или социального статуса. Согласно отчету аналитического агентства GfK последние годы аудитория растет в основном за счет старшего поколения. Так в России за 2019 год количество пользователей 50-64 лет составляло 66%, а в категории 65+ возросло с 26% на 2018 год до 36% [1].

Проблема не только в том, что часть населения страдает от недостатка компьютерной грамотности, а также и в том, что с возрастом в организме человека происходят необратимые изменения, как например ухудшение зрения, снижение концентрации и плохая память. Учитывая современную тенденцию к старению населения мира, означающую наиболее быстрый рост группы пользователей старше 55 лет, которая уже во многих странах представляет большую долю от общего населения, наиболее логичным является приложить усилия для улучшения их пользовательского опыта (UX – User Experience или пользовательский опыт). Интерфейсы разрабатываются с подходом, подразумевающим, что с ними могут работать все категории пользователей, но на практике оказывается, что разработчики лишают себя дополнительного количества потенциальных пользователей.

Одним из главных качеств хорошего интерфейса является его интуитивная понятность. Замечено, что дружелюбные к пользователю интерфейсы часто становятся одними из главных врагов для некоторых категорий пользователей. UX-исследования в обязательном порядке должны быть направлены на все группы людей, потому что по-настоящему хороший интерфейс доступен всем. Интересно то, что многие

интерфейсные изменения, предназначенные для старшего поколения, могут показаться эффективными и продвинутым пользователям, то есть решая проблемы юзабилити для узкого круга пользователей можно улучшить пользовательский опыт многих людей [2].

Далее будут рассмотрены интерфейсы интернет магазинов, которые широко распространены в повседневной жизни. Также приведено несколько примеров интерфейсных решений, которые в ходе наблюдений вызвали трудности у пользователей.

Хороший пример приводится в книге “Алан Купер об интерфейсах. Основы проектирования взаимодействия”. В книге автор говорит о программных ошибках, которые всегда неожиданно выскакивают и еще требуют соглашения пользователя нажатием на кнопку «OK» [3]. Окно с ошибкой старшим поколением расценивается как что-то непонятное и страшное. Тут явно не до предлагаемой «OK», которая вызывает лишь ощущение, что сейчас все сломается и больше не будет работать. Другой вариант такого окна с кнопками «Закрыть» и «Веб-справка» вызвали у тестируемых пользователей одобрение. Большинство сказало, что обратилось бы к справке. Примеры окон в Windows приведены на рис. 1.

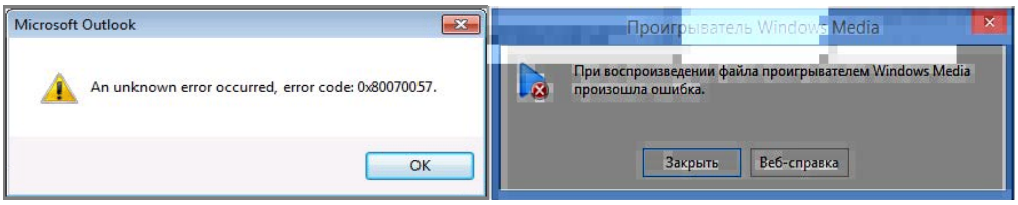


Рис. 1 .Окна в Windows, содержащие сообщения об ошибке

Иконки являются еще одной областью особого внимания. Они должны сопровождаться текстом, когда это возможно. Это делает назначение иконок кристально понятным для всех [4]. В рассматриваемом примере в приложении Gmail на рис. 2 существует возможность написать электронное письмо нажатием на иконку с карандашом.

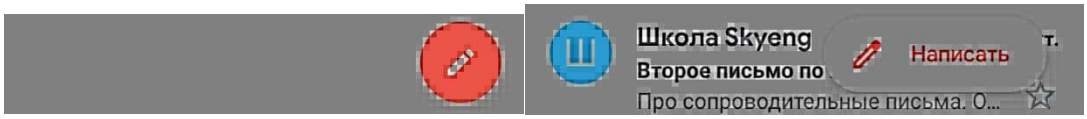


Рис. 2. Иконки, символизирующие написание нового письма в приложении Gmail

В старом обновлении эта иконка была не подписана и один из участников исследования так и не смог ее найти. Имеющаяся иконка напоминала пользователю гвоздь, и у него не появилось никаких ассоциаций с написанием письма. Хороший момент в том, что при обновлении приложения была встречена уже изменившаяся подписанная иконка.

Одна из важных операций в смартфоне – это отправка номера телефона другому пользователю. Часто именно эта операция является

сложной и требует помощи. На рис. 3 представлены два скриншота разных интерфейсов.

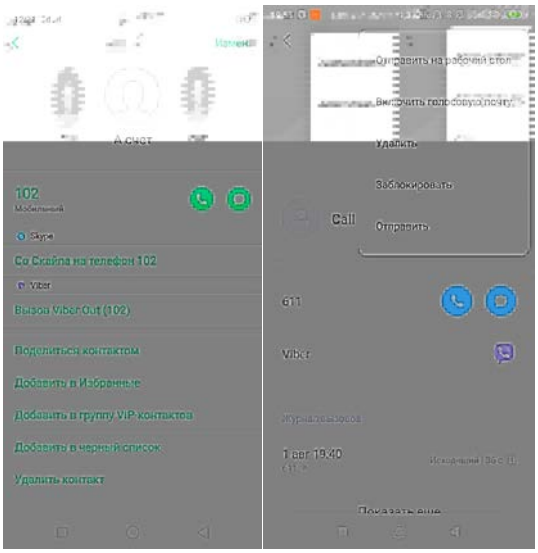


Рис. 3. Интерфейс карточки контакта в телефоне

Слева можно увидеть кнопку «Поделиться контактом» сразу под номером телефона, в то время как в другом интерфейсе для совершения этого действия надо зайти в параметры и увидеть для этой функции кнопку «Отправить», которая не несет в себе понятного призыва к действию. Более того, данное решение в ходе исследования так и не натолкнуло пользователя на искомое действие.

Приведенные выше примеры показывают, что для адаптации интерфейсов для взрослых людей не требуется серьезных изменений, лишь более внимательное следование рекомендациям юзабилити.

Далее было проведено исследование сайтов магазинов, которые в настоящий момент набирают все большую популярность у старшего поколения. Пяти респондентам старше 55 лет, участвовавшим в исследовании, было предложено перейти на сайты интернет-магазинов aliexpress.ru, wildberries.kz и flip.kz и совершить следующие действия: поиск товара, добавление его в корзину, переход к оформлению и шагу оплаты, после чего возвращение на домашнюю страницу. При пользовательском тестировании происходило наблюдение за их эмоциями и велась запись их комментариев. По результатам проведенных исследований выявлены основные недостатки современных интерфейсов:

1. Отсутствие подсказок. Небольшие подсказки никому не помешают, особенно если присутствует возможность их скрыть при ненадобности. Всплывающие полсказки способны ускорить процесс работы.
2. Отсутствие голосового поиска. Старшему поколению нравится функция поиска голосом. Они часто используют его для поиска нужной информации, отдают предпочтения аудиосообщениям вместо

текстовых и хотели бы иметь возможность искать товары таким образом.

3. Сложная навигация. Легко запутаться в большом количестве элементов. Пользователи долго рассматривают каждый уголок сайта в поиске нужных им переходов на другие страницы. Навигация должна быть продуманной и логичной.

4. Нет явной разницы между ссылками и обычным текстом. Необходимо использовать цвет и контраст для отделения текста ссылок от обычного текста. Пользователи теряют эту разницу и не понимают, куда им нажимать.

5. Отсутствие «воздуха» на странице. Когда пользователь долго не может найти нужную ему информацию, его опыт ухудшается. В случае с взрослыми пользователями, ситуация обстоит сложнее. Большое количество отвлекающих элементов заставляет их нервничать и снижает желание продолжать работу.

6. Отсутствие возможности изменения размера шрифта. Эта проблема может быть серьезной и для людей с нарушением зрения, так как некоторые тексты и ссылки просто не читаемы, а увеличение масштаба страницы повлечет за собой изменение структуры страницы с ее последующим некорректным отображением. Пока такая функция доступна на ограниченном количестве веб-ресурсов.

7. Нет приоритетности важной информации. Исследуемая категория пользователей любит, когда все четко и по делу. Если это карточка товара в интернет-магазине, то необходимо рядом с фотографией указать основные характеристики, цену и информацию о доставке.

Данные для сравнения функционала исследуемых интернет магазинов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица характеристик трех разных интернет-магазинов

	flip.kz	wildberries.kz	aliexpress.ru
Наличие всплывающих подсказок	-	-	-
Возможность голосового поиска	-	-	-
Легкость в навигации	+	+	-
Явная разница между ссылками и обычным текстом	+	+	-
Наличие «воздуха» на странице	-	+	-
Возможность изменения размера шрифта	-	-	-
Приоритетность важной информации	-	+	+-

После участникам исследования было предложено оценить данные сервисы по пятибалльной шкале. Диаграмма представлена на рис. 4.

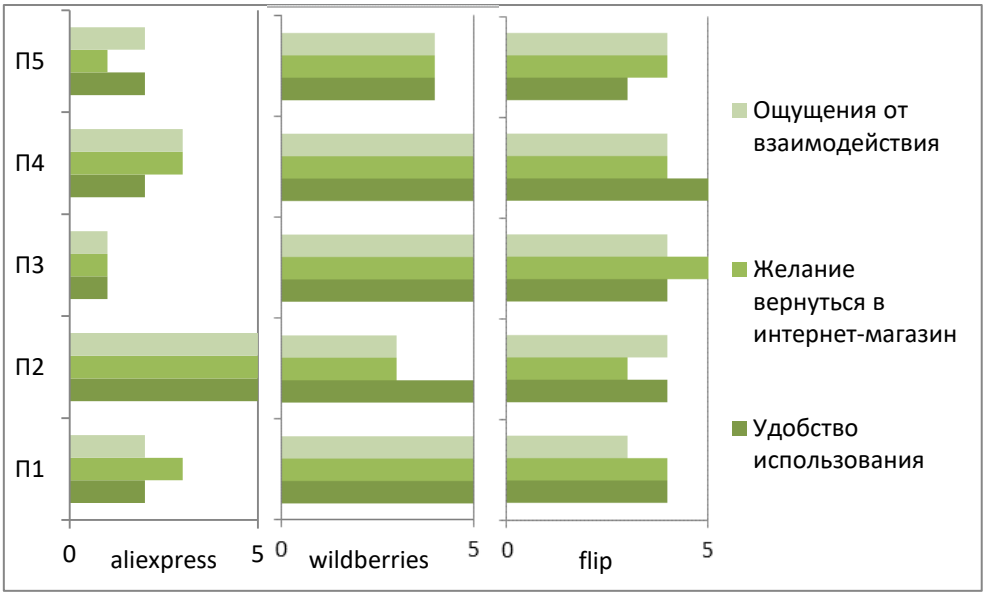


Рис. 4. Диаграмма оценок пользователей по шкале от 1 до 5

Таким образом, в ходе проведенного исследования стало ясно, что современные интерфейсы не удовлетворяют потребностям старшей возрастной группы, которые могут испытывать проблемы при взаимодействии с ними. Многие элементы, понятные одной группе пользователей, не кажутся понятными другой. Степень уверенности пользователя в принадлежности информационного элемента к той или иной группе определяет качество интерфейса в смысле скорости доступа к требуемой информации [5]. Исходя из этого в статье приведен ряд рекомендаций, способствующий улучшению интерфейсов. По этим критериям наиболее удобным и понравившимся сервисом для исследуемой аудитории оказался интернет-магазин Wildberries, который наряду с приятным дизайном обладает понятным интерфейсом, не вызывающей трудностей навигацией и простотой заказа товара.

Список используемых источников

1. Исследование GfK: Проникновение Интернета в России [Электронный ресурс]. URL: https://www.gfk.com/ru/press/issledovanie-gfk-proniknovenie-interneta-v-rossii-1 (дата обращения: 10.11.20)
2. Jeff Johnson, Kate Finn Designing User Interfaces for an Aging Population. Morgan Kaufmann, 2017. 258 с.
3. А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: СимволПлюс, 2009. 688 с.
4. Руководство по проектированию интерфейса для пожилых людей [Электронный ресурс]. URL: https://ux.pub/rukovodstvo-po-proektirovaniyu-interfeysa-dlya-pozhilyh-lyudey/ (дата обращения: 13.11.20)
5. Шишаев М.Г., Ломов П.А., Диковицкий В.В. Формализация задачи построения когнитивных пользовательских интерфейсов мультипредметных информационных ресурсов // Труды Кольского научного центра РАН, 2013 г.

УДК 004.4
ГРНТИ 20.23.17

ВЫБОР БАЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ОБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫХ КАФЕДРАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К. Д. Скоробогатов, В. В. Громов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья посвящена выбору базовых технологий для серверной части программного интерфейса. Содержит сравнение фреймворков Django и Flask для языка программирования Python, а также анализ систем управления базами данных: MySQL, MariaDB и PostgreSQL.

программный интерфейс, сервер, Python, фреймворк, СУБД

Первым этапом реализации любой серверной части программного интерфейса является выбор инструментальных средств. На сегодняшний день разработчикам доступно множество языков программирования, фреймворков для них и систем управления базами данных (СУБД). Рациональный выбор стека технологий позволит направить развитие проекта в нужном русле.

Так для серверной части программного интерфейса для хранения и обмена электронных кафедральных материалов, основными обязанностями которой будет авторизация пользователей, взаимодействие с БД, реализация основной логики, подойдет трехуровневая архитектура клиент-сервер. Схема архитектуры представлена на рис. 1.

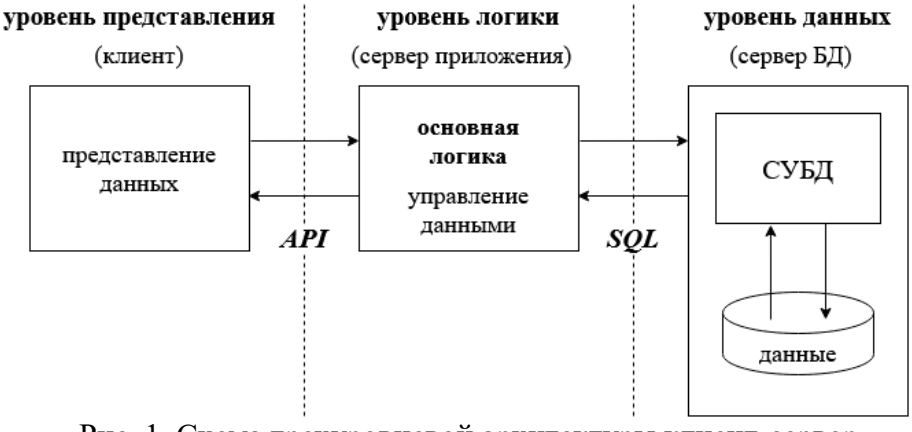


Рис. 1. Схема трехуровневой архитектуры клиент-сервер

Подобная архитектура (рис. 1) состоит из следующих частей:

1) уровень представления или клиентский уровень, отвечающий за отправку запросов к серверу, представление данных и т.д.;
2) уровень логики, реализующий логические операции над данными;

3) уровень данных, отвечающий за взаимодействие с БД.

Согласно выбранной архитектурной модели для разработки программного интерфейса необходимо определить для использования:

- язык программирования для реализации основной логики;
- фреймворк, совместимый с ЯП;
- СУБД для организации хранения данных.

Наиболее популярными языками программирования, используемыми при разработке серверной части являются Python, JavaScript, Java, PHP, Ruby [1]. Стоит отметить, что в техническом плане для большинства проектов нет каких-либо ограничений при выборе языка, а это означает, что необходимый функционал может быть успешно реализован с использованием любого из них [2].

Так, можно выбрать третий по популярности в рейтинге TIOBE за январь 2020 года язык программирования Python. Разработчики предпочитают его прежде всего за более лаконичный, даже по сравнению с функциональными языками, текст программы (в среднем, короче в 1.2–1.6 раза), что сильно повышает читаемость текста программы [3].

Процесс разработки серверной части программного интерфейса можно существенно упростить и ускорить, используя фреймворк. Фреймворк представляет собой набор библиотек подпрограмм, правил построения архитектуры приложения. При этом на начальном этапе разработки задается поведение по умолчанию, формируется текст программы, расширяемый, согласно установленным требованиям [4].

Наиболее популярными фреймворками для выбранного ранее языка программирования Python являются Django и Flask [5]. Их сравнение проведено на основании источников [5, 6, 7] и отражено в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение фреймворков Django и Flask

Фреймворки	**Django**	**Flask**
Первый выпуск	2005 год	2010 год
Сообщество	огромное и активное сообщество разработчиков	не такое большое, как сообщество Django
Панель администратора	полностью интегрированный админ-интерфейс для управления данными приложения	только с установкой дополнительного расширения, например, *Flask-Admin*
Следование архитектурному шаблону	да, наиболее распространенная структура проекта	произвольная структура проекта

ORM (технология программирования, связывающая БД с концепциями ООП)	применяется	не применяется
Встроенные технологии для авторизации и аутентификации API	пользовательскую модель, облегчающая авторизацию и аутентификацию API.	нет
Инструменты тестирования	инструменты, основанные на встроенной платформе *Python Unittest*	

В соответствии с таблицей 1 был выбран фреймворк Django, так как он содержит большое количество встроенных библиотек, огромное сообщество активных разработчиков, а следовательно, и разобранных примеров и возможность быстрого получения ответа на возникшие вопросы по применению фреймворка.

Как уже упоминалось ранее, последнее звено трехуровневой архитектуры клиент-сервер занимает уровень данных, а именно системы управления базами данных и хранимые данные. По версии исследования [8], проведённого в 2020 году, самой популярной технологией для работы с базами данных среди профессиональных разработчиков является СУБД MySQL, на втором месте PostgreSQL. В рейтинге также присутствует MariaDB — ответвление от СУБД MySQL. При недолгом знакомстве с описанием приведенных СУБД создается ощущение, что они практически идентичны.

Чтобы сделать правильный выбор, необходимо провести анализ по следующим критериям:

1) официальная поддержка СУБД фреймворком Django, чтобы гарантировать стабильное взаимодействие с базой данных;
2) лицензирование;
3) тип СУБД;
4) производительность;
5) стабильность работы;
6) масштабируемость.

Результаты представлены в таблице 2, источники [9, 10].

ТАБЛИЦА 2. Сравнение СУБД: MySQL, MariaDB, PostgreSQL

СУБД	**MySQL 8**	**MariaDB 10**	**PostgreSQL 12**
Поддержка Django	+	+	+
Лицензия	GNU GPL и коммерческая	GNU GPL	Разрешительная лицензия свободного ПО
Тип	Реляционная	Реляционная	Объектно-реляционная (пользователь сам может создавать объекты для операций, куда могут входить различные данные)
ОС	MS Windows, Linux, OS X, Free BSD	MS Windows, Linux, OS X, Free BSD	MS Windows, Linux, OS X, Free BSD
Производительность	пренебрежение некоторыми SQL-стандартамы позволяет MySQL работать производительнеев некторых местах	значительно превышает производительность MySQL благодаря использованию нового типа таблиц, представленных не в форме построчного хранилища, а в форме колоночного хранилища	превышает производительность MsSQL в среднем в 2 раза, но скорость работы может падать во время проведения пакетных операций или выполнения запросов чтения
Размеры данных (зависит от ОС и типа данных)			
Максимальный размер таблицы	16 TB	256 ТБ	32 TB
Максимальный размер поля	до 4 GB	до 4 GB	до 1 GB

По результатам проведенного анализа преимущество на стороне MariaDB и PostgreSQL, но для дальнейшего проекта будет выбрана СУБД MariaDB. Это обусловлено опытом работы с первоисточником данной системы — СУБД MySQL.

Таким образом, были выбраны базовые технологии для серверной части программного интерфейса для хранения и обмена кафедральных научных электронных материалов.

Список используемых источников

1. Ксендзовский И. Д..,Калюжный Е. Р..,Зариковская Н. В. Разработка серверной части приложений и систем: технологии и языки программирования // Программные средства: Сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, 07 июня 2020 г. Пенза: «Наука и Просвещение», 2020. С. 30-32
2. Серверные языки программирования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://web-creator.ru/articles/server_side_languages (дата обращения: 15.11.2020).
3. Nanz S., Furia C. A. A Comparative Study of Programming Languagesin Rosetta Code// Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering (ICSE'15), pages 778-788. IEEE, 2015
4. Фреймворки в веб-разработке [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://web-creator.ru/articles/about_frameworks (дата обращения: 15.11.2020).
5. Ахметгалеева Д.Ф., Галиаскарова Г.Р. Сравнение фреймворков языка программирования Python: Django или Flask// COLLOQUIUM-JOURNAL. 2019. N17-2 (41). С.23–24
6. Flask или Django? Выбираем Python веб-фреймворк [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://python-scripts.com/flask-or-django (дата обращения: 15.11.2020).
7. Сравнение Flask vs Django. самые популярные платформы Python [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://bit.ly/2Hb1OpE (дата обращения: 15.11.2020).
8. Stack Overflow Developer Survey 2020 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://insights.stackoverflow.com/survey/2020#technology-databases-professional-developers4 (дата обращения: 15.11.2020).
9. Ефимова Е.В., Бишлеев В.М. Сравнительный анализ современных СУБД// Информационные системы, экономика и управление: ученые записки. Ростов-на-Дону: РИНХ, 2020. С 41-44
10. Сравнение производительности MySQL vs PostgreSQL [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://bit.ly/3nuLwYe (дата обращения: 15.11.2020).

УДК 004.9
ГРНТИ 20.01.45

ГЕЙМИФИКАЦИЯ В ОБУЧЕНИИ: РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИДЕОЛОГИИ DOTA

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

Настоящая статья посвящена нововведению в обучении, представляющему из себя модель обучения, основанную на идеях и принципах игры Dota. Это игра, построенная на идее защиты крепости, вызывает большой интерес у различных групп пользователей. Dota предоставляет возможности для изучения, которые можно применить к разрабатываемой модели обучения. Алгоритм, описанный в модели обучения, дает учащимся возможность вырабатывать критическое мышление, организовывать соревнование, участвовать в командной работе, чувствовать соревновательный дух между командами. Исследование, проводимое в статье, основано на модели ADDIE (анализ-дизайн-разработка-реализация-оценка).

геймификация, модель обучения, дизайн, игровое обучение, мотивация

Прогресс науки и технологий в эпоху промышленной революции 4.0 вдохновил на множество инноваций в обучении. Подход «чему учиться» устаревает и заменяется на «как учиться» [1]. Перед педагогическим сообществом возникают новые проблемы, связанные с несоответствием возникающих тенденций с имеющимися программами обучения. Образовательные технологии должны и дальше разрабатываться, и развиваться творчески, новаторски, адаптивно, чтобы облегчить и создать обучение для студентов, которое бы их мотивировало.

Обучение на основе игр – это альтернативный метод, который может внести в обучение новые возможности. Известно, что все, от маленьких детей до взрослых, любят играть в игры, и многие тратят большое время на это занятие. Поэтому применение механизма игры к обучению может рассматриваться как хорошая идея для улучшения его качества. Игры являются важным и значимым аспектом к текущему обучению, эта техника облегчает и повышает мотивацию обучения за счет использования механизмов, мышления и элементов игры.

Одной из моделей обучения на основе игр является модель, основанная на идеях игры Dota. Эта модель относится к категории «игрового обучения», являющейся формой образовательной деятельности, ориентированной на студентов, которые используют игры в учебных целях.

Результаты исследования показывают, что игры способны обеспечить среду для развития коммуникативных и социальных навыков [2]. Поэтому целью настоящего исследования является доказательство положения: может ли разрабатываемая модель обучения улучшить различные социальные навыки учащихся. Таким образом, конкретными целями этого исследования являются:

1) разработка дизайна модели обучения для улучшения социальных навыков

2) выявление сильных и слабых сторон модели обучения.

Настоящее исследование направлено на создание модели обучения, основанное на модели ADDIE (Анализ–Дизайн–Разработка–Реализация–Оценка). Это одна из моделей обучения дизайну, которая реализует этапы проектирования в простой и легкой для понимания формы.

Анализ: Первый этап – это процесс оценки потребностей, выявления проблем и потребности в развитии. Способом проведения анализа является процесс наблюдения и интервью для выявления проблем. Результатом, полученным на этом этапе, являются характеристики учащихся и определение их потребностей (цели обучения и учебные материалы).

Дизайн: Второй этап – это разработка модели обучения. Описание модели ориентировано на активное обучение. Этот этап начинается с постановки целей, разработки сценариев преподавания, учебных материалов и оценки результатов обучения. Результатом на этом этапе является дизайн продукта, выполненный на бумаге.

Разработка: Этот этап является реализацией дизайна модели обучения. После разработки модели следующим шагом является проверка дизайна экспертами, преподавателями и студентами. Результатом, полученным на этом этапе, является более совершенная и эффективная модель обучения, готовая к практике в учебной деятельности.

Реализация: Этап является проверкой применимости модели в условиях реального учебного процесса. После применения модели обучения проводится первоначальная оценка, чтобы получить обратную связь для корректировки оценки результатов.

Оценка: Последний этап разработки – доработка продукта. После того, как окончательная модель обучения будет использована общественностью, необходимо постоянно отслеживать её работоспособность, разработчик должен постоянно получать информацию для улучшения модели.

Результаты наблюдений и опросов, полученные в процессе исследования, выявили несколько проблем, связанных с мотивацией студентов к обучению. Обучающиеся утверждают, что им скучно, если в качестве подачи учебного материала используются только лекции с презентациями. Кроме того, когда их спрашивают, есть ли вопросы по пройденному материалу, они, как правило, остаются пассивными. Но когда им задавали контрольные вопросы, в среднем, они не могли ответить на них. Если студентам что-то не понятно, они скорее спросят друг друга, нежели преподавателя. Некоторые ученики сонливы и не могут сосредоточиться при объяснении материала, а также пассивны во время обсуждения. Проведенный анализ используется для определения решений, которые следует применять для преодоления проблем обучения.

Проверка разрабатываемой модели осуществляется посредством анализа достоверности содержания, а также путем привлечения:

1) Экспертов в области дизайна

2) Педагогов

3) Студентов, принимающих участие в разработке моделей обучения

Проверка модели обучения экспертами по дизайну проводится для определения уровня достоверности модели обучения. Модель в этом исследовании понимается как интерактивная модель обучения, побуждающая студентов мыслить критически. В связи с этим возникает необходимость прояснить шаги и сценарий модели.

Проверка модели обучения преподавателями предназначена для измерения уровня применения настоящей модели в практике обучения в классе. Роль преподавателей в этой модели очень важна: необходимо создавать веселую и стимулирующую атмосферу; делать всех учащихся активными в решении задач; преподаватели должны играть больше ролей в качестве гидов и проводников. Один из самых важных аспектов образовательной деятельности – это способность педагогом поддерживать индивидуальную мотивацию и интерес учащегося к обучению и игровому опыту с учетом потребностей, предпочтений, целей и способностей каждого учащегося [3]. В связи с этим инструкции по использованию модели обучения должны быть уточнены, для того чтобы преподаватели могли использовать модель в точном соответствии с их назначением.

Разрабатываемая модель очень интересна, потому что она дает возможность учиться во время игры. Это означает, что обучение через игру требует процесса погружения, а именно прямого и полного вовлечения учащегося во взаимодействие с системой, заложенной в дизайн игры [4].

На основании сказанного можно предположить, что модель обучения вполне реализуема. Ниже в таблице 1 представлены технические инструкции по игровым действиям с этой моделью:

Таблица 1. Технические инструкции модели обучения

№	Описание пункта инструкции
1	В начале основной учебной деятельности класс делится на несколько разнородных групп, каждая из которых состоит из 4 учеников
2	Учитель раздает учебные материалы и карточки, чтобы задавать вопросы и ответы каждой группе
3	Каждая группа составляет не менее четырех вопросов и ответов (в зависимости от количества членов группы). Задаваемые вопросы и ответы не должны исходить из обсуждаемого материала
4	Вопросы должны относиться к области предмета
5	После того, как каждая группа закончит задавать вопросы и ответы, ученики разбиваются на 2 команды
6	Каждой команде дается право выбрать одного капитана
7	Капитану поручено направлять ход игры, и ему помогает преподаватель в качестве помощника
8	У каждой команды 8 башен и 1 трон (количество башен можно регулировать по необходимости).
9	Каждая команда может атаковать башню противника, но до того, как башня впереди разрушена, они не могут атаковать башню за ней, и так далее, пока одна из команд не достигнет трона и не сломает его, что означает, что они становятся

	победителями.
10	Жеребьевка капитанов. Выбор команды.
11	Если команде В удастся ответить на вопросы команды А, то башня команды А разрушается
12	Если команде В не удается ответить на вопросы команды А, то башня команды В будет потеряна (которая была выбрана в начале).
13	Время, отводимое на то, чтобы задать вопрос, составляет 30 секунд, а ответ на вопрос - 60 секунд (когда ответ разрешен для обсуждения), если оно превышает указанное время (либо вопрос, либо ответ), то это считается неудачей.
14	Каждый член команды имеет возможность задать только один вопрос и дать один ответ, но может помочь поделиться своим мнением или ответить на идеи, у которых есть возможность ответить.
15	Игра продолжается до тех пор, пока одна из команд не доберется до главной крепости противника. Но посреди игры преподаватель также может дать возможность двум командам изменить стратегию игры, например, сменить лидера команды, попросить время для повторных вопросов и так далее.
16	Обсуждение итогов

Результаты проведенных испытаний показали, что учащиеся заинтересованы в реализации прикладной модели обучения. Студенты с энтузиазмом учатся, в процессе обучения удалось добиться успеха в росте способностей студентов ставить важные вопросы на первое место. У студентов развиваются такие навыки, как работа в команде, солидарность, способность обмениваться информацией, мнениями, креативность, способность брать на себя ответственность и т. д. Таким образом, модель обучения, основанная на идеях игры Dota, может поднять мотивацию к обучению (Рис.1).

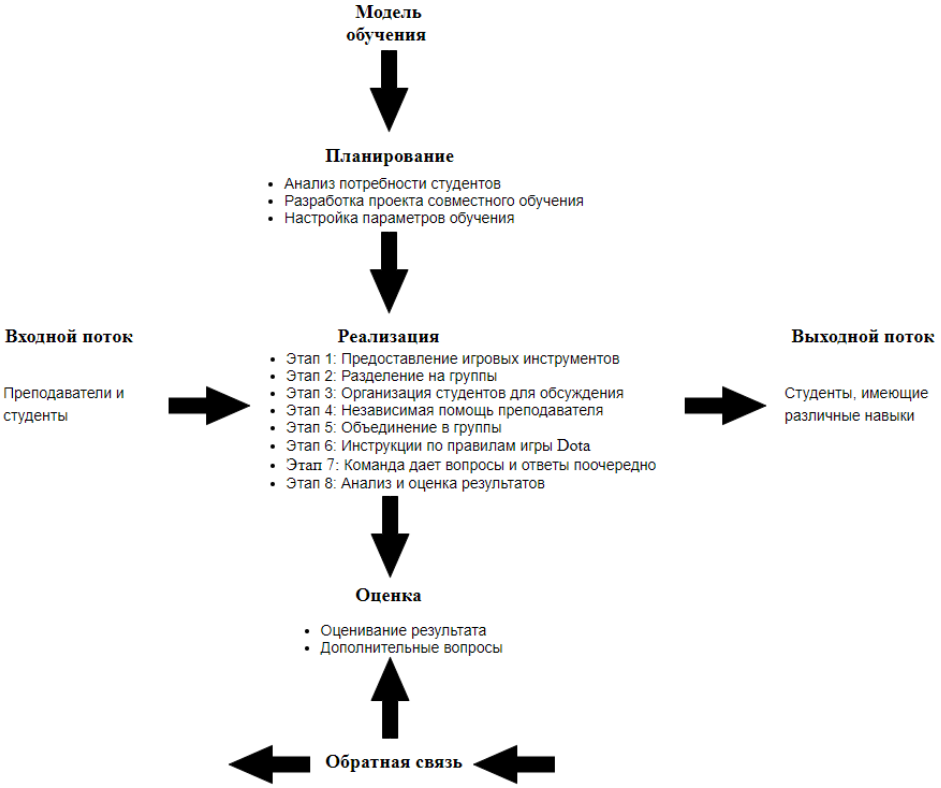


Рис. 1. Алгоритм построения модели обучения

Результаты исследования также доказывают, что игровое обучение может повысить вовлеченность и мотивацию учащихся. Помимо повышения мотивации к обучению, результаты внедрения модели могут также улучшить различные коммуникативные навыки учащихся.

Разработанный сценарий модели обучения состоит из восьми этапов. Преимущества модели заключаются в том, что ее легко реализовать, можно дополнить инструкциями по использованию и добиться улучшения различных социальных навыков студентов.

Тем не менее, есть еще ряд вопросов, которые необходимо изучить, чтобы достичь более высокого уровня осуществимости и совершенства этой модели обучения. Среди них: отсутствие учета равного распределения учащихся в группах по их способностям; вопросы контролирования прохождения игры преподавателями; тайм-менеджмент и некоторые другие.

Список использованных источников

1. Осовицкая, Н. HR-брендинг. Управление талантами, онлайн-обучение, геймификация и еще 15 эффективных практик / Нина Осовицкая. - М.: Питер, 2014. - 240 с.

2. Варенина Л.П. Геймификация в образовании // ИСОМ. 2014. №6-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-v-obrazovanii (дата обращения: 16.11.2020).

3. Орлова О.В., Титова В.Н.. Геймификация как способ организации обучения // Вестник ТГПУ. 2015. №9 (162). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-sposob-organizatsii-obucheniya (дата обращения: 16.11.2020).

4. Добычина Н. В. «Компьютерные игры – театр активных действий» // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2013. № 1. С. 149–158.

5. Бахметьева И.А., Яйлаева Р.Н. Игрофикация в образовании // Colloquium-journal. 2019. №21 (45). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/igrofikatsiya-v-obrazovanii (дата обращения: 19.11.2020).

УДК 004.94
ГРНТИ 20.01.07

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЛИЦ, ИМЕЮЩИХ ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ.

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

В двадцать первом веке невозможно отрицать, что цифровые технологии развиваются семимильными шагами и уже давно стали неотъемлемой частью жизни человека. Люди охотно пользуются теми возможностями, которые предоставляет им интернет пространство. Благодаря инновационным технологиям IT-сферы, человек легко может решать не только рабочие, но и повседневные задачи, но вопрос о том, все ли могут в одинаковой степени пользоваться возможностями, которые предоставляет нам данный рынок, остается открытым.

дизайн система, ограниченные возможности, паттерны поведения пользователя, веб-технологии, ассистивные технологии.

В современном мире невозможно считать, что все пользователи взаимодействуют с цифровыми продуктами одинаково. Доступность становится решающим элементом дизайн-процесса. Говоря о «дизайн-процессе», стоит отметить, что огромный вклад в создание продуктов, облегчающих нашу жизнь, внесли UX/UI дизайнеры и веб-разработчики. Благодаря их работе, взаимодействие пользователя с веб-интерфейсом становится с каждым годом проще и понятнее.

Часто, разрабатывая IT-продукт, мы забываем о пользователях, возможности которых могут быть ограничены. Плохое зрение, слух, нарушение двигательных функций – лишь малая часть из всех тех особенностей, которыми может обладать человек.

Изучив статистику, обнаружено, что 56,7 млн американцев, 18,7% населения страны, живут с одной из форм инвалидности. 38,3 миллиона американцев (12,6% населения) имеют тяжёлую степень инвалидности. Это данные 2012 года, только для одной страны. Если подняться до мирового масштаба, показатели достигнут тревожных значений, и это уже не будет проблемой «меньшинства пользовательской базы». По данным федеральной службы государственной статистики, на 2020 год в России насчитывается 11875 тысяч людей с инвалидностью (таблица 1) [1]. Полученные в ходе анализа результаты говорят о том, что проблема несет в себе глобальный характер и актуальна по сей день.

ТАБЛИЦА 1. Данные по количеству людей с инвалидностью на 2020 год.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Всего инвалидов, тыс. человек	13082	12946	12924	12751	12261	12111	11947	11875
в том числе: I группы	1496	1451	1355	1283	1309	1466	1433	1422
II группы	6833	6595	6472	6250	5921	5552	5356	5209
III группы	4185	4320	4492	4601	4395	4442	4488	4556
дети-инвалиды	568	580	605	617	636	651	670	688
Общая численность инвалидов, на 1000 человек населения	91,3	90,1	88,4	87,0	83,5	82,5	81,4	80,9

Мы живем в такое время, когда информация, поступающая извне, становится жизненно необходимым ресурсом, а как известно люди получают информацию благодаря органов чувств, преимущественно, с помощью глаз [2]. По данным ВОЗ 2019 года в мире насчитывается не менее 2,2 миллиарда случаев нарушения зрения или слепоты. Условно, людей, имеющих подобные проблемы можно разделить на три группы: плохо видящие, слабо видящие и невидящие. То, что проблемы со зрением или его полное отсутствие сильно ограничивают человека в решении различных задач, является неоспоримым фактом.

Данная статья направлена на выявление потребностей людей, имеющих проблемы со зрением и поиск решений, которые помогут облегчить им жизнь в рамках UX/UI проектирования интерфейса с использованием ассистивных технологий. Для анализа потребностей, за основу, возьмем пирамиду Маслоу (рисунок 1) [3].

Рис. 1. Пирамида потребностей Маслоу.

Кажется, вполне логичным что возможность удовлетворить себя, в соответствии с представленной моделью, будет напрямую зависеть от степени нарушения зрительных функций, и чем она выше, тем более незащищенным и уязвимым чувствует себя человек.

Для дальнейшего анализа будет использован первый и второй уровень модели. Основная причина данного решения заключается в том, что пока не удовлетворены потребности первого уровня, никакая другая потребность не может проявиться. Если говорить о потребностях второго уровня, для людей с ограниченными возможностями, вопросы, связанные с безопасностью и стабильностью, имеют на порядок большее значение, чем для среднестатистического человека.

В современном мире, есть множество способов удовлетворить свои запросы с помощью веб-продуктов, но для группы лиц, имеющих проблемы со зрением, есть ряд препятствий для комфортного взаимодействия с приложениями и сервисами, которые могли бы стать полезными для них. Примером могут служить приложения по доставке еды, с помощью которых становится возможным решить задачу по удовлетворению базовой потребности первого уровня модели Маслоу. UX/UI дизайн «Яндекс еды» или «Delivery club» (два самых популярных приложения по доставке еды), довольно удобен для обычных пользователей, но нуждается в доработках или разработке отдельной версии для слабовидящих. Для анализа интерфейса, с помощью которого пользователь с ограниченными зрительными возможностями может удовлетворить потребности второго уровня модели Маслоу, была выбрана десктопная версия сервиса «Госуслуги».

Довольно мало веб-ресурсов проектируют и внедряют версию для слабовидящих, и выбранные для анализа не были исключением. Чаще всего, группа слабовидящих или невидящих людей пользуются сторонними приложениями для реализации целевых действий. Опираясь на российский национальный стандарт доступности веб ресурсов для инвалидов по зрению ГОСТ Р 52872-2012, интерфейс для лиц с разной степенью поражения зрительных органов должен быть не только цифровой, но и звуковой (требования к реализации звуковому интерфейсу прописаны в ГОСТ Р МЭК 958-93) [4]. Исходя из этого, выдвигаю предложение о создании специальной версии сайтов и приложений для слабовидящих, а также ряд требований, опирающихся на ГОСТ Р 52872-2012, паттерны поведения, психологию и особенности восприятия слабовидящих людей, современные ассистивные технологии, а также свои личные наблюдения и выводы, возникшие в результате исследования.

Первое требование будет связано с созданием визуальной иерархии на сайте и (или) приложении в соответствии с F-паттерном для страниц с

большим объемом текстовой информации и Z-паттерном для страниц с малым объемом текста (рисунок 2).

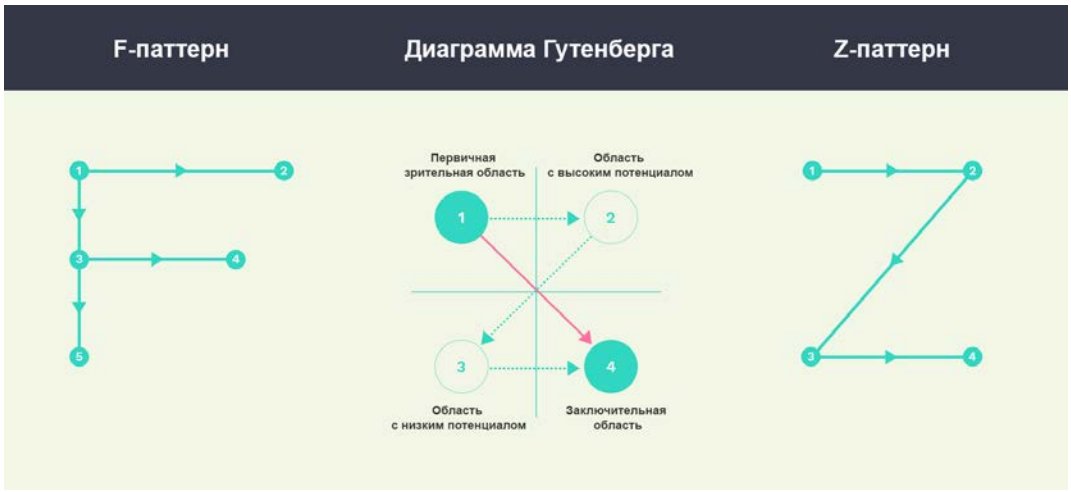


Рис. 2. Способы сканирования веб-интерфейса с помощью F–паттерна и Z-паттерна.

Данное правило универсально, как для среднестатистических пользователей, так и для имеющих проблемы со зрением. Слабовидящим будет намного легче воспринимать и сканировать такой контент с помощью визуальных вспомогательных средств для чтения (лупы, масштабируемость браузера и другие), так как траектория чтения текста у всех людей одинаковая.

У группы людей не способных видеть вообще, ситуация обстоит иначе. Для восприятия контента, они используют вспомогательные (ассистивные) технологии, такие как: специальная клавиатура, программное обеспечение, адаптирующее текст в голосовую информацию, альтернативные указательные устройства и другие. Восприятие веб-интерфейса у невидящих отличается от среднестатистических пользователей, поэтому для корректного и комфортного взаимодействия с сайтами и (или) приложениями разработчику важно использовать правильную семантику построения верстки сайта. При верстке элементов, имеющих особое назначение, таких как: списки, таблицы, заголовки и т.п. следует использовать строго определенные HTML-теги, что становиться намного проще, если на этапе дизайн-проектирования были соблюдены F-паттерн и Z-паттерн [5]. Качественная верстка позволяет интегрировать сайты и приложения с ассистивными технологиями намного легче, что упрощает процесс взаимодействия.

Следующим требованием будет максимальная минимизация в использовании внеэкранных элементов [6]. Примером могут служить модальные окна и(или) бургерное меню. Данные механики часто применяются современными UX-дизайнерами при проектировании и имеют место быть, но создают дополнительные действия со стороны пользователей. Они могут дезориентировать слабовидящих и невидящих

людей при взаимодействии с интерфейсом, и в ситуации, когда человек видит частично, и в ситуации, когда он полностью лишен зрения, а его единственный способ получения информации в интернете - наличие ассистивных вспомогательных технологий. В итоге, при проектировании общедоступного интерфейса, желательно, минимизировать внеэкренные элементы, чтобы расширить целевую аудиторию и дать возможность лицам, имеющим ограничения по зрению комфортно посещать интернет-ресурсы. Если речь идет о специальной версии для людей с ограничениями по зрению, для достижения доступности внеэкренные элементы следует избегать.

На текущий момент времени, у многих мобильных приложений отсутствует функция приближения или увеличения экрана, поэтому следующей рекомендацией будет внедрение данной возможности. Ее можно реализовать с помощью сенсорного взаимодействия пользователя с системой или дополнительно добавить в приложение увеличитель.

В результате данного исследования было выявлено, что доступность имеет место быть не для всех пользователей, а преимущественно для среднестатистических. Это значит, что специалистам в области создания веб-продукта следует стремиться к созданию такого интерфейса, которым может пользоваться абсолютно каждый с одинаковой степенью комфорта. Создавать иерархию контента нужно, опираясь на F-паттерн и Z-паттерн, следует избегать или минимизировать использование внеэкранных элементов при проектировании, а также добавить сенсорные возможности или вспомогательные инструменты для увеличения контента в мобильных приложениях.

Список используемых источников

1. Харламова И.В., Овод С.В., Воронцова Е.А. Положение инвалидов. Уровень инвалидизации в Российской Федерации. Общая численность инвалидов по группам инвалидности.// [Электронный ресурс] URL: https://rosstat.gov.ru/folder/13964?print=1
2. Элвин Тоффлер. Третья волна. М. : АСТ, 2004, 781 с
3. Абрахам Маслоу. Мотивация личности: пер. с англ. Санкт-Петербург: Питер, 2019 г., 124-140 с.
4. ГОСТ Р 52872-2012 1. Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению. М. : Стандартинформ, 2014, 5-6 с.
5. Верстка сайтов для слабовидящих людей с ограниченными возможностями.// [Электронный ресурс] URL: https://slabovid.ru/info/layout/
6. Что такое доступность и почему она так важна?// [Электронный ресурс] URL: https://vc.ru/flood/26498-design-for-everyone

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

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

В статье будут рассмотрены подходы к разработке образовательных методик адаптивного обучения, обеспечивающих предметное погружение в дисциплины естественнонаучного цикла с учетом особенностей отдельных предметов. С применением технологий виртуальной реальности, основанного на применении образовательных методик с игровой составляющей и непосредственного взаимодействия пользователей в виртуальной среде.

программно-аппаратный комплекс, адаптивное обучение, технологии виртуальной реальности, предметное погружение, образовательная методика, сценарий, уровень погружения в дисциплину, прототип, программное обеспечение, методические рекомендации

Качество образования – это важный вопрос, влияющий не только на интеллектуальный потенциал будущих поколений, но и на общее будущее. Время не стоит на месте, и современная система образования исчерпала себя, но на смену не пришло ничего достойного. Действующая система образования отстает от процессов, происходящих в обществе. Необходимо внедрение в учебный процесс инновационных технологий, оснащение учебных заведений современной техникой. Подготовка учеников должна быть направлена не на заучивание информации, а на ее понимание и умение применить полученные знания на практике. 21 век – это время стремительного научного прогресса.

В данный момент, наблюдаются попытки решения данной проблемы на государственном уровне. Согласно указу Президента Российской Федерации пункта 4.4 паспорта национального проекта "Образование": к 2024 году создать современную и безопасную цифровую образовательную среду, обеспечивающую высокое качество и доступность образования всех видов и уровней [1].

В общеобразовательных школах проблема обучения дисциплинам естественнонаучного цикла является крайне важной. Преподавателям достаточно часто приходится прилагать немало усилий для того, чтобы вызвать и постоянно поддерживать интерес к изучению большого количества предметов. Известно, что человек тянется к знаниям, когда осознает их значение в собственной жизни. Эта проблема решается

разными способами, в том числе через методики адаптивного обучения и предметного погружения в дисциплины естественнонаучного цикла образовательного процесса, начиная с первых уроков.

Данную проблему уже рассматривали в работе «Основные характеристики очков виртуальной реальности и перспективы их использования в учебном процессе» [2], а также, «Системы виртуальной реальности и их применение» [3].

В связи с этим можно сформулировать цель предстоящего исследования. Основной целью статьи является изучение влияния технологии виртуальной реальности на образовательный процесс, и то, какие возможности открывает данная технология преподавателям и ученикам. Для достижения данной цели, необходимо поставить ряд задач, а именно, определить проблему внедрения технологий виртуальной реальности, изучить полезную составляющую для сферы образования и предложить варианты решения данной проблемы.

Основным барьером внедрения технологий виртуальной реальности для обучения цифровым наукам на пути российских образовательных учреждений и предприятий является низкое потребительское и функциональное качество существующих отечественных и высокая стоимость иностранных решений, либо их полное отсутствие.

На данный момент можно выделить наиболее удачные решения, предоставляющие в образовательные учреждения системы, использующие виртуальную реальность. Основные возможности выбранных решений представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Существующие системы образования VR

Возможности\Название	**CoSpaces**	**TeachVR**	**VR Concept**
Русификация	-	-	-
Продажи на территории РФ	-	+	-
Система VR	+	+	+
Интерактивность VR	-	+	-
Библиотека 3D моделей	+	-	+
Анимационная панель	+	-	-
Визуальное программирование	+	-	-

Как можно увидеть из таблицы 1,, существующие решения на рынке не подходят для полного вовлечения ученика в процесс образования и не дают полной свободы преподавателя м, что не дает усвоить предложенный преподавателем материал, но и познать мир, вступить с ним в активное общение, самостоятельно найти ответы на вопросы, преподавателя и применять полученные знания на практике.

Прежде чем попытаться решить основную проблему, необходимо определить целесообразность использования технологий виртуальной реальности. Так, самым важным мотивом к обучению ученика выступает познавательный интерес, который является основой активной самостоятельной деятельности учащегося, его отношения к учению в целом Познавательный интерес является одним из важных факторов учебного процесса. Проблема развития познавательной активности учащихся связана с поиском нового в теории и практике обучения. Результатом творческого поиска оригинальных решений разнообразных методических проблем являются специфические формы и методы обучения. Первое место, по праву, занимают технологии обучения, которые базируются на развитии познавательного интереса учащихся.

Технологии, которые активизируют процесс обучения, опираются не только на процессы восприятия, памяти, внимания, но и на творческое, продуктивное мышление и общение, активные формы и методы обучения [4].

- Интерес к учебному процессу возрастает благодаря использованию трёхмерных сцен, анимацией и виртуальной реальности [5]:
- Использование виртуальной реальности увеличивает скорость обучения на 20%.
- Количество ошибок снижается на 53% благодаря виртуальной реальности.
- Становится доступным проведение безопасных опытов и экспериментов с эффектом полного погружения.

Фактически, грамотно спроектированная система позволяет разрабатывать образовательный контент под конкретного ученика, который может варьироваться от статичных изображений до инструментов и средств дополненной и виртуальной реальности:

- Сообщать знания о явлениях и законах природы; раскрыть структурное многообразие материи, соотношение между опытом и теорией в развитии физики.
- Обеспечивать элементарное понимание основных принципов работы технических устройств, с которыми современный человек встречается на каждом шагу.
- Ознакомить с правилами техники безопасности и научить грамотно их использовать.
- Воспитать интерес к изучению естественно-научных дисциплин на основе разъяснения роли этой науки в современной жизни.

- Формировать разносторонний образ мира, в котором наряду с классической естественнонаучной картиной существуют элементы современного научного взгляда на природу как сложную, взаимосвязанную, не механическую, эволюционирующую целостность, а также его художественное, эстетическое, экологическое, восприятие и другие особенности.

Решением поставленной цели, может служить создание программно-аппаратного комплекса, использующего систему виртуальной реальности. Который будет предоставлять функционал, в котором создается контент, который позволяет использовать творческие экспериментальные задачи, данные для решения которых получаются экспериментально непосредственно на глазах учащихся или самими учащимися с погружением в виртуальную реальность. Творческие задания будут не только развивать способности учеников использовать знания в новых условиях, но и создадут условия для формирования мировоззрения человека.

Таким образом, планируемая разработка должна оказать помощь преподавателю:

- В формировании учебного контента по разделу учебной дисциплины и по конкретной теме урока.
- Организации учебных «квестов» и других форм проведения занятий.
- Самостоятельном создании фрагмента нового материала или домашнего задания из отдельных элементов тематики предмета.
- Предварительном просмотре создаваемого фрагмента урока на экране.
- Использовании созданного фрагмента урока на экране любого устройства (живая презентация).
- Создании различных сценариев и продолжения урока.
- Накапливанию разработанных материалов для их повторного применения в будущем.

В результате проведенной работы, были проанализированы ранее опубликованные работы по данной теме. Выявлены существующие недостатки, которые необходимо учесть при достижении цели, путем создания собственных систем. Сформулированы цели и задачи исследования и указан дальнейший путь решения поставленной цели.

Список используемых источников

1. Паспорт национального проекта "Образование", 24 декабря 2018, №4.4, URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=B479832C5E00AB48A515DACC2963034A&req=doc&base=LAW&n=319308&dst=100586&fld=134&REFFIELD=134&REF

DST=100010&REFDOC=59532&REFBASE=PNPA&stat=refcode%3D10881%3Bdstident%3D100586%3Bindex%3D22#2ityt6tbx70

2. Образцов, И.В. Виртуальные тренажеры в практике технического образования

3. Суворов, К.А. Системы виртуальной реальности и их применение [Текст] / К.А. Суворов // T-Comm — Телекоммуникации и Транспорт. — 2013. - № 9. -С. 140-143.

4. Уваров, А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании / АЮ Уваров. – Наука и школа, 2018.

5. Шевченко, ГИ Основные характеристики очков виртуальной реальности и перспективы их использования в учебном процессе / ГИ Шевченко, ДА Кочкин. – Преподаватель XXI век, 2018.

6. Bardeen L. Mixed reality momentum continues in the modern workplace. 2017, URL: https://blogs.windows.com/devices/2017/11/01/mixed-reality-momentum-continues-modern-workplace-microsoft-hololens-expands-29-new-markets/

7. Селиванов, В.В. Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте [Текст] / В.В. Селиванов, Л.Н. Селиванова // Непрерывное образование: XXI век. — 2015. — № 1(9). — С. 1-20.

8. Freeman D., Reeve S., Robinson A., Ehlers A. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. Psychological Medicine. 2017, Vol. 47, Iss. 14, pp. 2393-2400.

УДК 004.413.2
ГРНТИ 82.05.02

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ IT-ПРОЕКТОВ И РАЗРАБОТКА AGILE-КОНЦЕПЦИИ ДЛЯ НАЧИНАЮЩЕЙ КОМАНДЫ РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

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

Управление IT-проектами подразумевает под собой большое количество различных методологий и концепций. Для начинающей команды существующие методологии могут казаться сложными и непонятными. Рассмотрены наиболее популярные «гибкие» методологии разработки IT-проектов, проведен сравнительный анализ с другими методологиями, предложены варианты интеграции элементов нескольких подходов в одну методологию, актуальную для небольшой, начинающей команды разработчиков программных средств.

разработка, управление проектами, agile, начинающие разработчики, методологии.

Мир IT-разработки многообразен и постоянно развивается, каждый день появляются новые инструменты и методологии разработки продуктов. Одним из актуальных трендов на сегодняшний день являются гибкие методологии разработки проектов (Agile) [1]. Agile возник в сфере IT, но на сегодняшний день проник уже во многие сферы деятельности людей, от промышленности до искусственного интеллекта. Философия Agile изложена в манифесте разработки ПО: «Люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов. Работающий продукт важнее исчерпывающей документации. Сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта. Готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану» [6]. Из манифеста ясно то, что упор делается на взаимодействие людей друг с другом и работа на результат. Кроме того, подчеркивается отличительная черта Agile – это постоянная динамика, ориентация на изменения в рынке, плотная обратная связь между заказчиком и разработчиками.

Одними из представителей Agile-семейства методологий являются Scrum и Kanban [2]. Каждая из методологий обладает рядом недостатков и преимуществ. Однако, подобные методологии часто используют только в больших IT-компаниях и командах. Для начинающих разработчиков и развивающейся команды крайне сложно соблюдать все алгоритмы или, например, «церемонии» методологий. Каждой команде приходится адаптировать принципы и подходы к разработке продукта, для наибольшей оптимизации процессов в каждом отдельном взятом случае. На данный момент, молодым командам приходится тратить очень много сил и

времени, на то, чтобы адаптировать под себя методологию, что ведет к финансовым и временным потерям.

Scrum – это по сути «подход структуры». Данная методология регламентирует то, что над любым проектом работает универсальная и самоорганизующаяся команда разработчиков, а также специалист контроля (scrum-мастер) и владелец продукта. Владелец продукта в разных случаях является либо заказчиком, либо менеджером, который выступает буфером между командой и заказчиком. По своей сути владельца продукта можно сравнить с куратором. Специалист контроля же выступает ментором, он следит за исполнением «церемоний», проводит собрания, решает бытовые проблемы и мотивирует команду. Сейчас на рынке труда даже появилась отдельная должность scrum-мастер, правда, как можно понять, для небольшой команды разработчиков это недопустимая роскошь.

Рабочий процесс Scrum делит на равноценные спринты – это периоды от недели до месяца. В начале спринта формируются задачи на спринт из общего списка задач, в конце обсуждаются результаты, а команда начинает готовится к новому спринту. Данный подход позволяет постоянно анализировать прогресс работы над продуктом, вовремя вносить коррективы, что позволяет повысить эффективность команды, схема работы методологии представлена на рис. 1.

Рис. 1. Схема работы методологии Scrum

Kanban – это подход баланса. Его задача оптимизировать процесс разработки так, чтобы все участники процесса находились в равной трудовой загрузке, и никто никого не ждал [3]. В Kanban нет отдельных ролей, как в Scrum. Все задачи делятся не на спринты, а на статусы этих самых задач: «Планируется», «Разрабатывается», «Тестируется»,

«Завершено». Главный показатель эффективности в Kanban – это среднее время прохода задачи по доске. Для визуализации часто используют и физически доски. Однако, в чистом виде Kanban обладает недостатком в виде отсутствия обратной связи и сложным внесением корректировок. К тому же, визуально Kanban доски могут быть огромными, что мешает восприятию. Схема работы Kanban-доски представлена на рис. 2.

Рис. 2. Схема работы Kanban-доски

В условиях изменчивого рынка, для разработки больших и сложных проектов используют подход реализации MVP. Наиболее часто, данный термин можно услышать в стартап-сообществах, так как для инвесторов важно снижение рисков и проверка способностей команды разработчиков. MVP – это минимальный рабочий прототип, который должен содержать в себе функционал, отличающий систему от других и необходимый для корректного решения задач пользователей [4]. Кроме того, тестировать гипотезы UI/UX дизайнеров на MVP гораздо проще, нежели чем на полностью реализованном продукте. В данном случае, внесение корректив по итогам тестирования будет гораздо проще, нежели чем уже на готовом. Можно сказать, что использование MVP позволяет оптимизировать разработку, снизить риски инвесторов и получить результат быстрее и качественнее.

Исходя из этого, можно предположить, что начинающая команда разработчиков, приступая к реализации проектов должна учитывать промежуточный итог в виде MVP или даже нескольких версий, так как его реализации позволит повысить доверие со стороны инвесторов или заказчиков, а также помогает протестировать и проверить гипотезы самих разработчиков. Запускать MVP стоит как на тестовую аудиторию, так и на самих разработчиках и заказчиках [5]. Чем больше разных взглядов и мнений соберет команда, тем более точно их проект сможет попасть в целевую аудиторию. В условиях того, что каждый день придумываются

новые идеи и проекты, особенно мелкого масштаба, начинающей команде разработчиков нужно быть уверенными в том, что их продукт смогут оценить по достоинству.

Исходя из всей изложенный информации, а также опираясь на опыт работы молодых команд разработчиков можно сказать, что для реализации собственных проектов, а тем более стартапов, необходимо придерживаться следующих принципов из нескольких методологий, позволяющих оптимизировать работы и повысить эффективность команды:

1. Разработку необходимо вести итерациями в несколько недель (лучше всего по 2), на каждую из которых команда выбирает задачи и не меняет их в ходе итерации. По итогам одного спринта команда должна получать рабочий функционал программного средства, либо его часть, который можно было бы продемонстрировать заказчикам.
2. При реализации больших проектов, стоит учитывать реализацию MVP, вынося в него основные и отличающие от других систем функции, поэтому задачи на спринты стоит ориентировать на наиболее скорейшее получение результатов и проверки гипотез.
3. В ходе разработки, наиболее удачной визуализацией задач может стать Kanban-доска в электронной системе управления проектами YouTrack, стоимость которой для небольших команд небольшая и зависит от выбранного тарифа.
4. Для правильного восприятия важности задач необходимо использовать принцип расстановки приоритетов MoSCoW, который разделяет любые задачи на: Must (обязательные), Should (нужно сделать, если возможно), Could (можно сделать, если этого не влияет на результат отрицательно), Would (хотелось бы в будущем). Пересматривать приоритеты для задач необходимо каждый спринт, так как некоторые задачи могут быть не реализованы за текущий спринт.
5. В условиях дистанционной работы команды, либо не постоянного рабочего графика крайне сложно будет соблюдать «ежедневные встречи» из Scrum, однако простым решением может быть 3-х разовые встречи в неделю, либо использование видеоконференций. Отказаться от подобных встреч нельзя, так как позволяют постоянно контролировать процесс разработки проекта и вовремя устранять преграды и сложности.
6. Небольшая команда разработчиков не может себе позволить много сотрудников, поэтому необходимо использовать следующие роли: project manage – объединяющий в себе Scrum-мастера и владельца продукта, так как по сути может являться буфером между командой и заказчиком, проводить презентации результатов итераций; team leader – им может быть самый опытный представитель команды разработчиков, необходим для формирования списка задач по проекту и помощи в работе других специалистов, так как начинающие разработчики не могут быть

универсальными и самоорганизующимися единицами, как от нас требует Scrum.

В ходе анализа популярных на сегодняшний день подходов к разработке IT-проектов выявлено то, что они не предназначены для молодых и начинающих команд разработчиков. Использование их в чистом виде будет приносить команде лишние сложности. Исходя из этого, было необходимо адаптировать несколько методологий под нужды начинающей команды и свести всё в один список принципов. Предложенные принципы взяты из разных методологий, но именно такая комбинация позволяет начинающей команде разработчиков быть эффективной с самого начала. Конечно, многие моменты команда подстраивает под себя на основе своего опыта и особенностей, но для формирования «собственной» философии еще нужно время и опыт. Кроме того, использование этого подхода позволяет снизить вероятность провала проекта (особенно в рамках стартапа), тем самым увеличивая шансы команды на успешную карьеру и развитие.

Список используемых источников:

1. Перерва, Андрей Путь IT-менеджера. Управление проектной средой и IT-проектами / Андрей Перерва. - М.: Питер, 2016. - 647 с.
2. Partogi, Joshua. Certified Scrum Master vs Professional Scrum Master // Lean Agile Institute. — July 7, 2013. Retrieved May 10, 2017.
3. Sutherland, Jeff. Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time. Crown Publishing Group, 2014.
4. Вольфсон, Борис Гибкое управление проектами и продуктами / Борис Вольфсон. - М.: Питер, 2014. - 137 с.
5. Ловина В. В., Шиян А. А. Использование возможностей облачного сервиса Битрикс24 для совместной работы команды веб-разработчиков// Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научнометодическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 2. С. 474–477.
6. Официальный сайт «Agile Alliance». [Электронный ресурс]// Agile Alliance. URL: https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/

УДК 004.418
ГРНТИ 20.15.05

АНАЛИЗ ПЛАТФОРМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ГРАЖДАНАМИ И ОРГАНАМИ ВЛАСТИ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА»

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

Вопрос обратной связи между органами власти и обычными гражданами всегда стоял достаточно остро. Помимо очевидных вещей в виде писем с описанием проблем от граждан, постоянно внедряются новые способы и методы коммуникации. Одним из таких проектов является «Цифровая экономика», в рамках которого был реализован ряд инструментов, призванных помочь органам власти собирать обратную связь от граждан, обратив таким образом внимание на действительно важные проблемы. При этом обратная связь собирается не только по проблемам, но и по предложениям, правда несколько другими инструментами.

государство, граждане, обратная связь, платформы, разработка.

В современном мире огромную роль играет не только сам факт возможности передачи информации, но и скорость этой передачи. Зачастую у граждан возникают проблемы, требующие безотлагательного решения, но в силу устоявшейся системы и её несовершенства, эти обращения теряются, не принимаются во внимание, либо реакция приходит тогда, когда в ней уже нет смысла.

Нашим государством было принято решение о создании единого «окна», по которому будут поступать обращения граждан. Реализация данной платформы была частью проекта «Цифровая экономика», стартовавшего в 2019 году. Подразумевалось создание интегрированного с «ГосУслугами» сервиса, способного по самым разным точкам агрегировать обращения и распределять их по органам власти, которые могли бы помочь или вовремя отреагировать на обращения граждан. Плановой датой реализации данного проекта должен был стать 2020 год и его начало, однако, ввиду ряда причин, система была запущена чуть позже и не везде.

Силами команд разработчиков данной системы были проведены закрытые тестирования в рамках некоторых городов и регионов, которые позволили получить дополнительную информацию по доработке. Сейчас подобная система реализована на официальных страницах большинства регионов нашей страны, но грамотное взаимодействие органов власти и этой системы ещё требует доработки. Так для центрального региона и его областей система уже получила положительный отклик граждан, так как

время на обработку обращений существенно сократилось (в Нижегородской области на 30%), при этом если брать регионы западнее, то тут уже ситуация иная.

Так, в Алтайском крае данная система пока еще не была запущена, и для работы с гражданами преимущественно используются бумажные носители (информация из отчета по Алтайскому краю) [1], при этом существуют ресурсы по работе с инициативами (например, алтайпредлагай.рф). Анализ одной из таких платформ показывает, что сбор инициатив граждан проходит на конкурсной основе, после чего наиболее удачные заявки отбираются и финансируются. Это позволяет обратить внимание местной администрации на наиболее важные и нужные проекты. На самой платформе представлена интерактивная карта, которая отображает все реализованные проекты через эту платформу, с возможностью узнать подробнее (рис. 1).

Однако и тут есть недостатки. Данная платформа не подразумевает возможность быстрой обратной связи для граждан по бытовым проблемам (ямы на дорогах, проблемы с электричеством и др.).

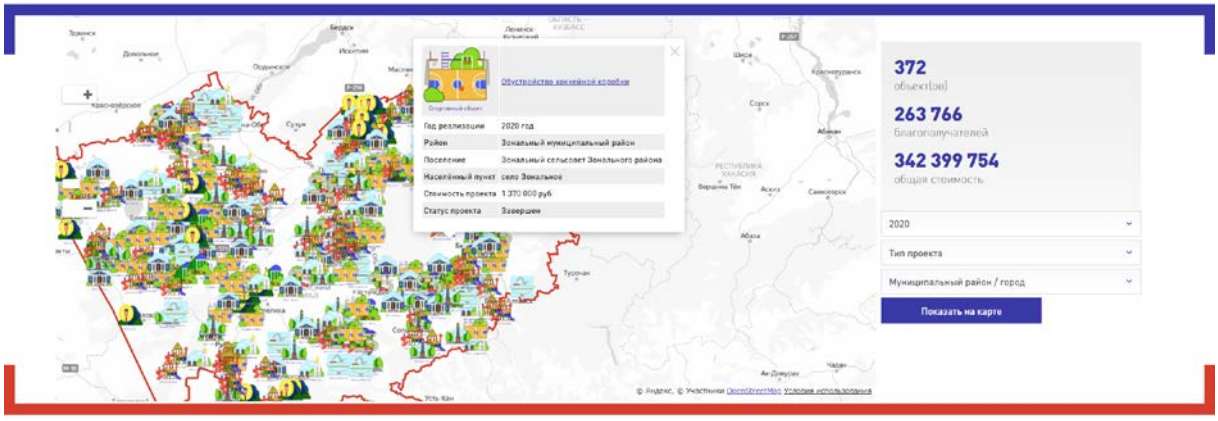


Рис. 1. Интерактивная карта инициатив

Рассмотрим другой регион, Вологодская область, тут реализован проект Гражданин35, который направлен на развитие региона и призван улучшить коммуникацию между гражданами и органами власти.[2] Данная система уже максимально похожа на то, что реализуется в рамках портала «ГосУслуги» и даже обладает рядом преимуществ. Главным из них является наглядность, ведь все проблемные зоны отображены на карте (на главной странице), а также у каждой проблемы есть свой статус и возможность обсуждения. Кроме того, отдельная проблема обладает рейтингом, что позволяет повысить внимание органов власти на какую-то конкретную проблему. Актуальность данной системы подтверждается тем, что тут ежедневно выкладываются новые проблемы. Все они, в основном, носят бытовой характер, но есть и крупные. Интерфейс системы представлен на рис. 2.

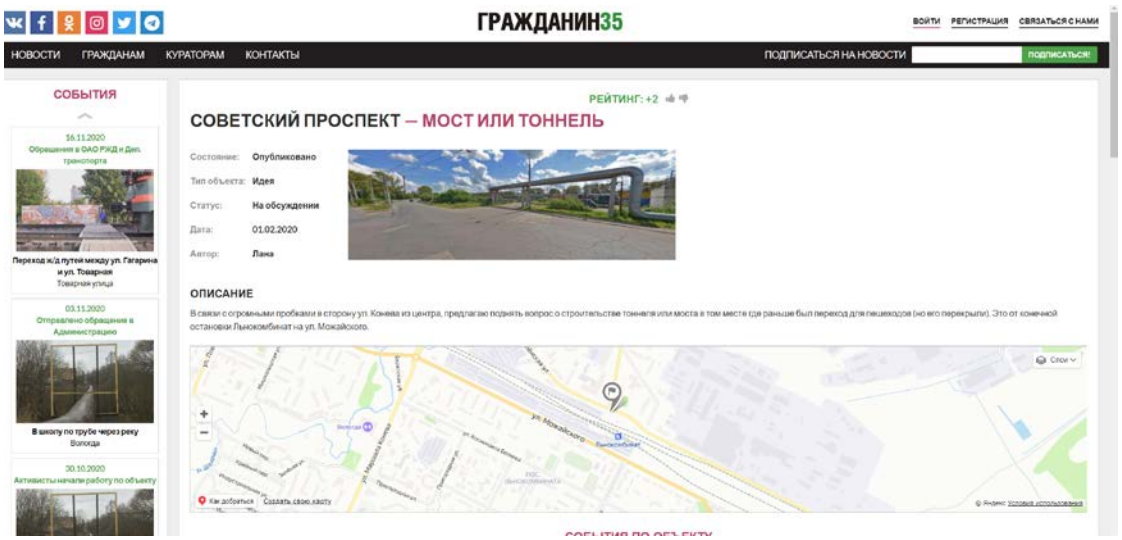


Рис. 2. Платформа Гражданин35

Другим интересным проектом в области обратной связи между гражданами и органами власти является «Умный Город» в Воронежской области.[3] Данный проект представляет собой интерактивную платформу для голосований по выбранным заранее темам. Здесь можно выразить свое мнение на ту или иную проблему, что позволяет органам местной власти корректировать те или иные проекты. Однако, платформа не представляет функционала, аналогичного предыдущим двум. Интерфейс платформы на рис. 3.

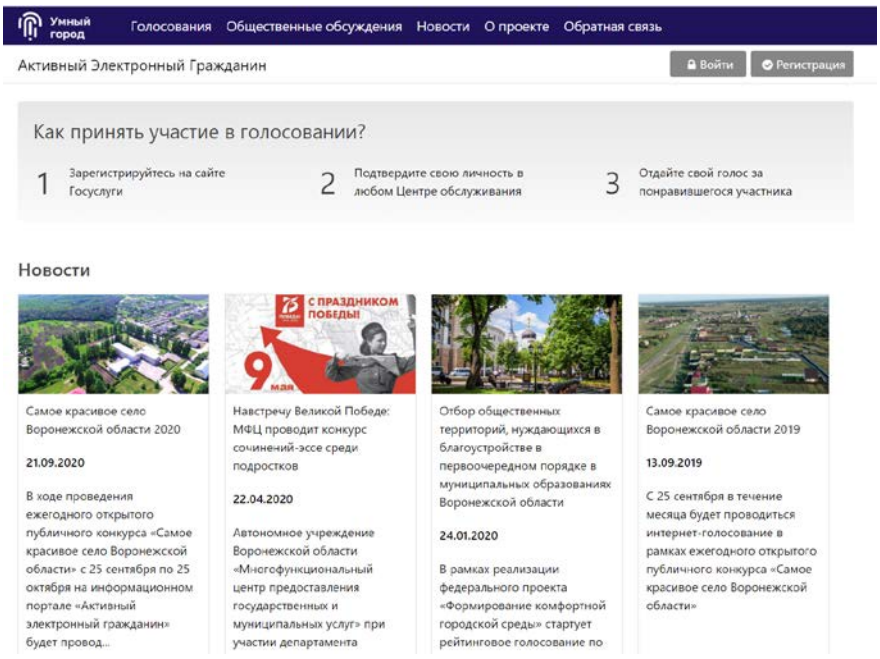


Рис. 3. Платформа «Умный город»

Рассмотренные проекты являются лишь малой частью того, что еще есть в регионах. Каждый из проектов обладает уникальным набором функциональных возможностей. Где-то эти возможности шире, где-то

наоборот. В каждом регионе нашей страны найдутся проекты по обратной связи с органами власти, ведь это действительно важно и волнует людей сегодня. Все хотят быть услышанными, многие нуждаются в помощи.[4]

Реализация «единого окна» в рамках платформы «ГосУслуги», однозначно сможет улучшить ситуацию во всех регионах, однако на текущий момент эта реализация представляет собой небольшой виджет, который размещается на сайтах правительства или администрации, куда можно отправить свое обращения, предварительно авторизовавшись. Нельзя сказать, что это решит все проблемы, ведь помимо проблем у граждан есть и предложения, так что в перспективе хотелось бы увидеть расширение данного «единого окна» и создания единой платформы взаимодействия граждан и орган власти со всеми нужными функциональными возможностями, которые так успешно реализованы в других проектах правительства или самих граждан.

Список используемых источников:

1. Алтай-Предлагай. [Электронный ресурс]// Проект поддержки местных инициатив в Алтайском крае. URL: https://алтайпредлагай.рф
2. Гражданин35. [Электронный ресурс]// Дмитрий Тарасов. URL: https://гражданин35.рф
3. Умный город. [Электронный ресурс]// Департамент цифрового развития Воронежской области. URL: https://e-active.govvrn.ru/
4. Сервисы обратной связи с населением в регионах России. [Электронный ресурс]// Comnews. URL: https://www.comnews.ru/content/205825/2020-04-27/2020-w18/servisy-obratnoy-svyazi-naseleniem-regionakh-rossii

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ MOTION-ДИЗАЙНА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНИМАЦИОННОЙ ГРАФИКИ

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

В статье исследуется взаимодействие дизайна и технологий, формирующее анимированную графику. С развитием компьютерных технологий, анимационный дизайн (или motion-дизайн) получил огромный арсенал инструментов, открывший дизайнерам новые горизонты для творчества, а также стал неотъемлемой частью многих информационных систем. Поскольку общепринятое определение анимированной графики все еще остается открытым вопросом - в данной статье делается попытка решить эту проблему с технической и исторической точек зрения.

motion-дизайн, motion-графика, графический Дизайн, цифровое пространство

Анимация в веб-и мобильных интерфейсах была предметом рассмотрения и обсуждения в последние годы. Прежде всего, термин «моушн-дизайн» - это сокращенная форма от «анимационного графического дизайна». Как следует из названия, он состоит из трех элементов: движения, графики и дизайна. Это сочетание графики, движущейся в пространстве и времени. По мере того, как технологии продолжают создавать инновационные решения в мире экспериментального дизайна, моушн-дизайн становится все более и более распространенным [1].

История моушн-графики берет начало сто лет назад, появившись впервые в работах модернистских авангардных движений. В первой половине XX века эта область не рассматривалась как самостоятельная, отождествляясь с экспериментальной работой художников, аниматоров и программистов.

Привлекают внимание в аспекте проблематики исследования работы художников и режиссеров первых трех десятилетий прошлого века, таких как Дзига Вертов, Вальтер Рутман и Ман Рэй, которые экспериментировали с пленкой, светом, формами и звуком. В дальнейшем, в 1940-х и 1950-х годах, эта мысль получила свое развитие в работах Нормана Макларена, Оскара Фишингера, Лен Лай и Джеймса Уитни. Они провели обширную работу по анимации абстрактных форм, делая их более и более минималистичными и геометрическими. Перечисленные исследования внесли серьезный вклад в развитие моушн-дизайна, однако по-прежнему актуальной является проблема связи между звуком и графикой движения, установленная в тот период, которая остается краеугольным камнем искусства до сегодняшнего дня.

Усиление внимания к моушн-дизайну связано в первую очередь с технологическим прогрессом. Технологический прогресс привел к изменениям в дизайне, потому что спрос на графический дизайн на телевидении, в Интернете, видеоиграх, интерфейсах для электронных устройств и интерактивных постерах становится все более и более доминирующим. Всё перечисленное представляет собой логическую эволюцию статического дизайна, подобную эволюции кино после изобретения голосовых записей, телевидения после изобретения цветного телевидения или Интернета после резкого увеличения числа пользователей широкополосной связи. Растущий спрос со стороны общественности в сочетании с жаждой внимания со стороны рекламодателей приведет к созданию еще более привлекательных и изысканных творений [2].

1910-30	• Синестезия • Дюшан, Вертов, Рутман, Ман Рэй
1940-50	• Абстракция • Норман Макларен, Оскар Фишингер, Лен Лай, Уитни
1950-60	• Эра кино и телевидения • Сол Басс, Пабло Ферро, Морис Биндер
1970-80	• Оптические эффекты и компьютерная графика, CGI - R/GA • Ханс Доннер, Джон Халас
1980-90	• Продвижение в эфире • MTV, Мартин Ламби Нэрн, Питтард Салливан
2010	• Современная анимационная графика становится областью дизайна

Таблица 1. 100 лет анимационной графики

Важным для исследования является положение о том, что методы производства анимационной графики в основном зависят от времени, в течение которого она создается. Большинство дизайнеров привыкли создавать одну-единственную композицию - единый и уникальный кадр, и большинству из них трудно создать анимационную графику, в которой единственная композиция может храниться только в течение короткого

периода времени и где все части в конец должен функционировать как единое целое [3].

Другая проблема, которая может быть связана с переходом к анимированной графике, - это природа средств массовой информации, которые имеют свои собственные ограничительные элементы. Так, например, дизайнер, привыкший работать с текстурированными элементами, столкнется с уникальными проблемами при переходе в цифровое пространство мобильных устройств и цифровой связи. А именно, если он хочет привлечь и удержать внимание пользователей, он должен обеспечить быструю передачу сообщения, что означает использование векторной анимации, которая далека от текстурированных поверхностей, предлагаемых, например, растровой графикой. Не редкость, что иллюстраторы, перейдя в область компьютерной графики движения, сохраняют основные иллюстративные концепции и добавляют рисованные элементы для завершения отдельных кадров.

Существует ряд методов создания анимированной графики, создаваемой преимущественно фотографией, начиная с покадровой, где анимационная графика создается фотографией в буквальном смысле, путем съемки каждого отдельного движения (изменения) до съемки с помощью видеокамеры и использования видео как фотографический элемент. Человечеству пришлось довольно долго ждать появления такого рода анимированной графики, потому что для этого требовались большой объем памяти и вычислительная мощность.

Собственные наблюдения и специальные исследования в этом плане показали, что дизайнеры используют различные программы и другие инструменты для создания анимированной графики. Adobe After Effects - один из самых популярных инструментов, используемых дизайнерами анимированной графики, который позволяет создавать и изменять графику с добавлением элемента времени. Adobe Flash также используется для создания анимационного дизайна для веб-приложений. Другие профессиональные инструменты анимированной графики включают Maxon Cinema4D и Softimage. Моушн-дизайнер должен быть обучен графическому дизайну и должен быть экспертом в интеграции элементов времени, звука и пространства в существующую модель. У большинства моушн-дизайнеров есть опыт работы в кино или анимации, что делает работу еще более комфортной. Практически все, что не было снято на камеру и не считается спецэффектами, можно отнести к категории анимационного графического дизайна. Таким образом, независимо от того, объединен ли он в реальное видео или целую серию движущихся изображений, это считается моушн-дизайном.

Сегодня практически невозможно перечислить все инструменты, которые дизайнеры могут использовать для создания графики движения, потому что их единственным ограничением является собственное

творчество. Физические инструменты, необходимые для проектирования графики движения, - это достаточно мощный компьютер, оснащенный многоядерными процессорами, большим объемом рабочей памяти и видеокартами (часто двумя) также с увеличенной рабочей памятью и новейшим чипсетом. Для более приятной рабочей обстановки желательно иметь несколько экранов, связанных с одним компьютером. Ввод данных осуществляется путем подключения периферийных устройств, таких как цифровая видеокамера, сканер или фотокамера, к компьютеру и передачи данных с использованием одного из стандартов, таких как USB или Firewire.

Весьма полезными оказались результаты исследований Массачусетского технологического института, согласно которому, человек может обрабатывать визуальную информацию всего за 13 миллисекунд, что доказывает, что человеческий мозг гораздо легче обрабатывает информацию, представленную через визуальные эффекты. Еще одним фактором является то, что многие люди потребляют контент социальных сетей, когда на их телефонах отключен звук. Таким образом, необходимость передавать ваше сообщение только с помощью визуальных средств становится еще более важной в современном мире. Вот почему маркетологи во всем мире используют анимированную графику, чтобы успешно привлечь внимание аудитории. Существуют несколько методов, с помощью которых маркетологи могут использовать анимированную графику для удовлетворения всех своих коммуникационных потребностей:

- Традиционная реклама: маркетологи могут использовать анимированную графику в онлайн-видео или телевизионных рекламных роликах для демонстрации своей продукции.
- Промо-видео. В эту категорию включены всевозможные редакционные или рекламные видеоролики, такие как вирусные видеоролики, тематические исследования, отзывы и обзоры пользователей.
- Объясняющие видео: большинство людей используют анимационную графику в поясняющих видео. Они включают введение в новые продукты или услуги, обзоры, бизнес-процессы и учебные пособия.
- Видео в социальных сетях: еще одна популярная форма анимированной графики включает видео в социальных сетях, которые создаются для привлечения подписчиков на социальных платформах, таких как Facebook, Instagram, Snapchat, YouTube и т. т. Согласно исследованию Tubular Insights, 64% потребителей готовы к приобретению продукта после просмотра видео в социальных сетях [4].

Таким образом, развитие научно-технического прогресса позволило создать новый вид графики, которая содержит изображение и текст, которые меняются со временем. Самое большое изменение наблюдается в типографике, потому что с помощью кинетической типографики мы меняем текст в соответствии с особенностями фильма. Например, теперь

можно передавать тон голоса, характерные черты и эмоциональные состояния посредством преобразования типографских характеристик во времени.

В итоге рассмотрения данного вопроса можно сказать, что преимущества анимированной графики были признаны в течение последних нескольких десятилетий, но ей все еще не хватает богатой истории, такой как у типографики и кино. Однако это отсутствие истории не остановит смешение этой дисциплины в виртуальном и цифровом пространстве (оно уже занимает его часть), в приложениях для телевидения и кино. Единственный фактор, который в настоящее время препятствует полному захвату цифрового пространства, - это отсутствие простого интерфейса, который мог бы позволить (текущей) аудитории создавать контент в соответствии с её потребностями. Как только это будет достигнуто, широкая публика сможет создавать свои электронные сообщения с помощью типографики, которая передает эмоции гораздо более полным и эффективным способом, чем знаки препинания или смайлики, используемые сегодня.

В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил заключить, что помимо возможности передачи большого количества информации, анимированная графика предоставила нечто совершенно новое в цифровом пространстве. Она предлагает общественности другой тип взаимодействия, отличный от «обычной» статической графики. В некоторых случаях аудитория сама определяет внешний вид и другие особенности анимированной графики, тем самым переключая фокус внимания и меняя средства коммуникации.

Список используемых источников

1. A. Kierzkowski, S. McQuade, R. Waitman, Zeisser M.: Marketing to the Digital Consumer, The McKinsey Quaterly, No. 3, 1996, pp. 4-21

2. T. N. Höffler, D. Leutner, Instructional Animation Versus Static Pictures: A MetaAnalysis, Learning and Instruction, Vol. 17, No. 6, December 2007, pp. 722-738

3. R. E. Mayer, R. Moreno, Aids to computerbased multimedia learning, Learning and Instruction, Vol. 12, No. 1, February 2002, pp. 107-119

4. J. L. Lee, J. Forlizzi , S. E. Hudson, "The Kinetic Typography Engine: An Extensible System for Animating Expressive Text", Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology, Paris, France, 2002

Секция 3.3.

Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления

УДК 62-03
ГРНТИ 76.35.41

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 теропии было решено разработать систему под названием ITmed.

браслет, система, пациент, датчик, функция.

Актуальность проекта обусловлена необходимости 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.
PGHDConnect	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.

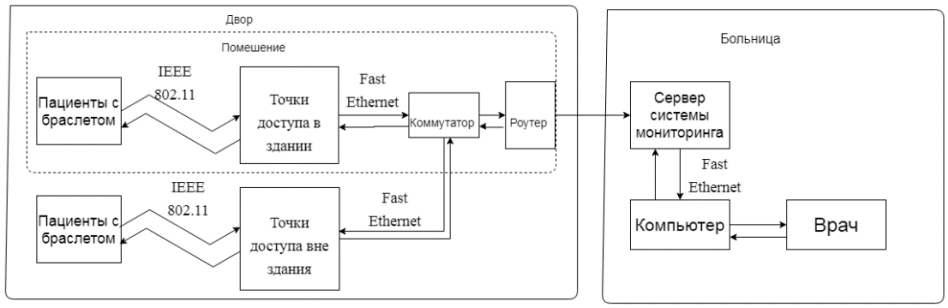


Рис. 1. Структурная схема системы дистанционного мониторинга персонала

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.

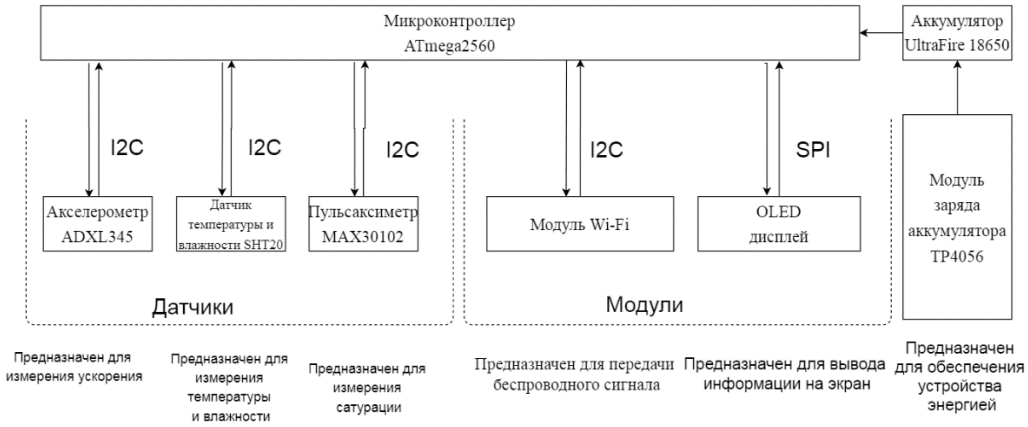


Рис. 2. Структурная схема разрабатываемого устройства

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).

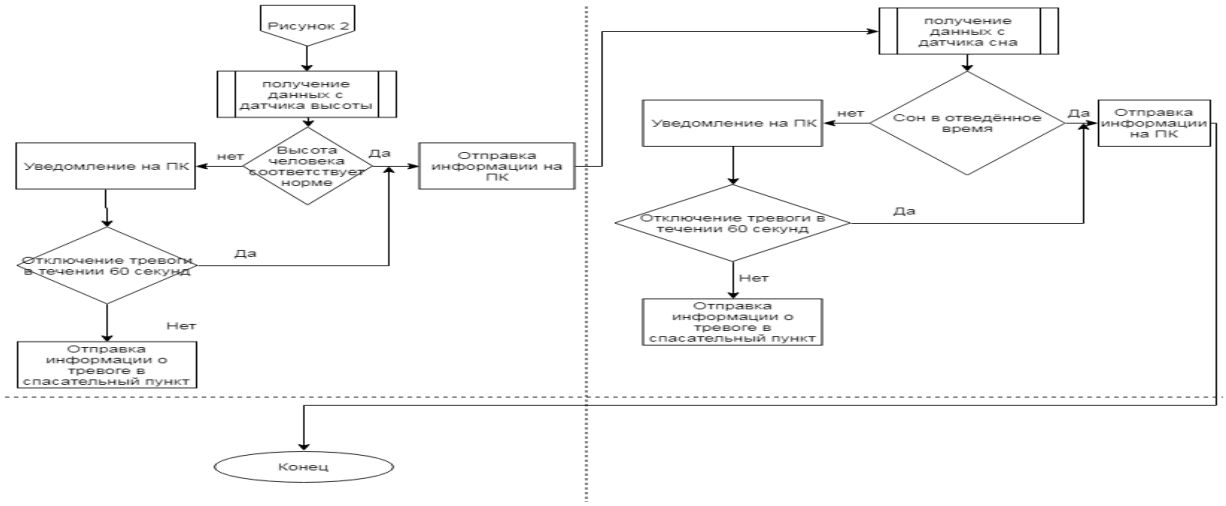


Рис. 3. Алгоритм выявления критических состояний пациента

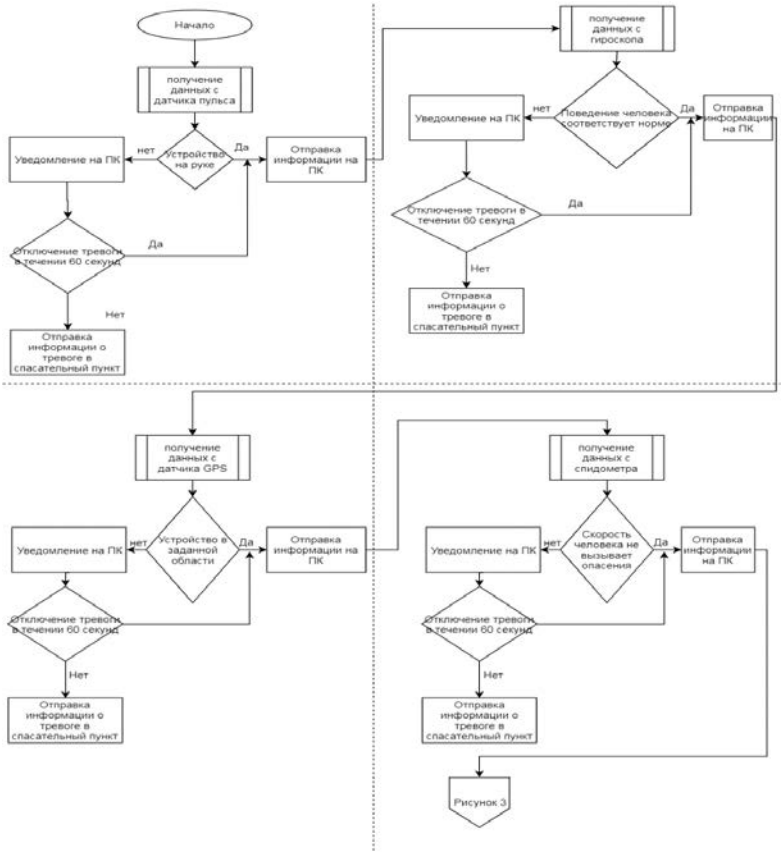


Рис. 4. Алгоритм выявления критических состояний пациента

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]

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.

УДК 621.317
ГРНТИ 47.14.21

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СЭП ДЛЯ АСУ

А.В. Ваганов, С.С. Серегин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проектированием систем электропитания (СЭП) современных комплексов автоматизированного управления предприятий. Произведен обзор и дана классификация существующих СЭП. Представлена обобщенная структура СЭП АСУ, учитывающая основные требования к данным системам. Обозначены отдельные положения метода, предназначенного для построения подобных систем. Даны практические рекомендации для построения устройств первичного и вторичного электропитания АСУ, компоновки блоков СЭП и их размещения внутри приборов, позволяющие повысить надежность и минимизировать влияние помех на остальные электронные системы АСУ.

СЭП, АСУ, автоматизация, электроснабжение, распределение энергии

В настоящее время в основе современного производства лежит система автоматизированного управления (АСУ). Основное преимущества построения подобного производства на основе АСУ заключается в повышении эффективности его функционирования. Такие системы позволяют качественно проводить анализ функционирования каждого объекта производства, а на основе полученных данных специалисты могут производить оптимальную настройку производственного процесса [1].

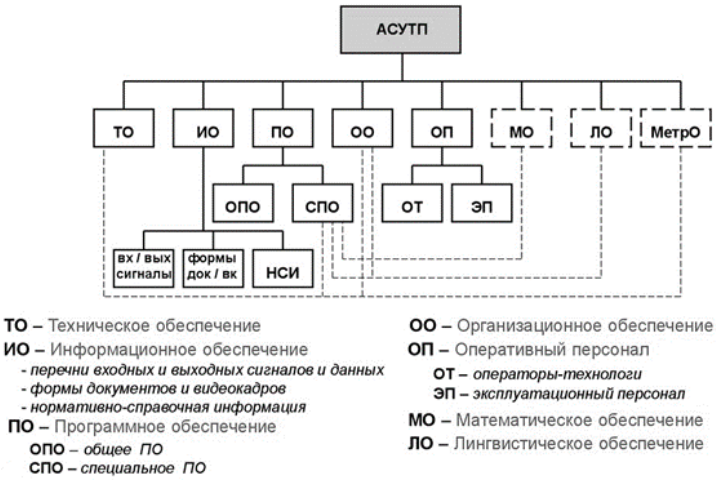


Рис. 8. Состав АСУ

Различают следующие виды автоматизированных систем управления производства: технологическими процессами — АСУТП, предприятием — АСУП, отраслью — ОАСУ), а также функциональные автоматизированные системы, например, проектирование плановых расчётов, материально-технического снабжения и т.д. В основу

современной производственной линии положена АСУТП, обобщенная структура которых представлена на рис. 1.

АСУТП базируется на управлении, в основе которого лежат сложные электронные системы, которые требуют бесперебойного, надежного электроснабжения, так как возможные аномалии в центральной сети могут нарушить корректность работы всей системы. Эта задача решается внедрением специализированных систем электропитания (СЭП). Такие системы широко применяются множеством фирм, таких как Siemens, Emerson Electric Company, Cisco. Типовая структурная схема [2] СЭП приведена на рисунке 2.

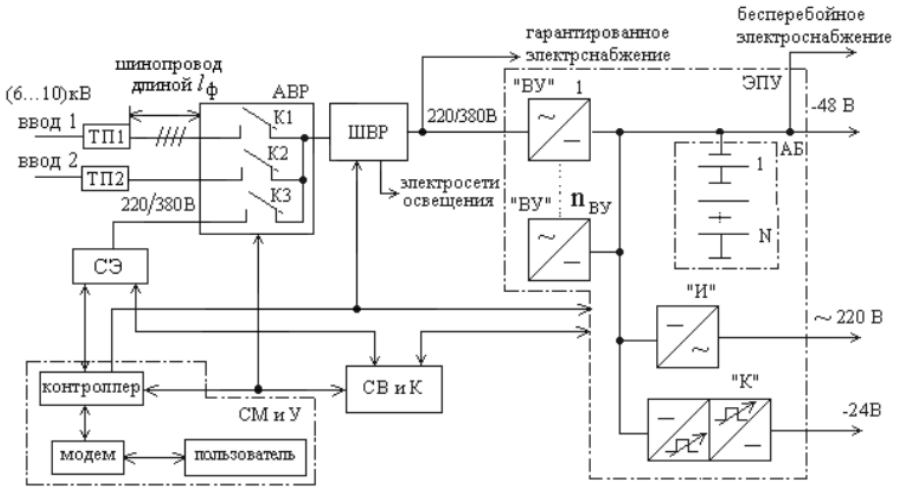


Рис. 9. Типовая структурная схема СЭП

Схема включает в себя трансформаторные подстанции (ТП1 и ТП2), собственную электростанцию (СЭ), устройство автоматического ввода резерва (АВР), шкаф вводно-распределительный переменного тока (ШВР), электропитающую установку (ЭПУ), систему вентиляции и кондиционирования (СВ и К), электросети освещения, систему мониторинга и управления (СМ и У).

Такие СЭП обеспечивают бесперебойное питание АСУ и обладают следующими преимуществами и недостатками:

Преимущества: Высокая надежность, высокая нагрузочная способность, наличие автономного электроисточника, коммутация от первичной сети, микропрограммное управление.

Недостатки: относительно высокая стоимость, сложность в обслуживании и ремонте, малая универсальность, ограниченная адаптация к изменяющимся внешним условиям, ограниченная обратная связь с потребителем (нагрузки), отсутствие интеллектуальной составляющей в прогнозировании аварийной ситуации.

Актуальность разработки новой СЭП продиктована необходимостью минимизации указанных недостатков с сохранением существующих преимуществ.

Для достижения универсальности системы необходимо предусмотреть модульный вариант её конструкции, позволяя конечному пользователю изменять конфигурацию системы при изменении свойств АСУ. Также стоит предусмотреть адаптивность к внешним условиям среды, качеству внешней сети и характеру нагрузки потребителей.

Аномалии в сети питания могут нарушить работу всей АСУ, или даже повредить её, что приведет к огромным убыткам, поэтому система должна предусмотреть различные виды защиты потребителей, такие как защита от скачков напряжения и аномалий в сети. Для повышения эффективности функционирования СЭП в целом система должна содержать блок интеллектуального управления, который бы позволял прогнозировать неблагоприятные события, связанные с различными аномалиями как во входной сети, так и в цепи потребителей. Система должна иметь возможность работать автономно в случае возникновения аварий.

Для обеспечения анализа и интеллектуального управления СЭП реализована в виде аппаратно-программного комплекса (АПК).

Структурная схема разрабатываемой СЭП с учетом возможных решений представлена на рисунке 3. Под Д1-Дn обозначены датчики внешних условий (могут изменяться в зависимости от требований к среде).

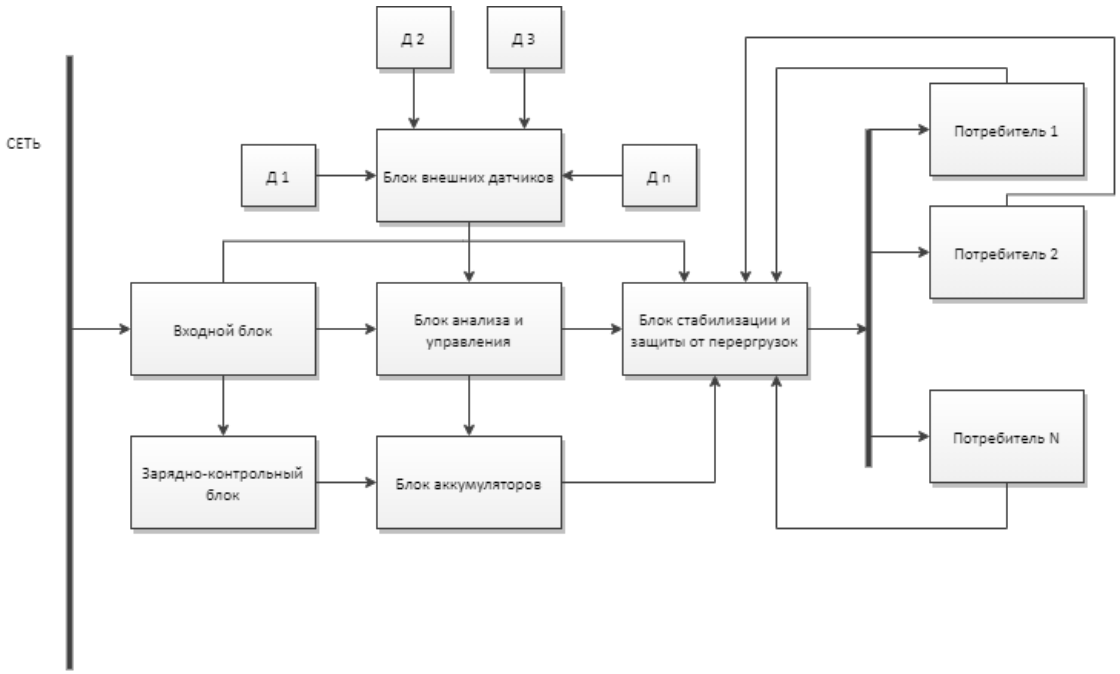


Рис. 10. Новая структурная схема СЭП

СЭП получает энергию из сети во входной блок, состоящий из силового блока (трансформатор низкочастотный или импульсный), блока коммутации, датчиков контроля качества напряжения, фильтров.

Зарядная система, расположенная в зарядно-контрольном блоке, получает энергию из входного блока и питает ей блок аккумуляторов, который состоит из массива батарей.

Блок анализа и управления получает сигналы от входного блока и блока внешних датчиков, которые формирует информацию для управления системой в зависимости от состояния внешней среды (температура, влажность, вибрация и т.д.), и на основе полученной информации, принимает решение либо о передаче электроэнергии в блок стабилизации и защиты от перегрузок, либо о переходе на питание с блока аккумуляторов.

Интеллектуальная составляющая блока анализа и управления базируется на основе искусственной нейронной сети, способной прогнозировать неблагоприятные события по факторам, полученным в процессе её обучения.

Блок стабилизации – блок, обеспечивающий «тонкую» фильтрацию питающего напряжения и защиту от перегрузок потребителей, которые так же посылают информацию обратно для регуляции в реальном времени.

Алгоритм управления представлен на рисунке 4.

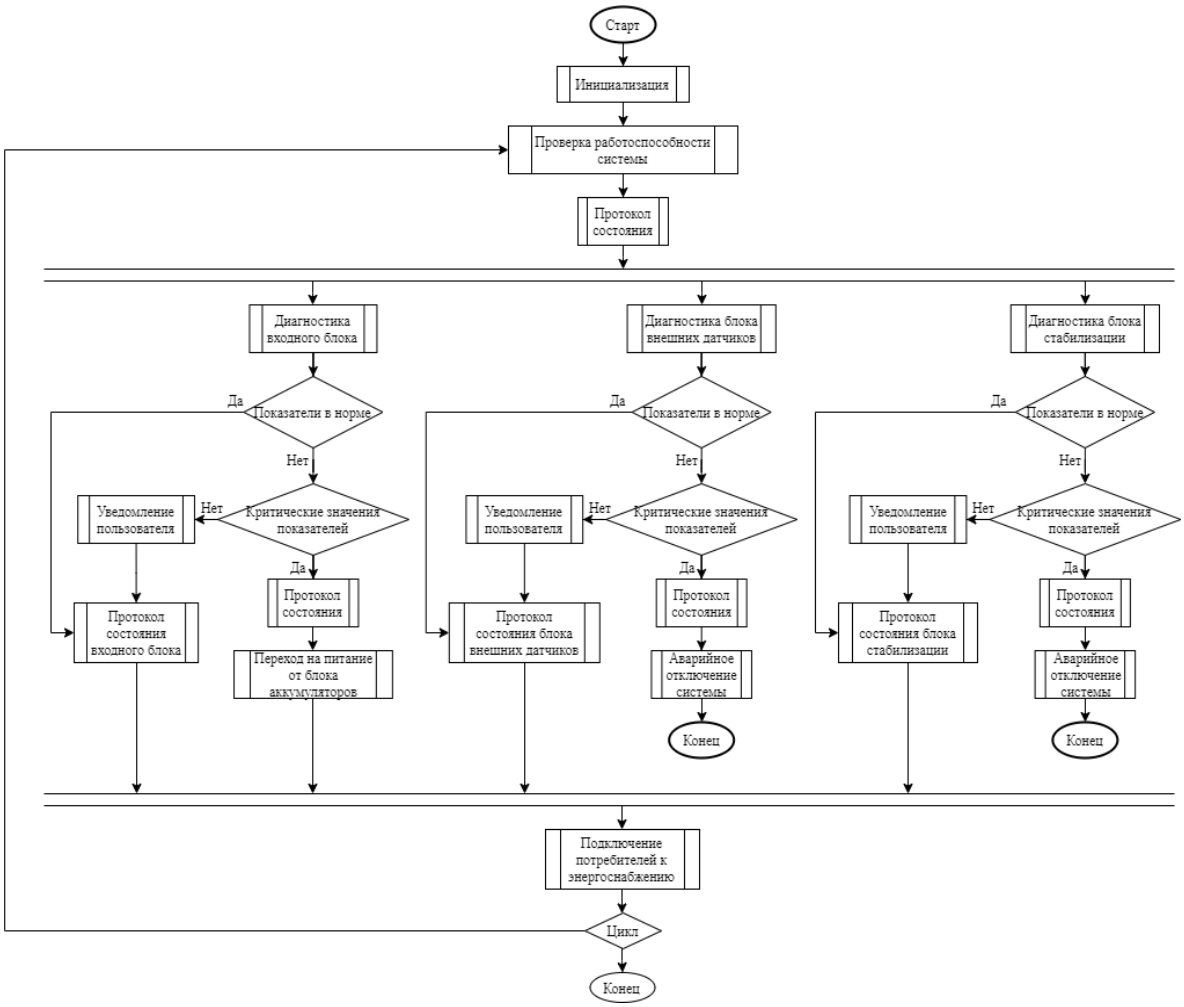


Рис. 11. Алгоритм управления СЭП

При включении система проверяет все элементы на исправность. После проверки состояние протоколируется для будущей диагностики проблем.

Далее параллельно проходит диагностика входного блока, блока внешних датчиков, и блока стабилизации.

Если все блоки находятся в номинальном состоянии, то их статус также протоколируется и происходит подключение потребителей к энергоснабжению. Данные операции проверки и протоколирования происходят циклично на протяжении работы системы.

В случае, если какой-либо из блоков не проходит диагностику, и параметры отличаются от нормы, то оператор уведомляется об аномалии в работе и состояние протоколируется.

Если обнаруживается, что во входном блоке значения показателей достигли критической точки, то питание переходит в блок аккумуляторов до тех пор, пока система не стабилизируется. Если показатели достигли критической отметки в других блоках, то состояние системы протоколируется перед тем, как произойдет её аварийное отключение.

Для обеспечения технико-экономических параметров при разработке данной СЭП необходимо ориентироваться на современную радио-элементную базу, а именно: ПАИС Anadigm [3], ПЛИС для логических элементов, микроконтроллеры в блоке обработки; современные IGBT.

В ходе рассмотрения статьи было представлено типовое строение системы электропитания, выявлены его преимущества и недостатки. Был предложен вариант построения СЭП, минимизирующий недостатки существующих систем и позволяющий улучшить технико-экономические показатели и потребительские качества системы. Снижение себестоимости обеспечивается универсальностью системы, модульность которой позволяет добавлять, изменять, удалять элементы без необходимости установки новой системы. На основе предложенных решений были разработаны структурная схема такой СЭП и алгоритм управления.

Список используемых источников

1. ГОСТ 24.103-84. Автоматизированные системы управления. Основные положения.

2. Белоусов, О. А. Электропитание систем радиосвязи: учебное пособие / О. А. Белоусов, Д. Ю. Муромцев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 84 с. – 100 экз. ISBN 978-5-8265-1533-4.

3. Anadigm, the dpASP company [Электронный ресурс]. URL: https://anadigm.com/ (дата обращения: 15.07.2020).

УДК 004.42
ГРНТИ 50.41.25

ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО УЧАСТНИКА ДЛЯ ЕДИНОЙ КИБЕРСРЕДЫ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА

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

В статье представлены результаты исследования и разработки объектной модели электронного портфолио участника киберсреды Индустрии 4.0. Электронное портфолио используется для аккумуляции информации о достижениях пользователя киберсреды на протяжении всей профессиональной карьеры и формирования электронной репутации. Электронное портфолио обеспечит передачу информации о пользователе по заданному шаблону в различные организации путем «нажатия одной кнопки», а также автоматическое вычисление рейтингов.

киберфизическая среда, киберсреда, Индустрия 4.0, электронное портфолио, электронная репутация, автоматизация, виртуальное предприятие, вычисление рейтингов

Технологии «Индустрии 4.0» обеспечили прорыв в областях роботизации, автоматизации и внедрения киберфизических систем в производственные процессы. Концепция формирования единого информационного пространства направлена на снижение рутинных операций, повышение качества информационной поддержки субъектов, повышение эффективности использования ресурсов для достижения различных целей за счет сокращения времени повышение уровня прозрачности, полноты и актуальности информации [1].

Технология виртуальных предприятий дает возможность создавать временные трудовые коллективы и структуры для решения конкретных поставленных задач. Такой метод применим в управлении различными предприятиями, образовательными, финансовыми учреждениями и другими сферами деятельности [2].

Цель исследования состоит в разработке многоаспектной модели электронного портфолио, содержащего результаты интеллектуально-профессиональной деятельности человека, на основе которых может быть создана система электронных репутаций и рейтингов.

Актуальность и инновационность такого исследования состоит в том, что можно создать такую глобальную систему, с помощью которой появится возможность хранить все свои результаты интеллектуальной, учебной, профессиональной деятельности (РИУПД) в единой информационной киберфизической системе – в электронном портфолио, которое будет представлять собой некий цифровой двойник человека. В

последствии можно использовать данную систему для создания рабочих групп по компетенциям и рейтинговым отборам пользователей, которые формируются на основе РИУПД (публикации, награды, сертификаты, патенты, образование, карьера и.т.д.), для автоматической генерации и подбора резюме, анкет, портфолио.

Электронный профиль физического лица представляет собой открытую информационную систему, способную к взаимодействию с другими информационными системами для обмена информацией методом «одной кнопки», т.е. система должна допускать глубокую интеграцию с научными информационными системами, таким как РИНЦ, Scopus, WoS (рис. 1). Данные, аккумулируемые в электронном профиле, служат для формирования информационной оболочки о субъекте (пользователе) системы на протяжении всей учебно-профессиональной деятельности, а также его рейтинга и репутации, что и является непрерывной поддержкой.

Система электронного портфолио позволит осуществлять автоматическую генерацию по принципу нажатия одной кнопки комплектов документов установленного образца, включая электронное портфолио и резюме. Система сама подберет целевой комплект документов, причем, при отсутствии какой-либо информации или электронных версий документов, пользователю будут сформированы соответствующие рекомендации. Следует заметить, что автоматическая генерация комплекта документов не исключает возможность ручной коррекции.

По информации, содержащейся в электронном профиле, система сможет автоматически вычислять рейтинг его владельца, используя определенные формулы и алгоритмы. При вычислении рейтинга могут учитываться также рейтинги других участников киберсреды.

Участники системы могут образовывать трудовые коллективы (группы физических лиц, юридические лица), рейтинг которых будет зависеть от рейтингов участников, входящих в их состав. Трудовые коллективы могут образовывать иерархические структуры, рейтинги которых вычисляются на основе рейтингов групп, входящих в их состав.

В случае структуры высшего учебного заведения рейтинг студенческой группы зависит от рейтингов всех учащихся, входящие в ее состав; рейтинг кафедры – от рейтингов групп, относящиеся к данной кафедре и преподавательского состава кафедры; рейтинг факультета – от кафедр; рейтинг университета – от рейтингов факультетов. Таким же образом, можно вычислить рейтинги на более высоких уровнях: городском, региональном, всероссийском, международном уровнях.

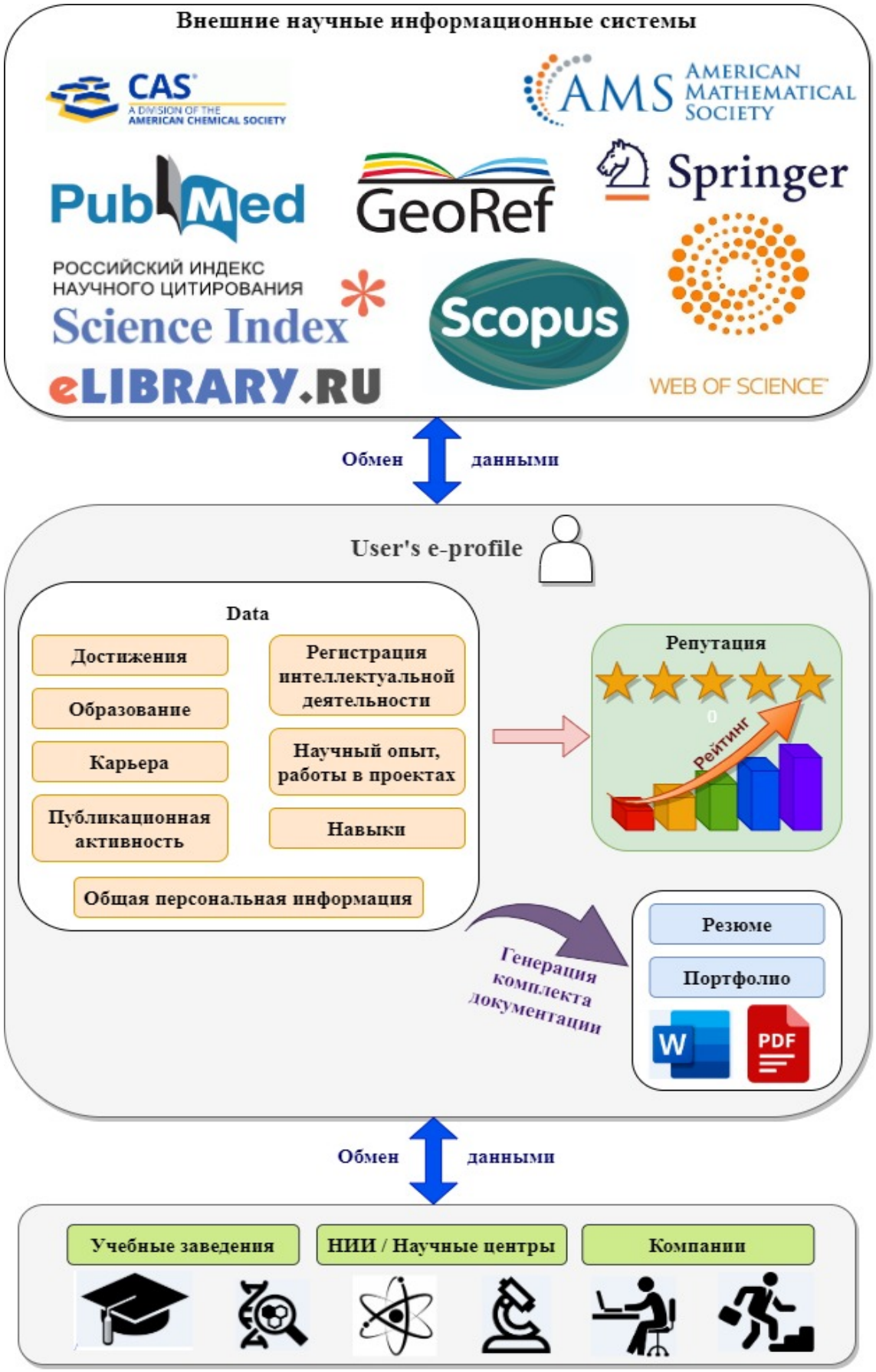


Рис. 1 Общая структурная схема взаимодействия электронного портфолио субъекта с внешними ресурсами

Объектная модель электронного портфолио (рис. 2) состоит из набора сущностных классов, представляющие данные по каждому из аспектов информации пользователя согласно библиографическим стандартам [3].

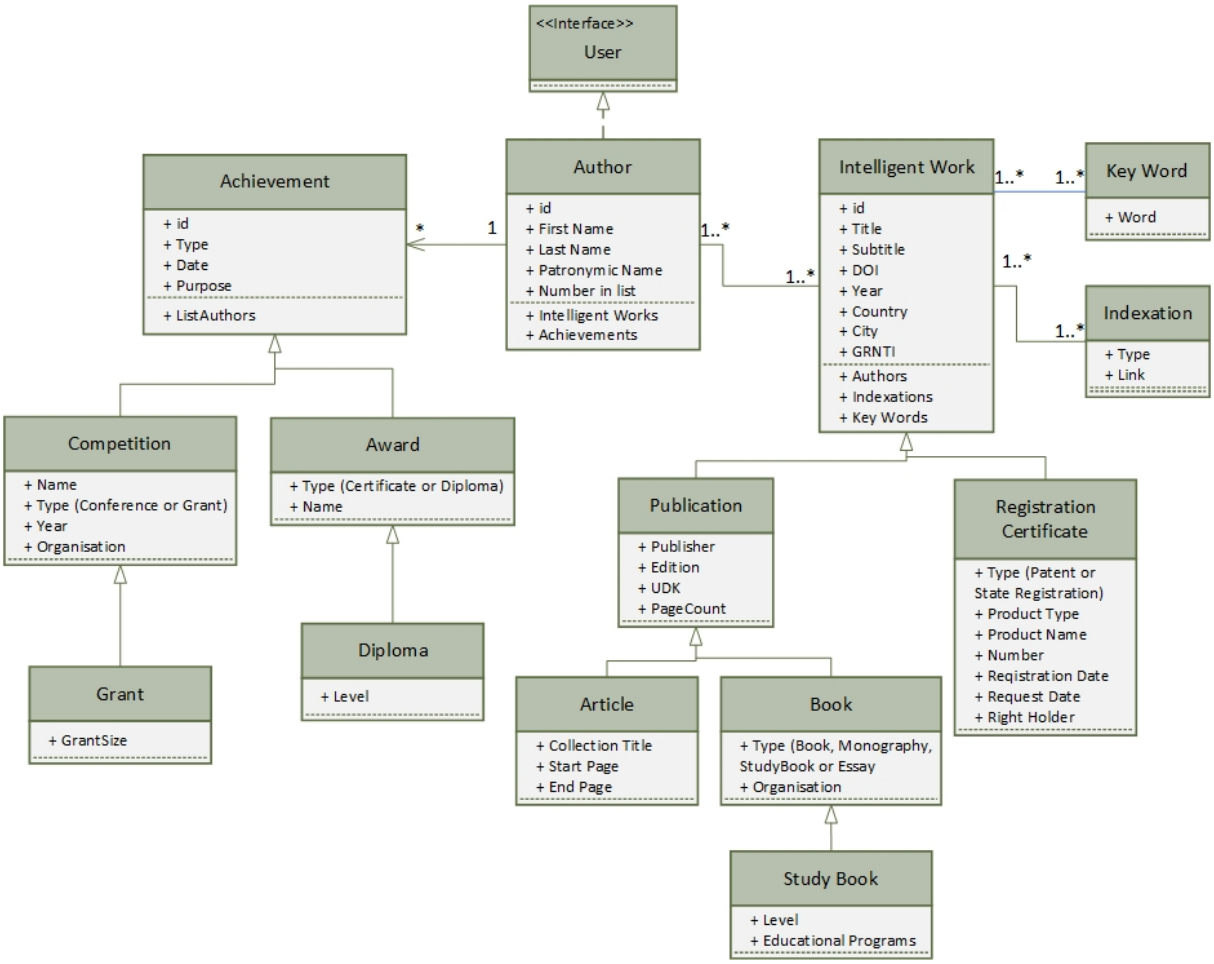


Рис.2 Диаграмма классов объектной модели электронного портфолио

В целом система электронного портфолио должна автоматизировать выполнение следующих функций:

– аккумулирование многоаспектной информации о субъекте на протяжении всей профессиональной карьеры;

– обеспечение двустороннего информационного обмена между различными информационными системами по методу «одной кнопки» (система электронного портфолио должна допускать глубокую интеграцию с научными информационными системами, таким как РИНЦ, Scopus, Web of Science и др.);

– обеспечение автоматическую подготовку информации для конкретных информационных систем по стандартным информационным шаблонам (например, автоматическая отправка информации для поступления в высшее учебное заведение);

– учет и подтверждение компетенций участников киберсреды;

– автоматическое вычисление рейтингов участников киберсреды;

– автоматизированное формирование оптимальных временных трудовых коллективов для решения поставленных задач.

В ходе дальнейших исследований предполагается дальнейшее совершенствование моделей и алгоритмов формирования электронного портфолио, разработка технологии программирования и реализация программного продукта, созданного в виде кроссплатформенного веб-приложения электронного портфолио на базе микросервисной архитектуры.

Список используемых источников

1. Бочкарникова Т.В., Юдина Л.Н. Концепция Цифровизации // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. Т 1. Пермь. 2018. С. 70-74.

2. Акимов С.В., Верхова Г.В. Формирование киберсреды виртуальных предприятий // Информация и космос. 2016. № 4. С. 89-95.

3. ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

УДК 681.58
ГРНТИ 50.43.31

АНАЛИЗ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

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

Современное развитие сетей связи стремительно захватывает платформы, решающие различные практические задачи. Система «Умный дом» формируется на основе беспроводных технологий передачи данных. Обычно в качестве системы «Умный дом» рассматривается интеграция систем в единую интеллектуальную систему управления. Основное ее назначение-это автоматизация операций по управлению различными инженерными системами в доме. ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth могут быть использованы для построения умного дома. Учитывая так же большие успехи в области создания нейронных систем, внедрение нейронных сетей в системы «умного дома» можно представить как следующий этап развития системы «Умного дома»

анализ, системы управления, беспроводные сети, нейронные сети, автоматизация, развитие.

Актуальность темы связана с активным развитием беспроводных технологий, в особенности технологий персональных беспроводных сетей, для построения которых может использоваться стандарты беспроводной связи такие как сети: ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth. Это сделало доступным, в финансовом плане, построение систем работающих в рамках этих технологий для обычной среднестатистической семьи. Системы «Умный дом» призваны решать бытовые задачи без усилий человека или с минимальным его участием. Их отличает гибкость; пользователь сам определяет наполнение «Умного дома», в соответствии с его индивидуальными потребностями и возможностями. Основная проблема сегодняшнего дня систем умного «Умный дом» является отсутствие общего стандарта, подходящего ко всем умным устройствам.

Предпосылками к появлению системы «Умный дом» стали первые изобретения бытовой техники — пылесоса, тостера, холодильника, посудомоечной машины - эти устройства и системы, позволяют автоматизировать многие работы по дому. Система «Умный Дом» ориентирована на повышение уровня комфорта и безопасности проживания [2]. Практически любая современная квартира (и тем более частный дом) оснащена устройствами, которые в большей или меньшей степени можно отнести к системе «Умный дом».

Газ и электроэнергия, проведенные в квартиры, ежегодно дорожают, и поиск способов экономии на них закономерен.

Использования систем «Умный дом» позволяют снизить потребление ресурсов на 20-30%. При грамотном планировании, монтаже и настройки «Умный дом» заметно повышает безопасность, комфорт и обеспечивает снижение затрат потребления воды, электричества или топлива. Так же, немного увеличивается срок службы устройств, интенсивность использования которых высока, благодаря рациональному использованию. Речь, например, о включении/выключении световых приборов или использовании инженерных систем (водоснабжение, вентиляция). [2]

В систему «Умного дома» входят три типа устройств: контроллеры, датчики, актуаторы. Контроллер — это управляющий компонент, соединяющий элементы системы и связывающий ее с окружающим миром. Датчики принимают входящую информацию, обрабатывают ее и транслируют актуаторам. Последние являются исполнительными устройствами. Это самая многочисленная группа компонентов «Умного дома», в которую входят: выключатели, розетки, климат-контроллеры, видеокамеры, сирены, клапаны для труб и так далее.

Элементы «Умного дома» связывают в единую систему посредством радиосвязи. Наиболее распространенные сегодня стандарты — Z-Wave (869 МГц) и ZigBee (868 МГц/2,4 ГГц). Также на частоте 2,4 ГГц возможна коммуникация через Wi-Fi и Bluetooth. Почти во всех стандартах используется протокол шифрования данных AES-128. Исключением является Wi-Fi — здесь применяется шифрование WPA, WPA 2 или WEP.

Наиболее распространенный сегодня способ передачи данных — Wi-Fi. Он для «Умного дома» с большим числом исполнителей адаптирован плохо, передача внушительных объемов данных затруднена. Однако производители совершенствуют технологии, поэтому обмен данными через Wi-Fi в системе «Умный дом» уже надежнее, чем 5-10 лет назад.

Также к главным компонентам стоит отнести человеко-машинные интерфейсы (HMI). Это посредники между человеком и «Умным домом». Ассортимент HMI представлен как устройствами с ограниченным функционалом (вроде пульта ДУ телевизором или кондиционером), так и многофункциональной электроникой, имеющей центральный процессор с экраном.

Устройства «Умного дома» активируются по команде пользователя или датчика. Если вы включаете кондиционер, посудомоечную машину или снижаете температуру отопительного котла, это первый случай. Во втором случае актуаторы получают информацию без участия человека. Так работает, например, климат-контроль помещений или охранная сигнализация [3].

Устройства, поддерживающие комфортные температуру, влажность воздуха и экономящие электрическую энергию, объединены в систему

ОВК (отопление, вентиляция, кондиционирование). Она функционирует автономно от других компонентов «Умный Дом», поскольку их сбой или неполадки не должны мешать работе систем, необходимых для жизни.

Основным элементом отопительной системы является термостат с настенной панелью управления. Температура регулируется в рамках диапазона, заданного пользователем при настройке системы. Управляются термостаты двумя способами — кнопками на панели управления или через приложение на смартфоне [2].

Аппаратно-технический комплекс «Умный Дом» позволяет в режиме реального времени снимать показания и управлять элементами комплекса с большинства мобильных устройств или персональных компьютеров, подключённых к комплексу напрямую через локальную сеть или опосредованно через интернет. Для упрощения монтажных работ и снижения затрат, так как требования и стоимость прокладки кабельных сетей высокие, зачастую осуществляют обмен данных от датчиков и пользователя с комплексом при помощи беспроводных технологий.

За вычисление в комплексе «Умный Дом» отвечает микрокомпьютер, который обрабатывает данные от датчиков и сенсоров и на их основе генерирует и передаёт управляющее сигналы для исполнительных устройств.

Охранные сигнализации, которыми оборудован немалый процент жилых помещений, не являются частью «Умного Дома». Однако охранные системы тоже можно интегрировать в общую систему «Умного дома».

Системы личной безопасности включают камеры, сигнализации и датчики движения, присутствия, открытия дверей. К их функциям относятся: внешнее видеонаблюдение за домом/квартирой, отправка полученной информации на смартфон пользователя, вызов сотрудников охранного агентства, звуковая/световая сигнализация при проникновении злоумышленников. контроль доступа в помещение [3].

Система «Умный Дом» взаимодействует с сложной техникой, отключение которой опасно для жилища и здоровья постояльцев. Во избежание этого используют системы бесперебойного питания, включающие: аккумуляторы, преобразователи напряжения, зарядные устройства, бензиновые/дизельные генераторы (у мощных потребителей энергии).

Подсистема воспроизведения видео — это медиасервер с фильмотекой, которая интегрируется с системами кабельного, спутникового, эфирного ТВ, а также камерами видеонаблюдения, системой безопасности и «умным освещением». На практике это может быть приглушение света при начале киносеанса или остановка видео при срабатывании сигнализации. Они не влияют на безопасность постояльцев дома и работоспособность инженерных систем, однако

существенно облегчают быт человека [1].

Благодаря развитию возможностей программных и технических компонентов , которые входят в состав систем «Умный дом» и тому, что в последние десять лет исследования в области нейросетей позволили создать нейросети с высоким качеством анализа информации и на его основе достоверно прогнозировать развитие событий в рамках задач, под которые они были обучены, стало возможным задумается о системе умного дома в котором в роли главного управляющего элемента будет выступать программное обеспечение на основе специально обученной нейросети.

Подобные системы «Умного дома» благодаря нейросетям в составе своего программного обеспечения могут предложить несколько новых функций:

- адаптация функционирования дома под привычки владельца.

- на основе анализа жизни владельца предлагать коррективами в его поведение, для улучшения качества его жизни, здоровья и безопасности.

- анализируя индивидуальные предпочтения владельца помогать ему с проведением досуга, поиска информации и работой.

В первом случае, например, система может, запомнив маршруты хозяина в разное время и дни недели в доме, заранее подготавливать дом к привычным действиям человека. Такие как открытие дверей, убирание жалюзи, проветривание помещений, подогрев воды, включение и прогрев техники, автомобиля, заранее и в том порядке в котором, хозяин обычно контактирует в это время с этими объектами.

Во втором случае ,система может на базе анализа жизни владельца дома, а также при знании параметров его тела , таких как рост, вес, состояния здоровья, текущие болезни, хронические заболевания и прочие индивидуальные данные и сопоставляя эти данные с данными из актуальных медицинских ресурсов, предоставлять советы и предостережения человеку для улучшения его здоровья и избегания усугубления его болезней, а так же помощи в выполнении этих рекомендаций . Например установка комфортной для больного человека температуре и влажности помещения, температуры воды.

В третьем случае на основе личных предпочтений владельца, например в областей развлечений, таких как любимые фильмы, музыка, книги совмещая их с богатым функционалом современной умной техники, наподобие smart TV , система может заранее подготовить фильм или подборки фильмов, которые с высокой степенью вероятности будут интересны владельцу , заранее подготовить подборки новостей и так далее. Так же возможна помощь с готовкой при помощи кухонной техники, обладающей контроллерами, позволяющими точечное автоматическое управление [2].

Так в рамках развитие концепций «Умного дома» можно использовать «умные» строительные композитные материалы, которые не пропускают Wi - Fi, обеспечивая информационную безопасность жилья. Уже созданы обои, предотвращающие электромагнитное загрязнение в доме. Новые технологии позволяют сделать окна дома многофункциональными, превратив их в огромные светопрозрачные экраны. Полы использовать в качестве больших сенсорных экранов, которые при желании можно использовать как системы управления в видеоиграх, например, поиграть в футбол. Увеличение мощности и возможностей смартфонов позволит использовать их в качестве полноценных систем управления «Умным Домом». Уже сейчас в домах появляются роботы, которые делают уборку, моют сами окна и многое другое. Совмещение возможностей систем «Умный дом» с возможностями нейросетей позволит совершить переход этих систем на качественно новый уровень. Превратив жилище человека в полноценного защитника, помощника и друга. Идея системы «Умный дом» состоит в предоставление пользователю как можно более полного контроля процессов, протекающими на объекте, практически с любого устройство поддерживающего корректную работу программного обеспечения системы и со стабильным доступом в интернет [1, 3].

Список используемых источников

1. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. М.: Техносфера, 2006. 288 с.

2. Авдеев А. С., Герасимова А. И. Основные проблемы программирования систем «Умного Дома» // Перспективы науки. -2014. - С. 62-65.

3. Кадырова Л. Ш. УМНЫЙ ДОМ: идеология или технология. [Электронный ресурс]: Международный научно-исследовательский журнал. Режим доступа: http://research-journal.org/featured/arch/umnyj-dom- ideologiya-ili-texnologiya/ (дата обращения: 10.09.2020 г

УДК 621.317
ГРНТИ 45.01.85

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

А.С. Иванов, А. В. Ваганов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются вопросы, связанные с построением современной системы предварительной обработки сигналов от измерительных преобразователей (датчиков) в различных системах. Поясняется необходимость предварительной нормализации сигнала для последующей его обработки. Обоснован выбор современной элементной базы для разработки системы в виде дискретно-аналоговых динамически программируемых электронных схем. Сформированы рекомендации по применению математического аппарата и исследованию моделей. Приведен пример реализации фрагмента системы предварительной обработки сигнала в специализированной среде графического программирования с последующим его моделированием.

дискретно-аналоговые, цифровые микросхемы, сигналы, обработка.

Исторически сложилось так, что в основу построения трактов обработки сигналов была положена аналоговая схемотехника, которая господствовала в данной области вплоть до возникновения и совершенствования цифровых методов обработки. Также, не стоит забывать о том, что именно аналоговая техника стояла у истоков первых вычислительных устройств, базировавшихся на специальных микросхемах – операционных усилителях.

Постепенно по мере снижения стоимости вычислительных систем, аналоговая обработка сигналов вытеснялась цифровой. Однако, и сейчас имеются определенные области применения аналоговой обработки в различных системах сбора данных и управления. Многие устройства, датчики остаются сугубо аналоговыми и зачастую работают в более тяжёлых условиях эксплуатации и требуют аналоговой предварительной сигнала.

Несмотря на преимущества цифровых датчиков (возможность практически полностью исключить искажения сигнала при его передаче), при создании различных систем управления не всегда имеется возможность полностью отказаться от аналоговых первичных измерительных преобразователей. Характерная особенность аналогового датчика – малая величина амплитуды полезного сигнала, наличие статической помехи в виде постоянной составляющей сигнала, а также влияние на него различных помех от внешних источников (электросеть, мобильный телефон). В связи с этим появляется необходимость предварительной нормализации выходного сигнала от датчика для

подготовки к последующей вторичной обработки. Для этого между датчиком и ЦАП располагается система предварительной обработки (рис. 1).

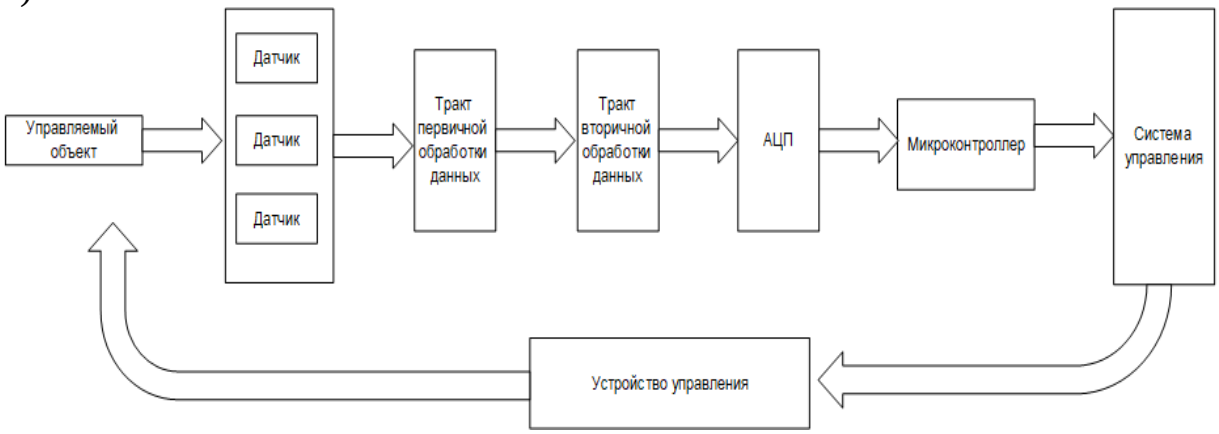


Рис. 1. Структурная схема АСУ с системой предварительной обработки сигнала

Главная задача предварительной обработки – это повышение соотношения сигнал-шум, а значит максимизация энергии полезного сигнала. Данная задача решается комплексно с использованием, в том числе, полосовой фильтрации сигнала [1].

Для ряда задач (регуляторы в системах управления) устройства аналоговой обработки могут оказаться надёжнее сопоставимых устройств цифровой обработки. Всё это означает, что в специализированных областях применения аналоговая обработка сигнала остаётся по-прежнему актуальной.

Однако, не стоит забывать, что система первичной обработки сигналов с аналоговыми датчиками наиболее уязвима к помехам. Понимание причин возникновения помех при проектировании систем автоматизации позволяет избежать ряда ошибок в выборе и размещении оборудования. Как правило, для минимизации помех в системах как первичной, так и вторичной обработки сигнала эффективны следующие мероприятия: экранирование сигнального, межблочное экранирование, применение различных фильтров (полосовые, режекторные), правильное размещение самих блоков друг относительно друга внутри корпуса прибора [2].

Классическая реализация современной системы предварительной обработки сигнала обычно базируется на дискретных элементах. Из-за того, что при создании такой системы используются аналоговые элементы, (операционные усилители, транзисторы, резисторы, компараторы, и многое другое) аналоговая часть занимает большую часть платы и имеет следующие недостатки: большие массо-габаритные показатели, отсутствие возможности динамического изменения конфигурации схемы, высокая погрешность и низкая температурно-временная стабильность. Устранением указанных недостатков занимаются многие компании в

разных странах мира, проектируя системы с высокой точностью обработки сигнала [3].

Одними из них являются недавно объединившиеся компании «Analog Devices» и «Maxim Integrated» (до 2001 года «Dallas Semiconductor») — крупные производители программируемых аналоговых и цифро-аналоговых интегральных микросхем для обработки сигнала.

Вся продукция Maxim Integrated выполняется по военному стандарту MIL-PRF-38535, в том числе многие устройства выполняются при соблюдении стандартов защиты MIL-STD-883B.

Дискретно-аналоговые (импульсные) системы занимают промежуточное положение между аналоговыми и цифровыми. Для качественного сравнения основных характеристик (см. табл. 1) дискретно-аналоговых систем с обычными аналоговыми и цифровыми была взята 20-канальная программируемая дискретно-аналоговая микросхема от фирмы «Maxim Integrated» с индексом MAX11300.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение различных типов систем

Параметр \ Тип	Аналоговые	Цифровые	Дискретно-аналоговые
Соотношение сигнал-шум, Дб	60	100	90
Точность преобразования сигнала, %	1	0,01	0,1
Возможность динамического перепрограммирования	нет	нет	да
Максимальная частота обрабатываемого сигнала, МГц	15	5	2
Энергопотребление, мВт	1-100	10-500	<125

MAX11300 – программируемая микросхема, которая способна работать с различными типами цифровых и аналоговых сигналов. Каждый из 20 каналов микросхемы может быть настроен как аналоговый выход ЦАП, аналоговый вход АЦП, цифровой вход, цифровой выход, аналоговый ключ. Микросхема является универсальным инструментом для создания самых разнообразных приложений. Относится к классу PIXI, что расшифровывается как «Programmable mIXed sIgnal input/ output». Для гибкой настройки в составе микросхемы есть все необходимые блоки (рис. 2):

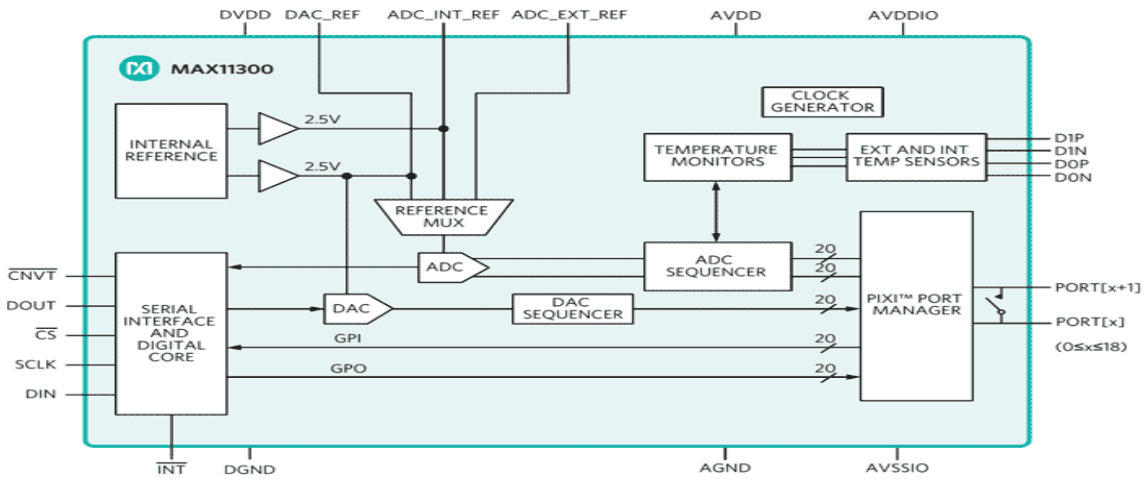


Рис. 2. Микросхема MAX11300

АЦП и ЦАП с контроллером очереди, мультиплексор PIXI Port Manager, система питания и тактирования. Особенностью MAX11300 является встроенный датчик температуры. Допускается подключение до двух внешних сенсоров. Взаимодействие с внешним управляющим контроллером происходит с помощью стандартного SPI-совместимого интерфейса.

Области применения MAX11300 обширны. Например, микросхема используется при проектировании усилителей мощности базовых радиостанций, систем контроля, автоматизации и оптической связи, блоков питания. Настройку MAX11300 можно осуществлять с помощью ПО с удобным графическим интерфейсом.

Обработка сигнала внутри дискретно-аналоговых систем осуществляется схемами на переключаемых конденсаторах. В отличие от цифровых систем, где сигнал дискретен по времени и квантован по уровню, в дискретно-аналоговых системах сигнал дискретен только по времени, в силу этого выходной аналоговый сигнал можно восстановить без искажений по его выборкам и точность преобразования может достигать десятых долей процента.

Для удобства описания дискретно-аналоговых устройств используют аппарат для цифровых систем – z-преобразование. Для анализа дискретных цепей используется z–преобразование, определяемое выборкой сигнала в дискретные моменты времени. Дискретная система, на вход которой подается воздействие $x(nT)$ и реакция которой (выходной сигнал) $y(nT)$, описывается передаточной функцией [4]:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = K \frac{\prod_{k=1}^{m}(z - z_{zk})}{\prod_{k=1}^{n}(z - z_{pk})} \quad (1)$$

где K – вещ. коэффициент; z_{zk} и z_{pk} – нули и полюсы (1).

Для анализа аналоговых цепей используется преобразование

Лапласа. Его применение обусловлено простотой решения линейных дифференциальных уравнений, которые, в свою очередь описывают работу аналоговых устройств. Исследование свойств аналоговых цепей, в частности определение устойчивости, удобно проводить с использованием передаточной функции. Передаточная функция системы, на вход которой подается сигнал, вызывающий реакцию на выходе, задается выражением:

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = K \frac{\prod_{k=1}^{m} (s - s_z)_k}{\prod_{k=1}^{n} (s - s_p)_k} \quad (2)$$

где s_{zk} и s_{pk} – нули и полюсы системы; K – вещественный множитель (2).

В настоящее время современные дискретно-аналоговые микросхемы являются аппаратно-программными, поэтому для разработки соответствующих конфигураций используется среда автоматизированного программирования под названием «Anadigm Designer 2».

В качестве примера показана реализация в данной среде фрагмента системы первичной обработки сигнала порогового обнаружителя (рис. 2). Для формирования полезного сигнала и помехи используются соответствующие генераторы-имитаторы.

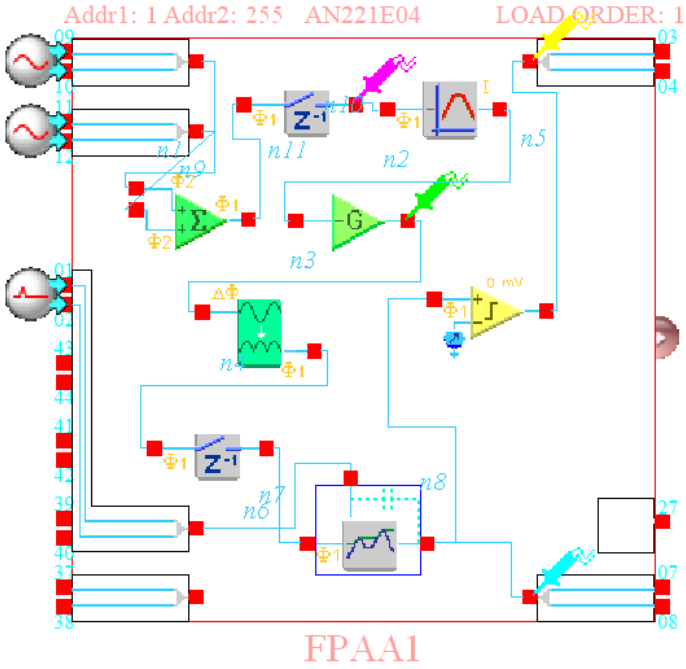


Рис. 2. Обобщенная схема порогового обнаружителя

В заключении следует отметить, что использование дискретно-аналоговых устройств в современных разработках для различных областей, включая и системы управления, является актуальным. Для построения и описания моделей устройств подобного класса можно использовать традиционный математический аппарат передаточных

функций в z-области. Удобная для использования среда программирования и возможность динамического переконфигурирования заметно облегчают, удешевляют и унифицируют процесс проектирования устройств на базе программируемых дискретно-аналоговых интегральных схем.

Список используемых источников

1. Полищук А. Программируемые аналоговые ИС Anadigm структура и принцип построения. М.: Современная электроника. 2005. № 1.
2. Минаев И.: Датчики: справочное пособие. Мир электроники, 2012.
3. Солонина А. И., Клионский Д. М., Меркучева Т. В., Перов С. Н., Цифровая обработка сигналов и MATLAB, 2013 г.
4. Волович Г.: Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств №3, 2011.

УДК 621.317
ГРНТИ 45.01.85

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЧАСТОТНЫХ ПОРТРЕТОВ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО КОНТЕНТА

Н.М. Карелкин, П. А. Волынкин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Для каждого человека характерен уникальный комплекс особенностей речевого поведения, который может быть использован для идентификации. Методы такого анализа условно можно разделить на две большие группы – экспертные и формальные. Посредством математических методов и алгоритмов можно сформировать так называемый частотный портрет автора текста. С точки зрения логики представления алгоритм методов частотного анализа основываются в основном на авторoведческой экспертизе, используется математическая модель последовательности букв текста. Рассматриваются предпосылки к созданию алгоритма определения авторства текста, а также выявления непринадлежности текста тому или иному автору.

частотный портрет, полиграммы, частоты букв, частоты биграмм, статистический анализ, лингвоанализатор.

Как известно, частоты использования тех или иных букв (одограмм), пар букв (биграмм) и полиграмм (слов) в рамках того или иного языка довольно существенно различаются. Такой набор частот можно называть частотным портретом языка.

Кроме этого, даже в рамках одного и того же языка частоты могут существенно различаться в зависимости от темы, области, группы людей (сфера науки, культурной области и т.д.). Будем называть такой частотный портрет тематическим.

Более того, текст, написанный автором, содержит в себе помимо смысловой составляющей еще и информацию о личности автора, его индивидуальности и лингвистических особенностях. Такой индивидуальный стиль автора можно назвать персональным частотным портретом. Тексты, написанные одним и тем же автором, имеют похожий стиль, свойственный его составителю, а тексты, написанные разными авторами – различаются. Таким образом, если удастся подобрать подходящее правило сравнения текстов, можно формально отличить одного автора от другого, а также решить непосредственно саму задачу авторства или подложности какого-то произведения, текста.

Предметом исследования статьи является изучение, обработка и анализ текстовой информации с целью определения, распознания автора текста или выдачи списка наиболее близких к нему по стилистике авторов из числа входящих в некоторый заранее заданный перечень

"эталонных" авторов, а также дальнейшая разработка собственных методов идентификации текстовой информации.

Универсального метода определения принадлежности или подложности текста априори не существует, поскольку писательский труд – процесс творческий, а не алгоритмический. Так, например, в технических текстах редкая буква ***Ф*** может стать довольно частой в связи с частым использованием таких слов, как функция, дифференциал, диффузия, коэффициент и др., но возможно, что мера, близкая к оптимальной, обнаружится в ходе перебора достаточно большого количества разных вариантов сравнения. Еще большие отклонения от нормы в частоте употребления отдельных букв наблюдаются в некоторых художественных произведениях, особенно в стихах. Поэтому для надежного определения средней частоты букв желательно иметь набор различных текстов, заимствованных из разных источников.

Известны исследования, где наилучшая точность идентификации автора получены в норме суммируемых функций, благодаря чему авторы текстов определены с качественно более высокой достоверностью.

Также стоит вопрос о том, какой объем текста достаточен для достижения требуемой точности в оценке.

Одним из первых исследованиями в этой области занимался известный математик А.А. Марков («Об одном применении статистического метода», «Пример статистического исследования над текстом "Евгения Онегина", иллюстрирующий связь испытаний в цепь»: [1], [2]). Его метод представляет из себя формальную математическую модель последовательности букв текста в виде реализации цепей (цепи Маркова).

Текст состоит из слов, слова из букв. Количество букв в разных языках отличаются, их можно перечислить. Повторяемость букв, пар букв – биграмм, и вообще *m*-грамм, сочетаемость букв друг с другом, чередование гласных и согласных и др. являются важной характеристикой текста, которая устойчива.

Идея состоит в подсчете чисел вхождений каждой *nm* возможных m-грамм в достаточно длинных открытых текстах $T=t_1t_2\ldots t_l$, составленных из букв алфавита $\{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$. При этом просматриваются подряд идущие m-граммы текста:

$$t_1t_2\ldots t_m, t_2t_3\ldots t_{m+1}, \ldots, t_{i-m+1}t_{l-m+2}\ldots t_l$$

Если $L\ (a_{i1}a_{i2}\ \ldots\ a_{im})$ – число появлений *m*-граммы $a_{i1}a_{i2}\ldots a_{im}$ в тексте *T*, а *L* – общее число подсчитанных *m*-грамм, то опыт показывает, что при достаточно больших *L* частоты $L\ (a_{i1}a_{i2}\ldots\ a_{im})/\ L$, для данной *m*-граммы мало отличаются друг от друга.

Поэтому, относительной частотой здесь считают приближением вероятности P $(a_{i1}a_{i2}...a_{im})$ появления данной m-граммы в случайно выбранном месте текста (такой подход принят при статистическом определении вероятности).

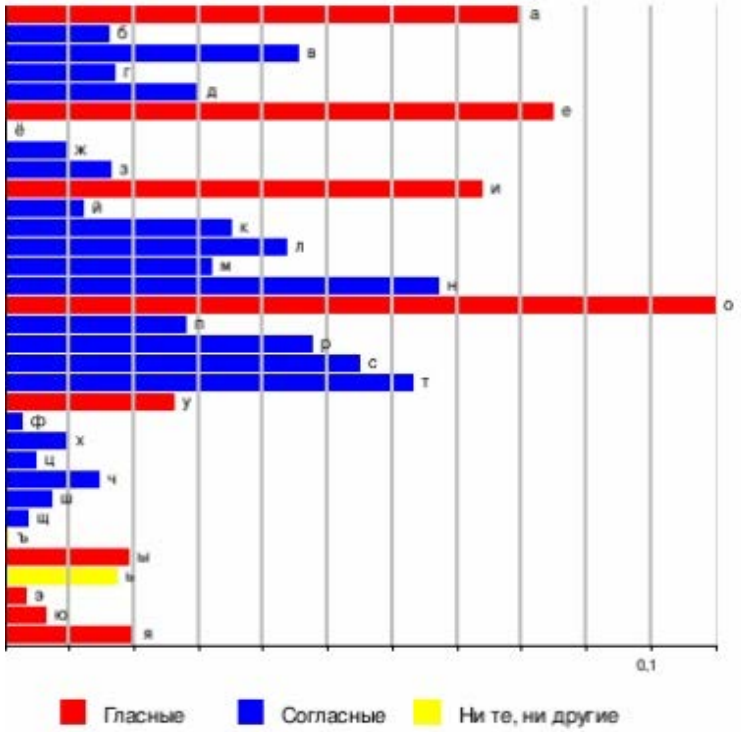


Рис. 1. Частотность букв русского языка

Разница в значениях частот в различных источниках, как говорилось выше, объясняется тем, что они существенно зависят не только от длины текста, но и от его характера.

Статистика частотности букв русского языка (на материале Национального корпуса русского языка) представлена на рис.1.

Стоит также упомянуть о **Частотных словарях**, который представляют набор слов языка вместе с информацией о частоте их встречаемости. Такой словарь может быть отсортирован по частоте, по алфавиту (тогда для каждого слова будет указана его частота), по группам слов (например, первая тысяча наиболее частотных слов, за ней вторая и т. п.), по типичности (слова, частотные для большинства текстов), и т. д.

Ниже в таблице 1 приведены частоты биграмм букв (от А до П) русского алфавита (таблицы заимствована из книги «Military cryptanalysis» Friedman W. F., Callimahos D.) [4].

Таблица 1. Частоты биграмм букв русского языка

б/б	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	З	Й	К	Л	М	Н	О	П
А	2	12	35	8	14	7	6	15	7	7	19	27	19	45	5	11
Б	5					9	1		6			6		2	21	
В	35	1	5	3	3	32		2	17		7	10	3	9	58	6
Г	7				3	3			5		1	5		1	50	
Д	25		3	1	1	29	1	1	13		1	5	1	13	22	3
Е	2	9	18	11	27	7	5	10	6	15	13	35	24	63	7	16
Ж	5	1			6	12			5					6		
З	35	1	7	1	5	3			4		2	1	2	9	9	1
И	4	6	22	5	10	21	2	23	19	11	19	21	20	32	8	13
Й	1	1	4	1	3		1	2	4		5	1	2	7	9	7
К	24	1	4	1		4	1	1	26		1	4	1	2	66	2
Л	25	1	1	1	1	33	2	1	36		1	2	1	8	30	2
М	18	2	4	1	1	21	1	2	23		3	1	3	7	19	5
Н	54	1	2	3	3	34			58		3		1	24	67	2
О	1	28	84	32	47	15	7	18	12	29	19	41	38	30	9	18
П	7					15			4			9		1	46	

Неравномерность k-грамм (и даже слов) тесно связана с характерной особенностью открытого текста – наличием в нем большого числа повторений отдельных фрагментов текста: корней, окончаний, суффиксов, слов и фраз. Так, для русского языка такими привычными фрагментами являются наиболее частые биграммы и триграммы:

СТ, НО, ЕН, ТО, НА, ОВ,НИ, РА, ВО, КО

СТО, ЕНО, НОВ, ТОВ, ОВО, ОВА

Систематически вопрос о зависимости букв алфавита в открытом тексте от предыдущих букв исследовался А. А. Марковым (старшим). Он доказал, что появления букв в открытом тексте нельзя считать независимыми друг от друга.

В связи с этим А. А. Марковым отмечена еще одна устойчивая закономерность открытых текстов, связанная с чередованием гласных и согласных букв. Им были подсчитаны частоты встречаемости биграмм вида гласная-гласная (г, г), гласная-согласная (г, с), согласнаягласная (с,

г), согласная-согласная (с, с) в русском тексте длиной в 105 знаков. Результаты подсчета отражены в следующей таблице:

Таблица 4. Частоты чередования согласных и гласных букв

	Г	С	Всего
Г	6588	38310	44898
С	38296	16806	55102

Из этой таблицы видно, что для русского языка характерно чередование гласных и согласных, причем относительные частоты могут служить приближениями соответствующих условных и безусловных вероятностей:

$$p(г/с)\approx 0.663,\ p(с/г)\approx 0.872,$$
$$p(г)\approx 0.432,\ p(с)\approx 0.568.$$

На сегодняшний день для обработки текста существуют лингвоанализаторы, это т.н. программы атрибуторы, представляющие собой систему для анализа единиц текста, которая автоматически сравнивает тексты по параметрам индивидуального авторского стиля. Первый такой лингвоанализатор принадлежит Д. Хмелеву и работает в сети Интернет с августа 1999 года [5]. В эталонную выборку, на которой происходило обучение атрибутора, попали в основном романы и повести отечественных писателей 19, 20 веков.

Приведенные выше закономерности имеют место для открытых текстов, используемых при общении людей. Эти закономерности играют большую роль в теории криптоанализа. В частности, они используются при построении формализованных критериев на открытый текст, позволяющих применять методы математической статистики в задаче распознавания открытого текста в потоке сообщений. При использовании же специальных алфавитов требуются аналогичные исследования частотных характеристик "открытых текстов", возникающих, например, при межмашинном обмене информацией или в системах передачи данных. В этих случаях построение формализованных критериев на "открытый текст" – задача значительно более сложная.

Список используемых источников

1. Марков А.А. Об одном применении статистического метода. // Известия Имп.Акад.наук, серия VI, Т.X, N4, 1916, с.239.

2. Марков А.А. Пример статистического исследования над текстом "Евгения Онегина", иллюстрирующий связь испытаний в цепь. // Известия Имп.Акад.наук, серия VI, Т.X, N3, 1913, с.153.

3. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. Издание третье, переработанное и дополненное. М., Наука, 1973, 512 с.

4. Friedman W.F., Callimahos D. Military cryptanalysis. Part I. Vol. 2. — Aegean Park Press, Laguna Hills CA, 1985.

УДК 004.421
ГРНТИ 50.41.29

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ.

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

В наши дни ни одна программа не обходится без графического интерфейса. Он добавляет интерактивности в работу программы и снижает порог входа для новых пользователей. Немаловажную роль в решении возникающих проблем играет визуализация происходящих процессов, что согласитесь нагляднее и проще для восприятия чем сухой поток цифр.

оптимизация, генетические алгоритмы, программирование, задача коммивояжёра, эволюционные вычисления

Визуализация обеспечивает создания изображений, диаграмм или анимации для передачи наглядного представления информации. Коммуникация посредством визуальных образов была эффективным способом передачи абстрактных и конкретных идей с самого начала человечества. Сегодня визуализация находит постоянно расширяющееся применение в науке, образовании, технике (например, визуализация продуктов), интерактивных мультимедиа, медицине и т.д. Типичным приложением визуализации является область компьютерной графики. Изобретение компьютерной графики (особенно трехмерной компьютерной графики) может быть наиболее важным достижением в области визуализации с момента изобретения центральной перспективы в период Возрождения. Развитие анимации также способствовало развитию визуализации.

Генетический алгоритм представляет собой эволюционный алгоритм, основная идея алгоритма — скрещивание (комбинирование). Как несложно догадаться, идея алгоритма скопирована у природы. Путем перебора и самое главное отбора получается правильная «комбинация». Такие алгоритмы представляют собой мощное средства решения оптимизационных задач, благодаря тому что они обладают высокой степенью универсальности и скоростью сходимости. Они могут быть эффективно использованы в тех областях, где отсутствуют методики, позволяющие в замкнутом виде за приемлемое количество шагов получить оптимальное решение.

Одной из таких задач является задача оптимизации траектории движения исполнительного механизма для станков с числовым программным обеспечением. Отличительная особенность станков для

лазерной резки металлов это высокая точность, безотходность и эффективность работы. Однако такие системы при работе потребляют большое количество электроэнергии, что сказывается на себестоимости продукции. Также существует ещё один аспект, это высокая цена оборудования. Соответственно для экономного расходования ресурса оборудования жизненно важна оптимизация всех его аспектов.

Наиболее подвержены износу движущиеся механические части станков. В лазерной резке механические части используются в основном для перемещения режущего элемента или системы зеркал. Чтобы снизить нагрузку на механические системы станка необходимо провести оптимизацию программы управления, которая осуществляет расчёт траектории движения режущей головки по сегментам контура обрабатываемой детали.

Существующий генетический алгоритм решает задачу оптимизации траектории движения лазера. Результаты своей работы разработанная программа записывает в стандартное устройство вывода. Соответственно, для улучшения пользовательского опыта и интерактивности работы в целом необходимо разработать графический интерфейс. Такой интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- отображать текущие параметры генетического алгоритма с возможностью их изменения;
- создавать интуитивно понятную схему оптимизируемой траектории (с включённой в неё информацией о порядке обхода лазером);
- загружать конфигурацию оптимизируемого объекта из файла;
- сохранять и загружать результаты работы алгоритма для их последующей обработки;

При этом программа должна быть интерактивна. Пользователь может подвигать, покрутить модель, поменять масштаб, изучить её с разных сторон. Так же пользователь может поставить работу алгоритма на паузу, и идти по шагам. С внедрением островной оптимизации необходимо добавить возможность переключаться между несколькими «островами» популяций, а также выводить их на экран одновременно.

Архитектура системы представляет собой два независимых друг от друга потока, соединённых при помощи потокобезопасной коллекции ConcurrentQueue, что обеспечивает безопасную асинхронную работу программы. Схема представлена на рис. 1.

Использование таймера задержки позволяет регулировать скорость выдачи результатов работы алгоритма пользователю программы. Графический интерфейс программы было решено реализовать с использованием языка C#. Существуют несколько графических технологий для этого языка. WPF (Windows Presentation Foundation) – это бесплатная графическая подсистема с открытым исходным кодом. Основная особенность WPF это отделение пользовательского интерфейса

от бизнес-логики и напоминает подобные объектные модели, ориентированные на XML, например, реализованные в XUL и SVG.

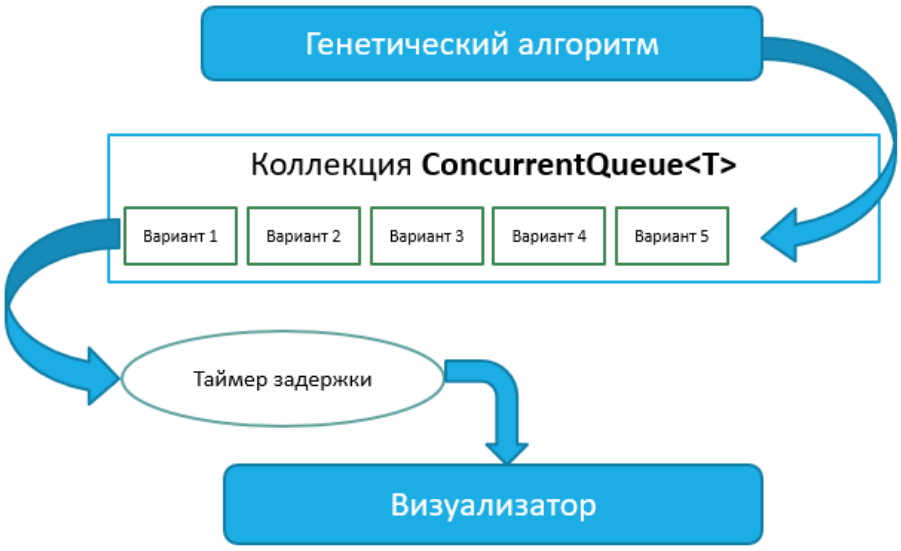


Рис. 1. Схема передачи данных между частями программы

Unity – это кроссплатформенный игровой движок. Он может быть использован для создания трехмерных, двумерных игр, игр виртуальной реальности и дополненной реальности. Движок используется не только в видеоиграх, но и в кино, автомобилестроении, архитектуре, машиностроении и строительстве. Avalonia - это кроссплатформенная графическая библиотека UI на основе XAML, гибкую систему стилей и поддерживает широкий спектр операционных систем, таких как Windows, Linux и macOS. Avalonia используется для разработки универсальных настольных приложений. Однако данный проект находится на стадии разработки.

Среди этих технологий была выбрана Avalonia, поскольку она кроссплатформенна и не требует сборки для каждой платформы отдельно в отличие от Unity. Также использует похожий на WPF разметочный язык XAML.

Графический интерфейс состоит из трёх основных блоков (рис 2):

- панели инструментов – здесь находятся основные элементы управления такие как пауза, кнопки сохранить и загрузить, и интерфейс управления генетическим алгоритмом;
- в рабочей области схематически отображается траектория. соответственно пользователь может менять масштаб и область просмотра;
- в консоле выводится лог генетическим алгоритма, что полезно при отладке.

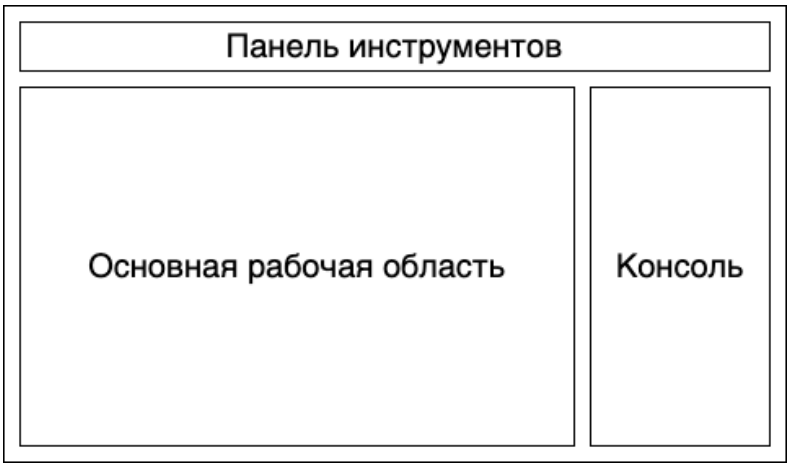
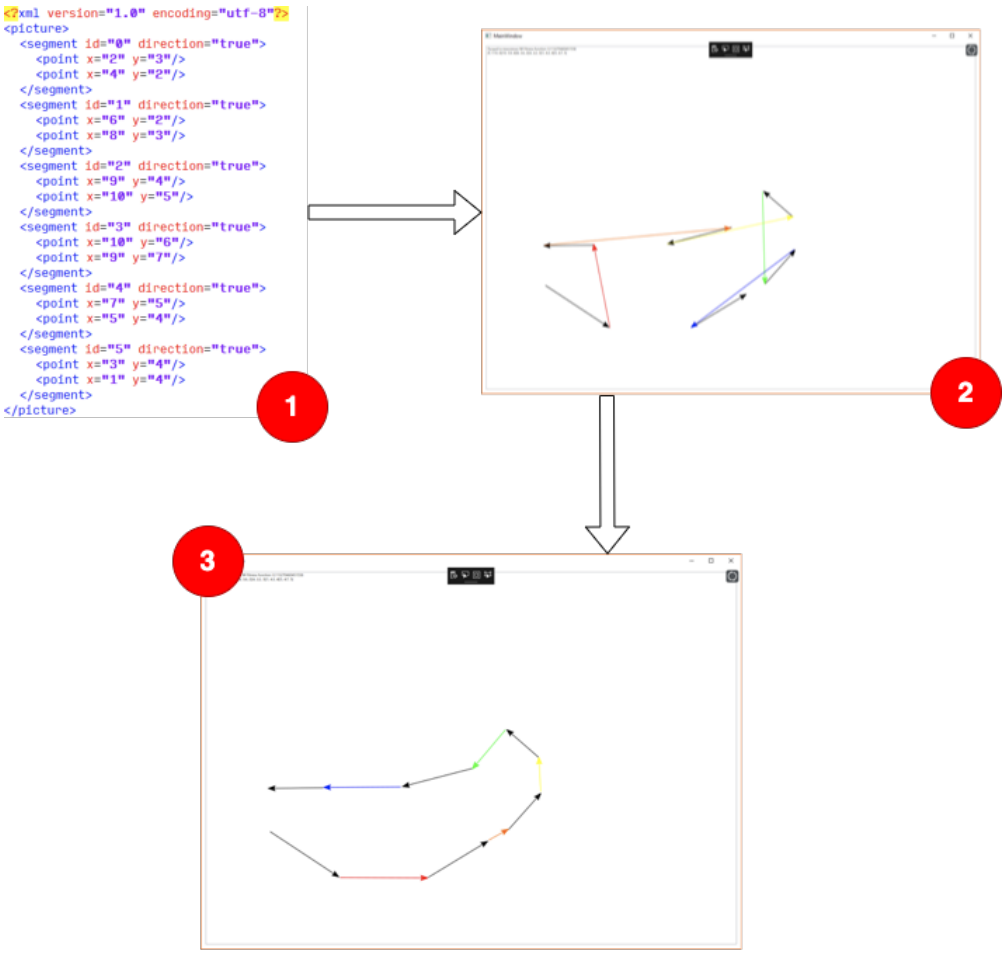


Рис. 2. Структура главного окна


<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<picture>

<point x="2" y="3"/>
<point x="4" y="2"/>

<point x="6" y="2"/>
<point x="8" y="3"/>

<point x="9" y="4"/>
<point x="10" y="5"/>

<point x="10" y="6"/>
<point x="9" y="7"/>

<point x="7" y="5"/>
<point x="5" y="4"/>

<point x="3" y="4"/>
<point x="1" y="4"/>

</picture>
1
2
3

Рис. 3. Графическое отображение работы программы

Порядок работы с программным обеспечением производится следующим образом: загружается объект оптимизации из файла XML (рис. 3.1), инициализируются параметры генетического алгоритма (рис. 3.2) и он начинает свою работу. В конце можно наблюдать результат (рис. 3.3). Также на рисунке 3.3 можно заметить что цвет меняется согласно радуге в зависимости от порядка обхода.

Данная работа направлена на разработку интерфейса для интерактивной визуализации генетического алгоритма, что позволит явно отличать неоптимальные результаты работы алгоритма (рис. 3.2) от оптимальных (рис. 3.3).

Список используемых источников

1. Visualization (graphics) [Электронный ресурс] // URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Visualization_(graphics) (дата обращения 16.11.2020).
2. Начало работы с WPF [Электронный ресурс] // URL: https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/designers/getting-started-with-wpf?view=vs-2019 (дата обращения 17.11.2020).
3. Технология лазерной резки металла [Электронный ресурс] // URL: https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/tehnologiya-lazernoy-rezki-metalla/ (дата обращения 18.11.2020).
4. Лазерная резка металла [Электронный ресурс] // URL: https://svarkalegko.com/tehonology/lazernaya-rezka-metalla.html (дата обращения 18.11.2020).
5. About AvaloniaUI [Электронный ресурс] // URL: https://github.com/AvaloniaUI/Avalonia (дата обращения 18.11.2020).

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ВОПРОСАХ ОБНАРУЖЕНИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ АТАК НА ОТКАЗ В ОБСЛУЖИВАНИИ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ

К.В. Кучеревский, А.М. Адуевский, М.Ю. Савин, Д.В. Соловьев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной статье рассмотрены современные сетевые угрозы и атаки DoS и DDoS. Самые распространенной сетевой угрозой на данный момент является DDoS-атака низкой интенсивности. Для прогнозирования и обнаружения этих атак используют системы безопасности с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС). Данный метод является наиболее эффективным, поскольку ИНС способны обучаться в процессе работы в режиме реального времени.

обнаружение атак, DoS-атака, DDoS-атака, низкоинтенсивная DDoS-атака, искусственная нейронная сеть

По мере роста и развития информационных систем, возрастает количество преступных инцидентов в области информационной безопасности. В мире уже давно существует рынок продажи специального ПО, с помощью которого производятся атаки на вычислительные сети, корпоративные сети, а также на повседневные гаджеты и персональные компьютеры рядовых пользователей.

Самой распространенной сетевой угрозой является атака на доступность информации или ресурсов автоматизированной системы. Данный сбой осуществляется целым классом атак типа “Отказ в обслуживании” (Dos- атаки)

Dos-атаки используют уязвимости, которые вызывают сбой целевой системы или службы. В данных атаках просто отправляются входные данные, которые впоследствии приводят к сбою или серьезной дестабилизации системы, так что к ней нельзя получить доступ или использовать.

Дополнительный тип DoS-атаки – это распределенный отказ в обслуживании (DDoS) . DDoS-атака происходит, когда несколько систем организуют синхронизированную DoS-атаку на одну цель. Существенное отличие состоит в том, что вместо того, чтобы быть атакованным из одного места, цель атакуют сразу из многих мест.

Существует множество методов обнаружения DDoS-атак, позволяющие эффективно распознавать DDoS-атаки транспортного уровня (SYN-флуд, UDPфлуд и другие). Однако, они являются

малоэффективными против DDoS-атак низкой интенсивности [1]. Данный класс DDoS-атак возник сравнительно недавно и на сегодняшний день представляет основную угрозу доступности информации в распределенных компьютерных сетях . Отличить трафик, генерируемый в ходе данных атак, от легального HTTP-трафика достаточно сложно, кроме того, каналы передачи данных практически не перегружаются. Данные атаки приводят к потерям запросов и ответов, т.е. фактическому отказу веб-серверов на основе Microsoft IIS, Apache и других систем [2].

Наиболее эффективными в данном случае являются системы обнаружения атак, использующие искусственные нейронные сети. Преимущество заключается в постоянном обучении ИНС как на нормальном трафике, так и на аномальном.

В научной работе [2] авторами предложено использовать структуру ИНС, состоящую из самоорганизующейся сети Коханена (self-organizing map, SOM) и многослойного персептрона. Авторы [2] предложили следующую схему экспериментального стенда, представленную на рис. 1.

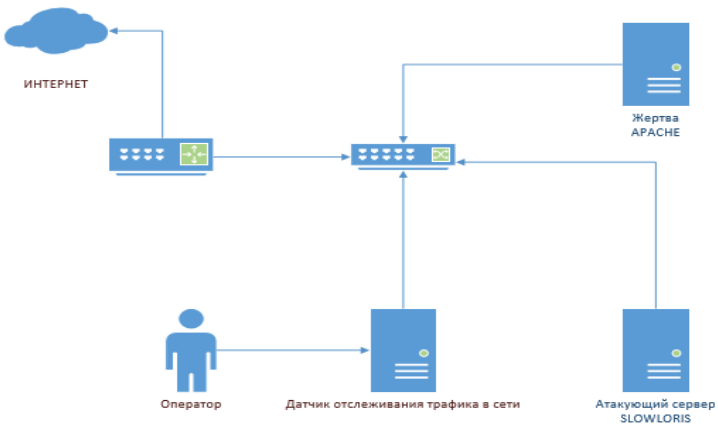


Рис. 1.1 Общая схема экспериментального стенда

«При помощи применения карты Коханена происходит кластеризация 50символьных событий в узлы матрицы, в которых будут сгруппированы события аналогичных числовых символов. Фактически, отдельные узлы будут представлять собой определённые сценарии атак. После этого данные заголовков пакетов и информация о группировке подаются на вход многослойного персептрона, обученного распознавать аномальный трафик, но уже с учётом информации о событии, т.е. принадлежности пакета той или иной группе-сценарию. Это позволяет не только обнаруживать аномалии в единичных пакетах, но и выявлять принадлежность пакета к распределённой по времени атаке" [2].

Результаты работы данной системы, предложенные в статье [2], приведены ниже.

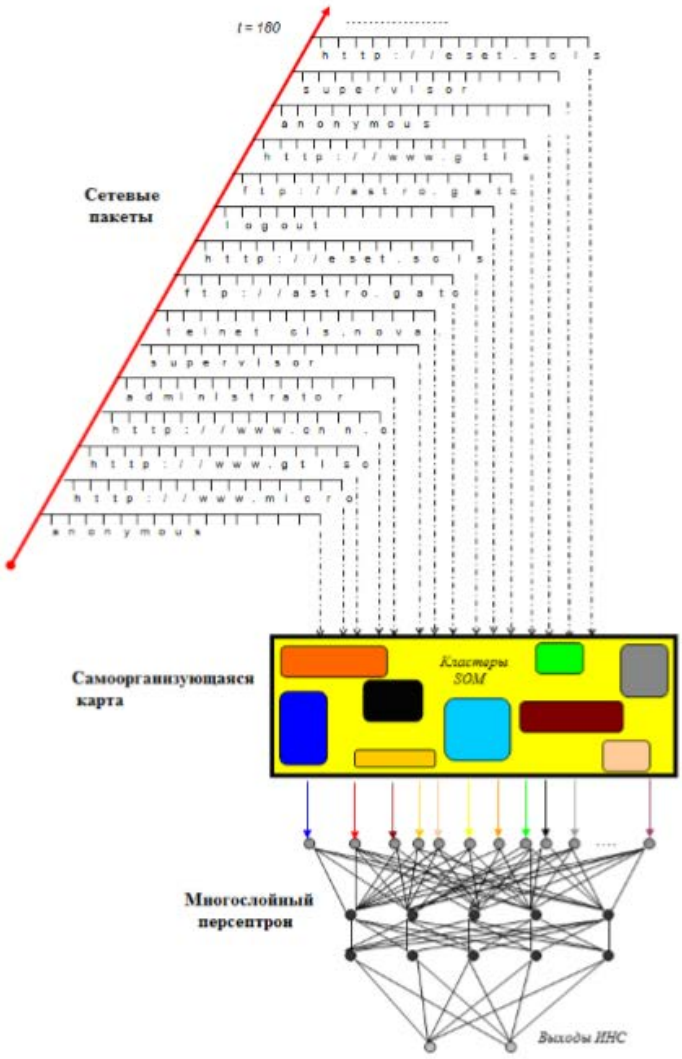


Рис. 1.2 Архитектура предлагаемой системы обнаружения атак

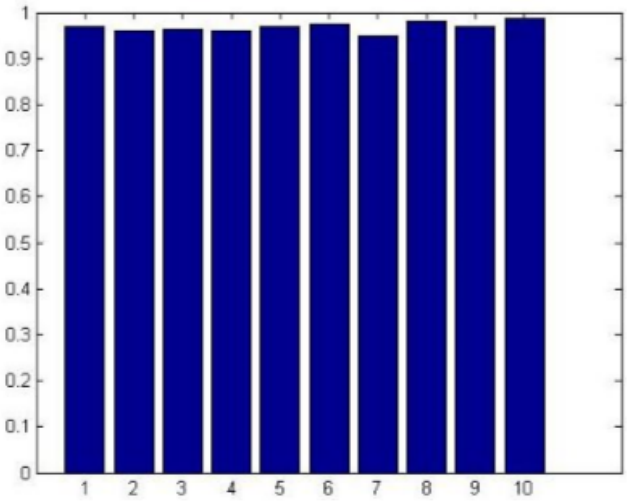


Рис.2.1 Результат распознавания нормального трафика

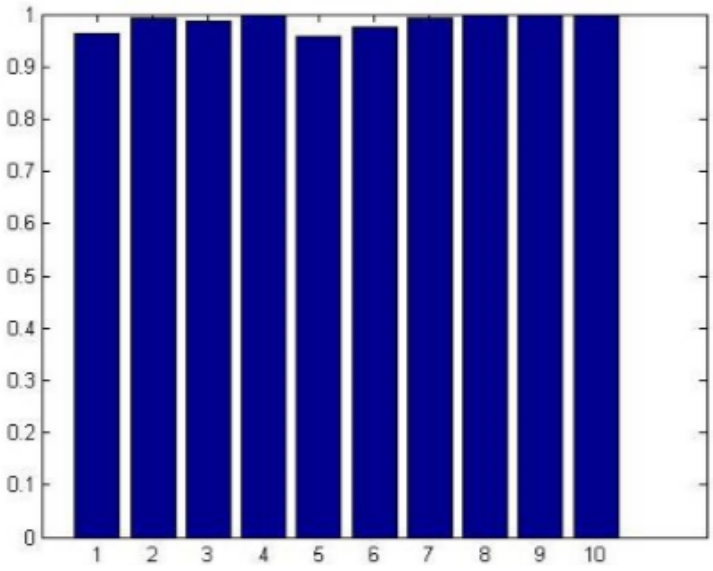


Рис. 2.2 Результат распознавания атакующего трафика

Величина ошибки первого рода составила 3.16%. Величина ошибки второго рода составила 1.23%. [2]

В ходе рассмотрения статьи была выделена актуальность применения искусственных нейронных сетей в области информационной безопасности, а именно, обнаружение низкоинтенсивных атак на отказ в обслуживании. Был рассмотрен один из методов реализации системы информационной безопасности на базе нейросети.

Список используемых источников

Решение Cisco Systems «Clean Pipes» по защите от распределенных DDOS-атак для операторов связи и их клиентов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cisco.com/ web/RU/downloads/CleanPipes_rus.pdf, свободный (дата обращения: 01.09.2014).

1. Лобанов В.Е., Оныкий Б.Н., Станкевичус А.А. Архитектура системы защиты Грид от атак типа «отказ в обслуживании» и «распределенный отказ в обслуживании» // Безопасность информационных технологий. – 2010. – № 3. – С. 136-139

2. Тарасов Я.В. Метод обнаружения низкоинтенсивных ddos-атак на основе гибридной нейронной сети. [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/metod-obnaruzheniya-nizkointensivnyh-ddos-atak-na-osnove-gibridnoy-neyronnoy-seti

3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.

4. Искусственные нейронные сети. / электронный ресурс / URL:https://textarchive.ru/c-1442792.htm

5. Каллан Роберт. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. ISBN 5-8459-0210-X.

6. Абрамов Е.С., Аникеев М.В., Макаревич О.Б. Использование аппарата нейросетей при обнаружении сетевых атак // Известия ТРТУ. – 2004. – № 1 (36).

УДК 53.087.54
ГРНТИ 29.31.29

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИИ ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Д.И. Мартынов, В.А. Рогачев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Рассмотрена зависимость характеристик изображения при наблюдении телевизионной системой диска Секки в водной среде. Показано, что четкость получаемого изображения практически линейно уменьшается в зависимости от дальности наблюдения. Показана общая тенденция снижения яркости различных частей изображения с увеличением дальности наблюдения.

телевизионное наблюдение в водной среде, диск Секки, четкость изображения

Введение

Одной из существенных особенностей применения видеосистем является влияние среды передачи изображения.

Для воздушной среды дальность наблюдения может достигать несколько десятков и даже сотен километров, однако для водной среды дальность наблюдения, как правило, не превышает нескольких десятков метров [1 - 4].

Контраст изображения в водной среде ослабляется в результате рассеяния и поглощения света [3]. Хотя применение внешней подсветки при подводном наблюдении улучшает качество снимков, но помеха обратного рассеяния, возникающая при этом, мешает существенному улучшению контраста [3].

Вопросы ослабления контраста изображения при наблюдении в водной среде (ослабление сигнала изображения водной средой) достаточно хорошо исследованы [1 - 5].

Данное исследование направлено на рассмотрение функции передачи изображения в водной среде.

Эксперимент

В ходе исследования был проведен эксперимент, целью которого явилось получение основных характеристик изображения в зависимости от дальности наблюдения. На основе этих данных, с использованием статистической обработки, получены оценки четкости и степени искажения, а также значения падения яркости изображения тестового объекта в зависимости от расстояния.

Для проведения эксперимента использовалась водонепроницаемая телевизионная камера и направленный источник света погружаемые в

бассейн. В качестве тестового объекта наблюдения использовался стандартный черно-белый диск Секки [3].

Фиксация изображений проводилась на расстояниях 1, 2, 3 и 4,5 метра (рисунки 1.1, 1.2).

Полученные изображения подвергались статистической обработке для получения исследуемых характеристик изображений.

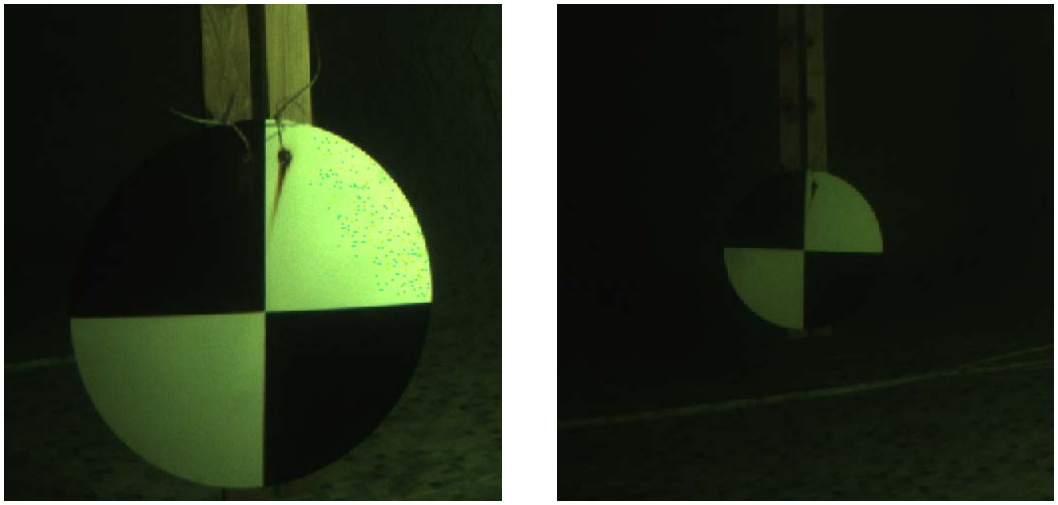


Рис. 1.1 Изображение диска Секки на расстоянии 1 метра (слева) и 2 метров (справа).

Рис. 1.2 Изображение диска Секки на расстоянии 3 метра (слева) и 4 метров (справа).

Анализ экспериментальных данных

Одним из главных показателей качества изображения является резкость (четкость) изображения, описывающая различимость его деталей. Резкость также можно определить, как степень размытости границы между двумя соседними участками изображения с различной яркостью [3, 6 - 8]. В этом случае меру резкости можно оценить, как отношение изменения

яркости изображения к длине участка, на котором происходит это изменение:

$$S = \frac{I(a)-I(b)}{w},$$

где w – это ширина перепада, $I(a)$ и $I(b)$ – значения яркости пикселей.

Для получения необходимых значений резкости были обработаны полученные изображения, найдены краевые пиксели и вычислены значения яркости и ширина перепада (рисунок 3.1).

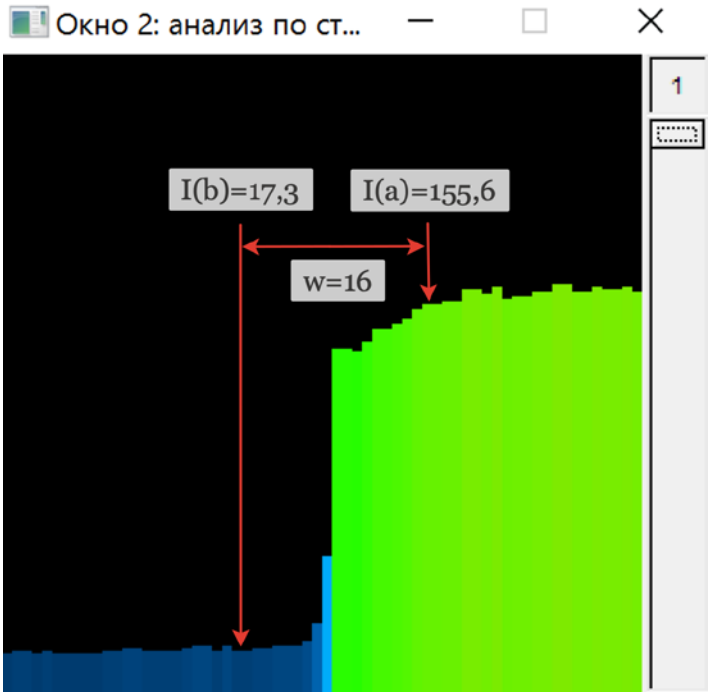


Рис. 2.1. Нахождение краевых пикселей со значениями яркости и шириной перехода

В таблице 1. представлены значения яркости краевых пикселей, ширина переходов и четкости изображений полученные на разном удалении тестового объекта.

ТАБЛИЦА 1. Значения четкости изображения на разном удалении.

Удаленность объекта	Яркость краевого пикселя, I(a)	Яркость краевого пикселя, I(b)	Ширина перепада, w	Четкость изображения, S
1 метр	155,6	17,3	16	8,64
2 метра	60,89	14,92	7	6,56
3 метра	36,25	36,25	7	2,99
4,5 метра	15	10	5	1

В дополнение были собраны данные об изменении значений яркости всего кадра, диска Секки, отдельно темной и светлой зоны диска в зависимости от расстояния до источника искусственного освещения и приведены в таблицах 2 и 3.

ТАБЛИЦА 2. Среднее значение яркости

Удаленность объекта	Общая яркость изображения	Яркость диска Секки	Яркость черной зоны	Яркость белой зоны
1 метр	46,9154	64,3542	11,8912	198,815
2 метра	16,5494	32,0942	12,4739	69,1917
3 метра	14,3687	19,7634	11,6041	35,8189
4 метра	12,7635	11,921	9,8855	14,4028

ТАБЛИЦА 3. Среднеквадратическое отклонение яркости

Удаленность объекта	С.К.О. изображения	С.К.О. диска Секки	С.К.О. черной зоны	С.К.О. белой зоны
1 метр	58,6023	71,9345	2,9985	21,5899
2 метра	10,5293	23,9079	1,6467	4,6282
3 метра	5,301	9,9394	1,1842	2,6269
4 метра	3,593	2,0808	0,9665	1,3116

Для наглядности, полученные величины отображены на графиках.

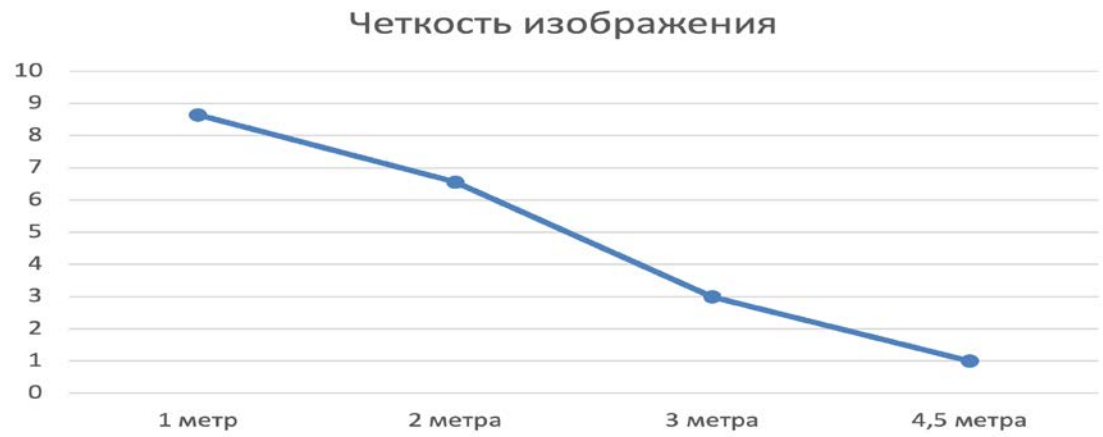


Рис. 2.2 Зависимость четкости изображения от дальности.

График показывает практически линейную зависимость резкости (четкости) наблюдаемого изображения в зависимости от дальности.

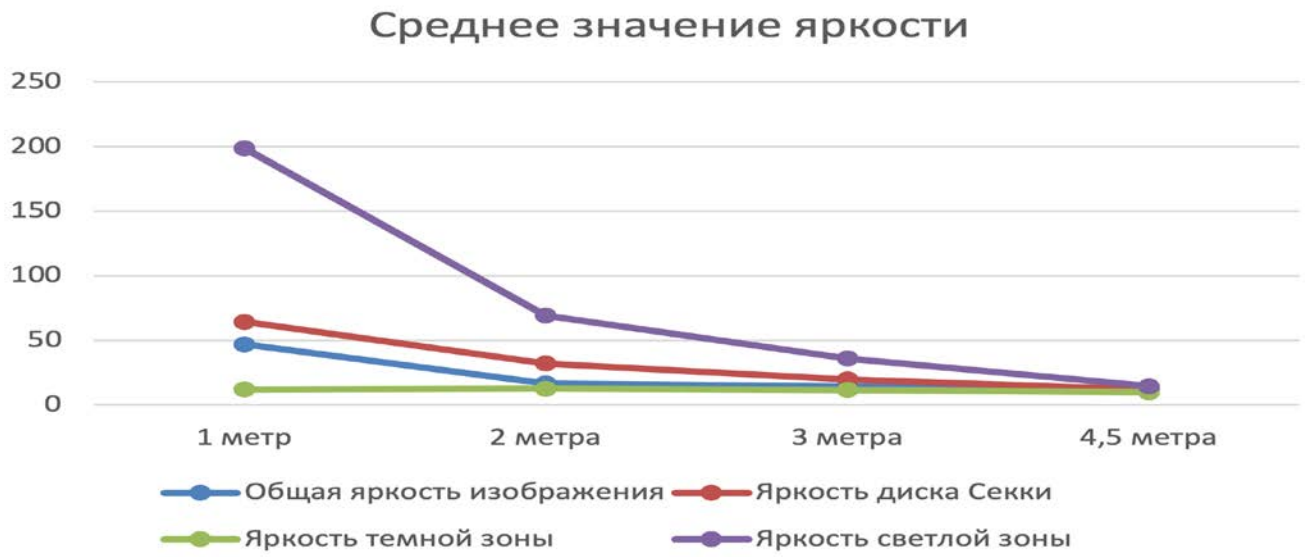


Рис 2.3 Зависимость яркости изображения от дальности.

Этот график показывает общую тенденцию снижения яркости различных частей изображения с увеличением дальности наблюдения.

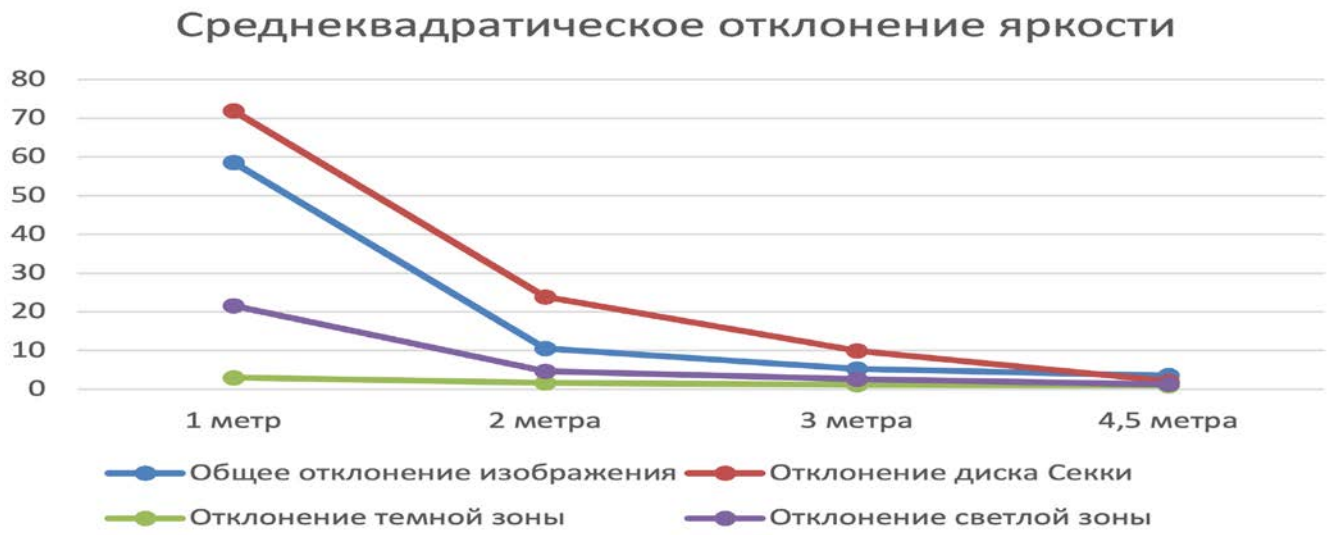


Рис. 2.4 Зависимость среднеквадратичного отклонения яркости изображения от дальности.

Этот график показывает общую тенденцию снижения средне квадратичного отклонения яркости различных частей изображения с увеличением дальности наблюдения.

Выводы

Данные, полученные при подводном наблюдении диска Секки телевизионной системой показывают общую тенденцию снижения яркости различных частей изображения с увеличением дальности наблюдения.

Четкость получаемого изображения практически линейно уменьшается в зависимости от дальности наблюдения.

Список используемых источников

1. Борен К., Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М.: Мир, 1986. – 664 с.
2. Хюлст Г. ван де. Рассеяние света малыми частицами. М. Мир, 1961. - 535 с.
3. Л.С. Долин, И.М. Левин, Справочник по теории подводного телевидения. Л. Гидрометеоиздат. 1991. – 225 с.
4. Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. N-Y. Security Focus. 2020. – 480 с.
5. Бугер П. Оптический трактат о градации света. М. Изд.: АН СССР. 1950. - 484 с.
6. Кольцов П.П. Оценка размытия изображений. Компьютерная оптика. т. 35, №1. 2011. 95 - 102 с.
7. Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений. М. Техносфера. 2005. – 1072 с.
8. Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М. Техносфера. 2006. – 616 с.

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.96

ОБЗОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТНЫМИ ДАННЫМИ «GIGYA»

И. М. Новожилов, В. М. Романов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Обоснована актуальность использования класса систем управления учетными данными в современных веб-приложениях. В статье представлен обзор системы управления учётными данными пользователей «Gigya», которая является частью набора решений Customer Data Cloud от компании SAP. Рассмотрены основные возможности, даны рекомендации практического применения.

безопасность веб-приложений, управление учётными данными пользователей, обработка персональных данных, авторизация, аутентификация

Последнее время веб-приложения реализуют всё больше критически важных процессов из повседневной жизни, таких как банковские операции, оказание государственных услуг, реализация образовательных программ, что подчеркивает необходимость качественной защиты приложения и хранимых в нём данных. С другой стороны, в условиях конкуренции от современного веб-приложения ожидается высокое удобство использования, например, если у пользователя есть необходимость посещать большое количество сайтов удобнее будет аутентифицироваться через существующий аккаунт в социальной сети, чем каждый раз придумывать уникальный логин-пароль и подтверждать адрес электронной почты.

Таким образом, разработчикам необходимо находить баланс между безопасностью и практичностью, что объясняет многообразие подходов и технологий в области управления учётными записями пользователей. Кроме того, необходимо обеспечить обработку персональных данных пользователей в соответствии с законодательством государства.

Сейчас набирают популярность системы, которые пытаются покорить сложность этого разнообразия технологий и предоставить потребителю готовый программный продукт для решения вопросов управления пользователями, перенимая на себя низкоуровневое взаимодействие с этими технологиями, чтобы команда разработки могла сфокусироваться на реализации функциональности приложения, а управление пользователями можно было сконфигурировать и подключить к приложению с минимальными усилиями, не жертвуя безопасностью или удобством использования для конечных пользователей, обеспечивая соответствие юридическим требованиям. Это идёт как часть общего тренда развития облачных платформ и идеи SaaS (Software as a Service — программное

обеспечение как услуга). Одним из лидеров в данной области является платформа «Gigya» [1][2] основные возможности которой будет рассмотрены в данной статье.

Системы позволяют выбрать один или несколько из следующих методов аутентификации пользователей в дополнение к классическому методу по паре логин-пароль: логин через социальные сети – поддерживается более 30 социальных сетей из наиболее популярных в России и в мире, федеративная аутентификация – поддерживаются такие технологии как OpenID Connect и SAML, беспарольная аутентификация – использования одноразового аутентификационного ключа, отправленного посредством SMS или с помощью подтверждения входа через мобильное приложение, поддержка технологии единого входа (SSO, Single Sign On) с учётом юридических требований, например, законодательства требующего хранить персональные данные на сервере расположенном внутри страны.

Дополнительная безопасность обеспечивается такой технологией как риск-ориентированная аутентификация, которая отслеживает дополнительные неявные атрибуты, передаваемые пользователем при совершении аутентификации, такие как информация об устройстве или местонахождении пользователя и запрашивает дополнительные факторы аутентификации при повышенном уровне риска [3]. Кроме того, существует возможность подключить технологию CAPTCHA для предотвращения автоматизированных атак на процессы регистрации или аутентификации пользователей.

В настоящее время к приложениям, обрабатывающим персональные данные предъявляются строгие юридические требования. В соответствии с требованием федерального закона от 21 июля 2014 г. № 242-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения порядка обработки персональных данных в информационно-телекоммуникационных сетях" [4] установлена обязанность хранить персональные данные россиян на территории России, что учтено создателями платформы, предоставляется возможность использовать центр обработки хранения данных в России, что также применимо к Китаю, где действует аналогичное законодательство.

Другой важной формальностью в современных веб-приложениях является информирование пользователя об условиях использования и политики конфиденциальности сервиса, платформа «Gigya» позволяет сконфигурировать документы, требующие согласия (отслеживая их обновление при появлении новых версий) и гарантировать что без явного согласия с ними пользователь не сможет продолжить работу с системой.

Для управления настройками сайта администратору предоставляется интуитивно понятный веб-интерфейс, обладающий широкой функциональностью и предоставляющий аналитические инструменты с помощью которых возможно отслеживание таких метрик как количество

зарегистрированных пользователей, суточная активность, демографические показатели аудитории сайта и другие.

В тех случаях когда требуется реализовать дополнительную функциональность на основе платформы «Gigya» разработчики имеют выбор из готовых серверных библиотек, написанных для популярных языков программирования (PHP, Java, Python, .NET, JAVA), а также библиотек для мобильных устройств на платформы Android, iOS и Cordova. Кроме того, с системой возможно взаимодействовать через программный веб-интерфейс (REST API) вне зависимости от выбранного языка программирования или платформы.

Обзор основных возможностей системы «Gigya» показал что платформа обладает богатой функциональностью и хорошо подойдет для сложных веб-приложений среднего и большого размера, для более менее масштабных приложений, в которых не будет использован потенциал системы, рекомендуется рассмотреть возможности более простых конкурирующих решений или оценить усилия на самостоятельную разработку модуля управления пользователями и при необходимости переключиться на платформу «Gigya» позже.

Список используемых источников

1. Maxim M., Balaouras S., Cser A., Schiano S., Dostie P. The Forrester Wave™: Customer Identity And Access Management, [Электронный ресурс] 2017. URL: https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Wave+Customer+Identity+And+Access+Management+Q2+2017/-/E-RES136462 (дата посещения: 02.11.2020).
2. J. Tolbert CIAM Platforms, [Электронный ресурс] 2018. URL: https://plus.kuppingercole.com/article/lc79059/ciam-platforms/ (дата посещения: 02.11.2020).
3. Wiefling S., Iacono L., Durmuth M. Is This Really You? An Empirical Study on Risk- Based Authentication Applied in the Wild [Электронный ресурс]. 2019. URL: https://riskbasedauthentication.org/download/rba-study-paper.pdf (дата посещения: 02.11.2020).
4. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. N 242-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения порядка обработки персональных данных в информационно-телекоммуникационных сетях" (с изменениями и дополнениями)
5. SAP SE Gigya's Documentation [Электронный ресурс]. 2020. URL: https://developers.gigya.com/ (дата посещения: 02.11.2020).

УДК 004.021
ГРНТИ 28.17.27

ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА УЧАЩИМИСЯ

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

Представлены результаты построения объектной модели системы. Рассмотрены зависимости сущностей, а также их необходимость для описания образовательного процесса в высших учебных заведениях. Для его описания использованы понятия компетенции, ЗУН, индикатор, КИМ и другие. Полученная модель будет использована для дальнейшей разработки системы. Для получения модели системы были описаны и построены модель компетенции и модель студента.

объектная модель, непрерывный мониторинг, компетенция, знания, умения, навыки, образовательный процесс

В данной статье представлены результаты исследований для разработки системы непрерывного мониторинга уровня освоения учебного материала учащимися. Для построения объектной модели необходимо описать набор сущностей, описывающих образовательный процесс и его оценку. Чтобы определить четкие показатели, предлагаемые к освоению учащимися, будем использовать сущность компетенции, которая представляет собой набор ЗУНов (знаний, умений, навыков). Избранные показатели сформированности должны быть измеряемы, то есть для количественного анализа необходимо предусмотреть возможность теми или иными методами квалиметрии, используемыми в предметной области показателя: педагогика (в частности оценка знаний, умений, навыков),..., фиксировать числовые значения конкретного показателя сформированности [1].

Сущность Компетенции должна содержать следующие показатели: код для однозначной идентификации в системе, название и содержание. Сущность ЗУН включает в себя тип, уровень освоения и весовой коэффициент, чтобы определить значимость данного ЗУНа для освоения компетенции с заданным уровнем. Сущность индикатор представляет функцию от ЗУНа и необходима в системе, в качестве метрики, позволяющая оценить владение конкретными знаниями, умениями или навыками, которые описаны в системе, в соответствие с сущностью, отражающей дисциплину. Дисциплины в системе задаются в соответствие с образовательной программой. Учебные материалы для изучения описываются сущностью КИМ (контрольно-измерительные материалы, которые также связаны с ЗУНами. Каждая компетенция имеет свое

название, соответствующее основной трудовой функции (ОТФ), описанной в профессиональном стандарте, и имеющей набор трудовых функций (ТФ). Используя данные описания, можно построить объектную модель, отражающую взаимосвязь учебных материалов и показателей, позволяющих оценить уровень освоения полученных с помощью них знаний, умений и навыков. Модель представлена на рисунке 1.

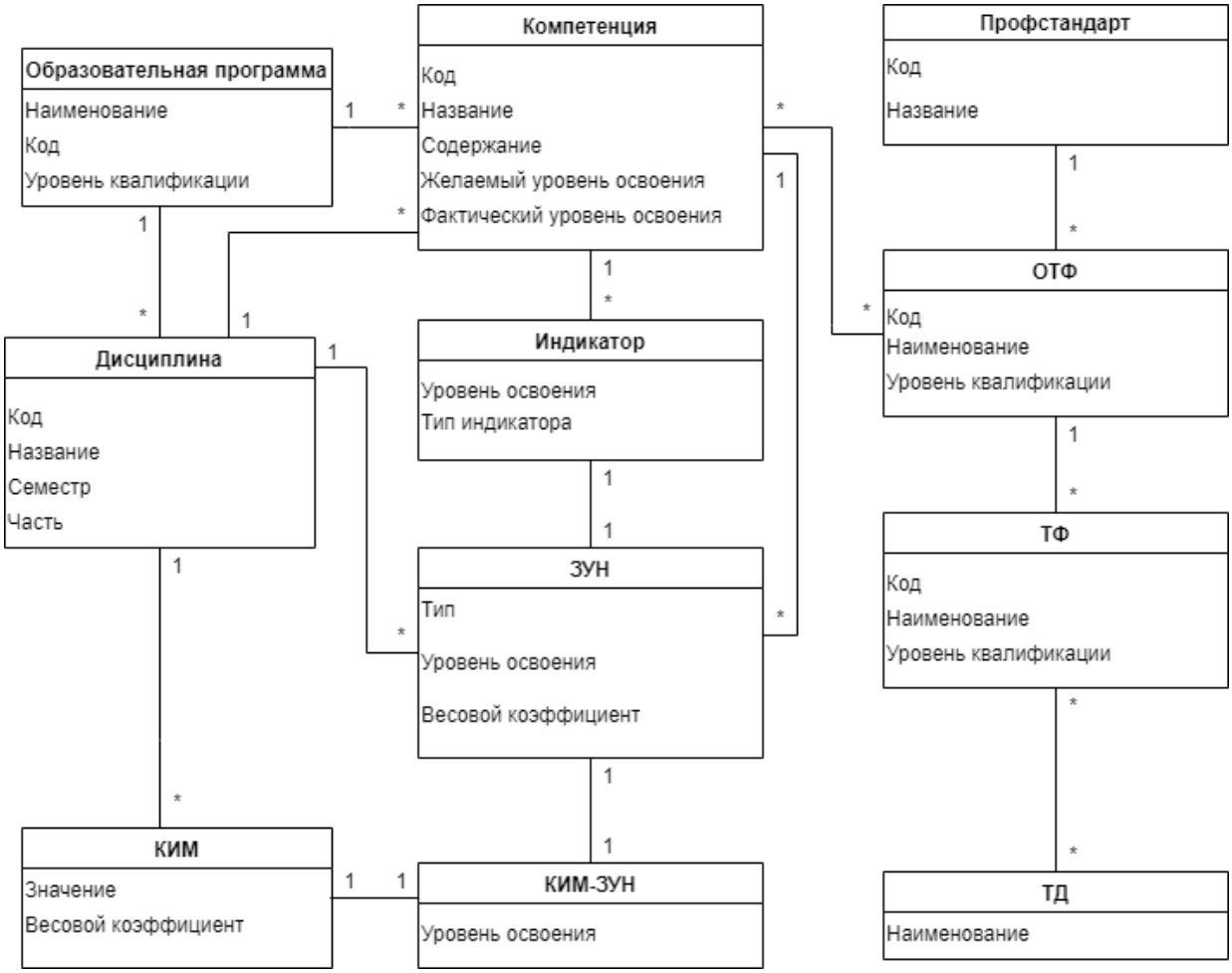


Рис. 10. Объектная модель компетенции

Сущность Дисциплины содержит код, название, номер семестра и часть, если дисциплина осваивается за два и более семестра. Сущность КИМ-ЗУН необходима для соотношения, полученных от студента в ходе обучения значений КИМ и заданных знаний, умений и навыков.

Система непрерывного мониторинга уровня освоения учебного материала учащимися используется студентами, поэтому необходимо отразить объектную модель студента, работающего в системе. Сущность студент будет включать в себя ФИО студента, группу, кафедру и факультет, возможно получение этой информации с сервера обучающей организации. Каждый студен обучается по определенной образовательной программе, в рамках которой ему необходимо получить заданные

компетенции, отражающие знания, умения и навыки. На основании этого, построена объектная модель студента, использующего систему (рисунок 2). Данная модель предназначена для определения уровня освоения компетенций учащимся [2–3].

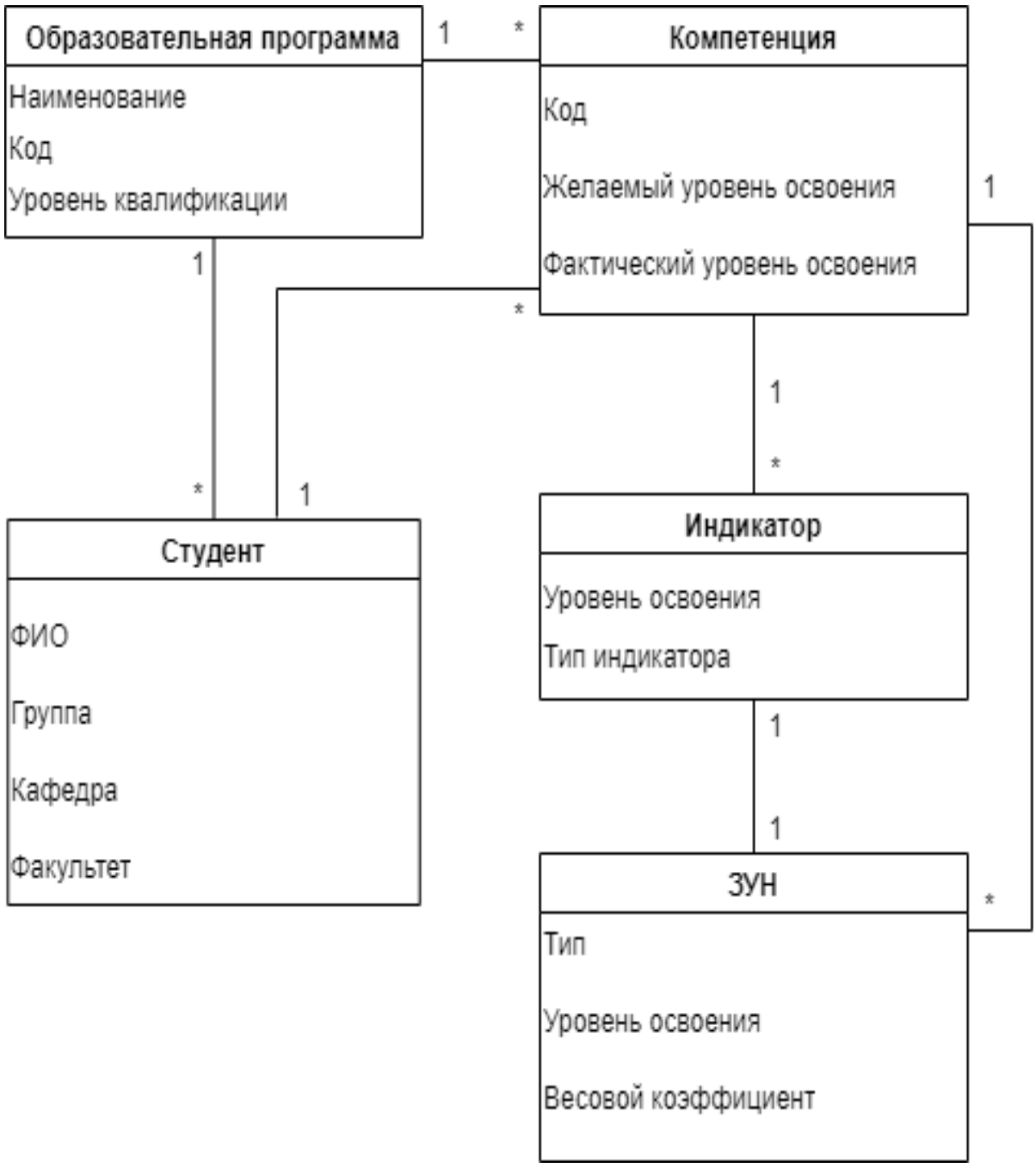


Рис. 2. Объектная модель студента

При наложении этих модели друг на друга, была получена полная объектная модель системы непрерывного мониторинга уровня освоения

учебных материалов учащимся. Модель представлена на рисунке 3. Сущности, которые представлены в обоих моделях связаны между собой.

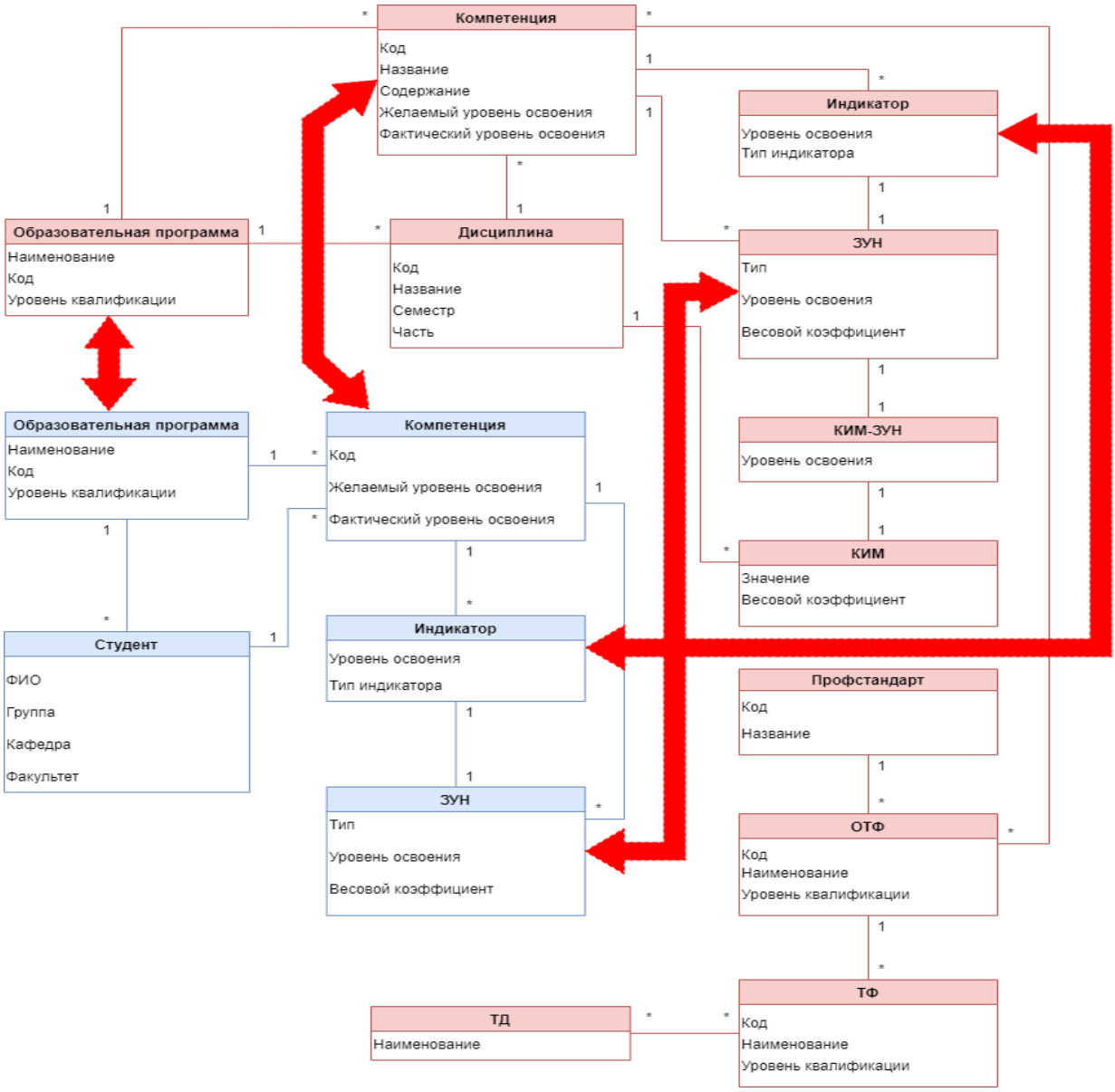


Рис. 3. Объектная модель системы

Список используемых источников

1. Айстраханов Д. Д., Методология моделирования профессиональной компетентности выпускников профессионально-технических учебных заведений машиностроительного профиля [Электронный ресурс] // Вестник Удмуртского университета. 2014. № 2. С. 62–67. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-modelirovaniya-professionalnoy-kompetentnosti-vypusknikov-professionalno-tehnicheskih-uchebnyh-zavedeniy (дата обращения 14.11.2020).

2. Васильева Н. О. Оценка образовательных результатов студентов на основе модели компетенций // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 177.

3. Tkhagapsoyev K. G., Robert K. K., Martin M. Y. // To Problems of Qualimetric Estimation of Quality in Education and Science // IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). 2018. PP. 692-695 [DOI: 10.1109/ITMQIS.2017.8085918].

УДК 004.056
ГРНТИ 59.01.85

РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ САПР С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

М.Ю. Савин, К.В. Кучеревский, А.М. Адуевский, Д.В. Соловьев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В данной статье показан метод решения оптимизационной задачи САПР с помощью технологий искусственных нейронных сетей на примере параметрической оптимизации металлорежущего станка ЧПУ.

система автоматизированного проектирования, искусственные нейронные сети, оптимизация.

Наиболее современным и экономически обоснованным подходом к решению проблем оптимизации работы предприятия является внедрение алгоритмов искусственных нейронных сетей в математическое обеспечение САПР станков. Автоматизация проектирования математического обеспечения САПР ТП с помощью искусственных нейронных сетей позволит проводить параметрическую оптимизацию станка с ЧПУ в режиме реального времени, и позволит снизить количество брака и оптимизировать расход материала при обработке.

Цели создания САПР

Главная цель разработки САПР — повышение эффективности труда специалистов предприятия, решающих различные производственные задачи. В частности, связанные с инженерным проектированием. Повышение эффективности в данном случае может осуществляться за счет:

- снижения трудоемкости процесса проектирования на производстве;
- сокращения сроков реализации проектов;
- снижения себестоимости проектных работ, а также издержек, связанных с эксплуатацией;
- обеспечения повышения качества инфраструктуры проектирования;
- снижения издержек на моделирование, а также проведение испытаний.

САПР — это инструмент, позволяющий добиться отмеченных преимуществ за счет:

- автоматизации документации;

- эффективной информационной поддержки специалистов, участвующих в разработке проектов;
- унификации различных решений;
- осуществления стратегического проектирования;
-применения математического моделирования как альтернативы дорогостоящим испытаниям;
- повышения качества процессов управления бизнесом;
- оптимизации методов проектирования.

Большое влияние оказывает наличие эффективно работающих станков с ЧПУ на производстве, позволяющих повысить конкурентоспособность предприятия, минимизировать затраты ресурсов и увеличить точность металлообработки в современных технологических процессах.

Система автоматизированного проектирования на данном этапе развития техники не требует каких-либо специальных устройств или оборудования, однако если САПР выполняет графическую или сложно вычисляемую задачу, она будет нуждаться в более современных графических картах, высокоскоростных процессорах и большом объеме памяти, в зависимости от сложности задачи и желаемого быстродействия системы.

Технологические решения по оптимизации проектирования, в прошлом ограничивались специализированными приложениями или жесткими условиями установки, но сейчас ее удобствами может пользоваться широчайший круг лиц, чему посодействовало стремительное развитие и повсеместное распространение ПК. В рамках графического интерфейса, интегрированного в ПО САПР, оно позволяет архитекторам и инженерам управлять, проверять и проектировать инженерные проекты.

Искусственные нейронные сети могут быть применены к большому кругу задач, в силу того, что они являются легко адаптируемыми и перспективными инструментами, однако крайне узконаправленным и требующим четкого понимания поставленных целей. Если учесть данные условия, то нейронная сеть станет крайне эффективным инструментом для решения оптимизационных задач систем автоматизированного проектирования.

Для решения какой-либо конкретной задачи необязательно придумывать новую нейронную сеть так как существует несколько десятков различных с доказанной, математически, эффективностью нейросетевых архитектур.

Под обучением для искусственных нейронных сетей с эффективным решением поставленной задачи понимается процесс настройки весов синаптических связей, которые влияют на сигналы коэффициентов, и процесс настройки архитектуры сети (выбор структуры связей между нейронами).

Стандартным средством обучения нейронной сети является некоторая выборка, на которой, собственно, и осуществляется обучение сети. В процессе обучения происходящего по определенному алгоритму, искусственная нейронная сеть должна все лучше и лучше (правильнее) реагировать на входные сигналы и выдавать на выходе искомые оптимальные результаты. Выделяют три парадигмы обучения: с учителем, самообучение и смешанная.

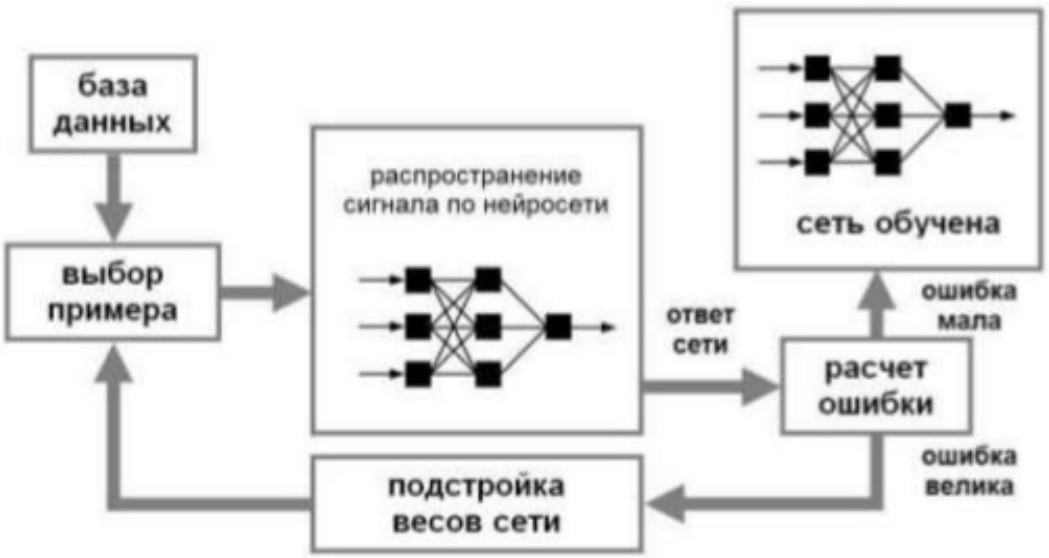


Рис. 1. Обобщенная схема обучения нейронной сети

Задачу построения математической модели работы технологического комплекса, задачу накопления и сбора экспериментальной информации, а также формирование режимов обработки рационально переложить на различные системы оптимизации и управления производственного процесса. Все больше технологических систем становятся более сложными, что требует поиск и реализацию новых подходов к разработке программного обеспечения для их оптимизации. Следовательно, цель использования программных средств обеспечения оптимизации является создание программы на поддерживаемой аппаратурой архитектуре с выраженной читабельностью и возможностью дополняться расширениями при необходимости. Когда система хорошо организованна ее легче разрабатывать.

Применение систем искусственного интеллекта на токарных станках с ЧПУ

Одним из важнейших показателей качества изготовляемых высокоточных деталей на токарных станках с ЧПУ является обеспечение

конструкционно-заданных значений максимальных отклонений геометрической формы обрабатываемых заготовок по длине обработки.

В последнее время появились новые способы регулирования, такие как нейрорегулирование и нечеткая логика. Эти способы относятся к категории интеллектуальных и позволяют реализовать любой требуемый для процесса нелинейный алгоритм управления, при неполном, неточном описании объекта управления.

Одним из направлений совершенствования процесса обработки на станках ЧПУ, является применение искусственного интеллекта. В качестве элементов систем искусственного интеллекта предлагаются использовать нейронные сети.

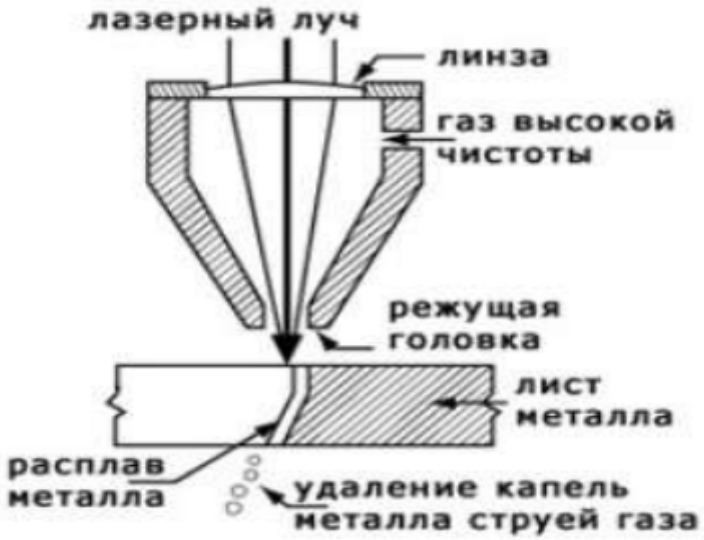


Рис. 2. Схема газолазерной резки

Наиболее часто нейронные сети используются для решения следующих задач:

- классификация образов – указание на принадлежность выходного образа, представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным классам:
- кластеризация – классификация образов при отсутствии учебной выборки с метками классов;
- оптимизация – обнаружение решения, которое удовлетворяет систему ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию.
- управление – расчет такого входного влияния на систему, за которой система работает по желательной траектории.

Преимуществами Искусственной нейронной сети - (ИНС) перед традиционными системами управления является:

1. Использование нелинейных функций активации в нейронных сетях позволяет реализовать задачи с существенными нелинейностями;
2. ИНС могут обучаться любым функциям, важен только объем представленных данных и выбор правильной нейронной модели. Таким образом ИНС позволяют избежать использования сложного математического аппарата.
3. НС является самообучаемыми системами. Это означает возможность осуществлять управления в условиях существенных нелинейностей;
4. Высокая степень параллельности ИНС обеспечивает высокую производительность вычислений;
5. Архитектура параллельной обработки позволяет ИНС функционировать даже при повреждении отдельных элементов сети.

Из этого следует, что нейронные сети имеют большие перспективы в области управления сложным технологическим оборудованием.

Таблица 1 – Сравнение исходных выходных данных с данными нейронной сети.

Входные данные материал/толщина/мощность/сопло номер/мм/кВт/мм	Исходные выходные данные Скорость м/мин	Выходные данные нейронной сети Скорость м/мин
1 / 1 / 2 / 1,2	26	25,2056
2 / 10 / 3 / 1,5	0,8	0,8360
3 / 4 / 2 / 1,5	2,6	2,7924
4 / 10 / 6 / 1,5	0,6	0,7235

Применения аппарата ИНС крайне перспективный и удобный способ в оптимизации, например, работы станка ЧПУ. ИНС имеют возможность применятся в широком круге задач при условии правильного кодирования данных, как количественных, так и качественных. Искусственные нейронные сети с алгоритмом обратного распространения ошибки – это эффективнейший инструмент оптимизации.

Предложенный в данной статье метод помогает решить поставленную задачу на примере резки металла, и помогает сделать производство деталей более экономичным, точным и быстрым благодаря эффективному использованию нейросетевого аппарата.

Список используемых источников

1. Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения / Кузнецов П.М., Дьякова Н.П., Капустин Н.М. / под редакцией Капустина Н.М. 2002.

2. Комарцова Л.Г. Нейрокомпьютеры: учебное пособие для вузов. – 2-е изд. / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. – Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

3. Искусственные нейронные сети. / электронный ресурс / URL: https://textarchive.ru/c-1442792.html

УДК 681.518.5
ГРНТИ 28.15.23

УНИФИЦИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ПОДВОДНЫМ АППАРАТОМ

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

Беспилотные подводные телеуправляемые аппараты являются перспективным видом техники, способной выполнять широкий спектр подводных работ в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Достоинствами автономных подводных аппаратов является их невысокая стоимость, высокая универсальность и отсутствие риска для операторов. Данный вид техники может применяться для задач поиска и слежения за подводными объектами, а также выполнения различных манипуляций с ними. Обеспечение стабильного управления подводным аппаратом требует привлечения сложных математических алгоритмов и различных технических решений. В статье рассмотрены проблемы создания архитектуры системы управления подводного телеуправляемого аппарата, а также предложена модульная архитектура такой системы, обеспечивающая независимость модулей, реализующих алгоритмы обработки данных и управления различными исполнительными механизмами.

подводные необитаемые телеуправляемые аппараты, стабилизация, архитектура систем управления.

Современные подводные аппараты способны выполнять широкий круг задач, в который входят океанологические исследования, обслуживание глубоководных систем и объектов, поиск подводных месторождений, охрана акваторий, экологический и климатический мониторинг. Все эти задачи наиболее эффективно могут быть решены в классе автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), использование которых позволяет сократить эксплуатационные расходы, снизить влияние человека-оператора на процесс управления, сделать возможным выполнение задач с большой временной длительностью, таких как обследование акваторий большой площади или составление карт донной поверхности [1]. Применение АНПА необходимо в условиях ограниченного пространства, затрудняющего ручное маневрирование, а также в условиях, при которых ошибка в ручном управлении может повлечь серьёзные последствия, например, при работе с подводными кабелями и трубопроводами.

Эффективность применения АНПА напрямую зависит от возможностей его системы управления [2], создание которой представляет собой главную задачу при разработке беспилотного подводного аппарата, поскольку она, кроме обеспечения выполнения поставленной задачи, должна осуществлять принятие решений в различных плохо

предсказуемых ситуациях. Кроме того, при принятии решения приходится учитывать большое количество ограничений, наличие которых вызвано автономностью аппарата, характеристиками среды его функционирования, наличием внешних возмущающих воздействий.

Автоматическая система управления АНПА, независимо от вида его назначения, должна обеспечивать базовые для всех управляемых подводных аппаратов функции: движение по маршруту, выбор оптимальных режимов движения в зависимости от поставленной задачи и внешних условий, принятие решения о выполнении задачи, распознавание образов объектов, передача информации о выполняемых действиях и собственных параметрах.

Для обеспечения точного управления и высокой эффективности работы на АНПА устанавливается множество различных датчиков, измерительных приборов и исполнительных механизмов. Для полного использования всех возможностей аппаратной платформы, система управления должна быть способна обрабатывать и использовать всю поступающую информацию, а также вырабатывать управляющие воздействия в правильном формате. Самыми распространёнными для установки на подводных аппаратах устройствами являются различные гидроакустические системы (гидролокаторы бокового и кругового обзора, эхолоты), датчики давления, видеокамеры, датчики расстояния до дна, акселерометры и гироскопы. Разнообразие типов и моделей сенсоров, модулей на их основе и отдельных приборов, устанавливаемых на аппарате, а также протоколов передачи данных (SPI, CAN, Ethernet, и другие), используемых для управления ими требует индивидуального подхода к подключению каждого компонента [3].

Ограничение быстродействия, накладываемые допустимыми значениями размеров, массы и энергопотребления подводного аппарата, а также требования к скорости обработки получаемой информации и выработке управляющих воздействий часто требуют изменять распределение вычислительных ресурсов встраиваемой системы на различные операции в разных условиях. Также часто необходимо параллельное выполнение нескольких критических для корректного функционирования аппарата алгоритмов. В таких условиях монолитная узкоспециализированная система управления АНПА, включающая в себя алгоритмы обработки информации, является слишком сложной в разработке, прототипировании и отладке. Испытания различных аппаратных компонентов, и алгоритмов управления ими также значительно усложняются. При этом затрудняется модификация изделия для добавления нового функционала и новых видов аппаратного обеспечения на его платформу.

Для обеспечения возможности разделения алгоритмов преобразования форматов поступающей информации, алгоритмов принятия решений и выработки управляющих воздействий, а также возможности замены типов данных алгоритмов и настройки их параметров необходимо создание унифицированной архитектуры управления АНПА (рис. 2).

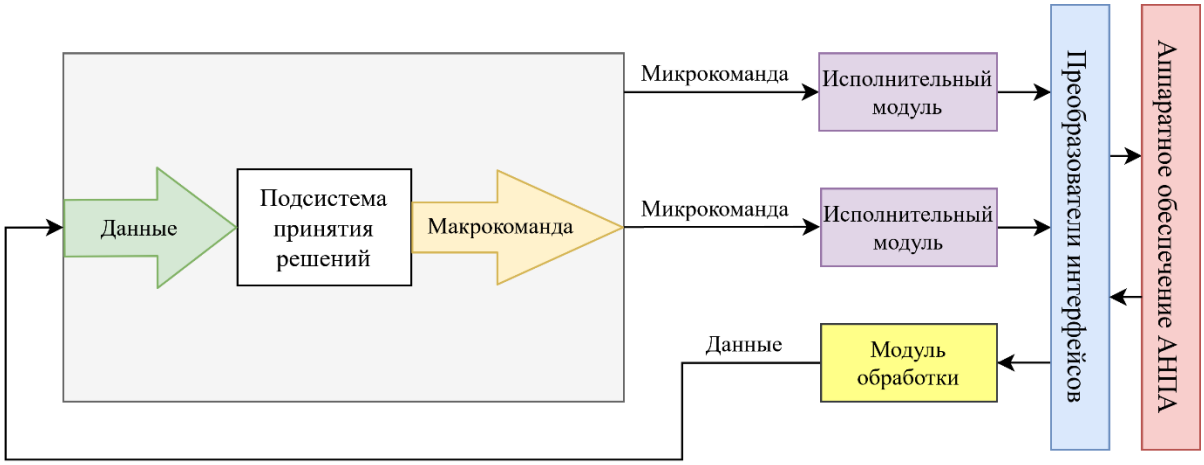


Рис. 1. Унифицированная архитектура системы управления АНПА

Такая система управления позволит подсистеме принятия решений обеспечивать заданную стратегию поведения на основе данных, поступающих от модулей обработки. Модули обработки – программно-алгоритмические модули такие как регуляторы положения аппарата, преобразователи данных с гидролокаторов, камер, датчиков расстояния и других приборов, получают данные с массива датчиков АНПА. Данные, получаемые модулями, данные должны быть представлены в стандартном формате чтобы исключить зависимость от конкретной аппаратной реализации того или иного датчика или канала связи с ним. Для обеспечения преобразования данных из формата, специфичного для конкретного устройства в стандартный формат будут применены отдельные программные модули преобразователей интерфейсов. Использование таких модулей позволит использовать различные виды аппаратного обеспечения и заменять их без необходимости внесения изменений в программный код соответствующего модуля обработки.

После поступления информации от датчика через преобразователь интерфейса в соответствующий модуль обработки и далее в подсистему принятия решений, будет выработана макрокоманда, например, погружения, манёвра или передвижения, которая будет разбита на микрокоманды для передачи исполнительным модулям. Микрокоманды указывают конкретное действие, которое необходимо совершить для выполнения макрокоманды, например, включение двигателей, изменение плавучести, поворот рулей. Исполнительные модули – программно-алгоритмические модули, обеспечивающие преобразование микрокоманд в

данные об управляющих воздействиях на исполнительные механизмы, такие как двигатели, манипуляторы и рули, выполнят передачу данных о требуемых для выполнения микрокоманды воздействиях через преобразователи интерфейсов на соответствующие исполнительные устройства и обеспечат контроль их выполнения.

Описанная архитектура системы позволяет добавлять дополнительные модули обработки и исполнительные модули для различных подсистем аппарата, таких как подсистема связи и передачи команд управления с внешнего пульта, система записи событий и данных, а также более эффективно распределять вычислительные ресурсы АНПА путём установки приоритетов выполнения алгоритмов различных модулей. Модули данной архитектуры возможно разрабатывать и отлаживать независимо друг от друга и основной системы управления, что упрощает оптимизацию и тестирование программного обеспечения а также позволяет предусмотреть замену модулей во время функционирования аппарата, многократно повышая универсальность и приспособляемость аппарата к разным условиям внешней среды и поставленным задачам. при данной организации системы подсистема стабилизации является одним из блоков в общей иерархии, что позволяет осуществлять её разработку и тестирование независимо от других подсистем, а дальнейшее деление подсистемы стабилизации на функциональные блоки обеспечивает высокую гибкость и универсальность за счёт возможности перенастройки и замены блоков «на лету» во время использования аппарата.

Список используемых источников

1. Пшихопов В.Х., Суконкин С.Я., Нагучев Д.Ш., Стракович В.В., Медведев М.Ю., Гуренко Б.В., Костюков В.А., Волощенко Ю.П. Автономный подводный аппарат «Скат» для решения задач поиска и обнаружения заиленных объектов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 3(104). С. 153 – 162.

2. Аллакулиев Ю.Б., Емелин В.И. Постановка проблемы управления автономными необитаемыми подводными аппаратами и формирование путей ее решения // Системы управления, связи и безопасности. 2018. No4. С.110-121.

3. В.Ю. Занин, И.В. Кожемякин, Ю.П. Потехин, И.А. Путинцев, В.А. Рыжов, Н.Н. Семенов, М.Н. Чемоданов Разработка автономных необитаемых подводных аппаратов класса микро с функцией группового управления // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2017. – № 1-2(186-187). С. 55 – 74.

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ С ДОСТАТОЧНОЙ ТОЧНОСТЬЮ

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

Одной из важнейших задач управления объектами, работающими в автономном режиме в двумерном или трехмерном измерении с минимальным участием оператора, является построение оптимального маршрута движения с достаточной точностью и аккуратностью, например, в условиях сложного рельефа. Решение данной задачи требует выполнения сеточной аппроксимации пространства, в котором функционирует объект управления, преобразования сетки в граф и нахождения оптимального пути на данном графе. В докладе представлены результаты анализа методов построения графа для определения оптимального пути с учетом нескольких факторов. Рассмотрены сетки с равномерным, случайным распределением вершин, распределением вершин при триангуляции, отображения сеток на граф и алгоритмы поиска оптимального пути на полученных графах.

поиск пути, алгоритмы, графы.

Одними из самых известных алгоритмов являются алгоритмы поиска пути по графу, где вершина представляется одним из пунктов назначения, а ребра – пути, по которым можно дойти из одной вершины до другой. Графы могут быть ориентированными, что означает, что двигаться по ребрам можно только в одну строну.

Зачастую, алгоритмы на графах могут являться NP-трудными задачами, что означает что их нельзя решить за полиномиальное время, например, задача о коммивояжере или проблема Штейнера.

Для определения поиска пути используют алгоритмы, основанные на графах. Самыми известными алгоритмами являются алгоритм Дейкстры и его усовершенствованный эвристикой аналог – *A** (А стар). Так же стоит отметить алгоритм поиска в ширину и алгоритм поиска в высоту, хоть они и не всегда оптимальны. Помимо алгоритма A*, есть его улучшенные аналоги – Jump Point Search и IDA*.

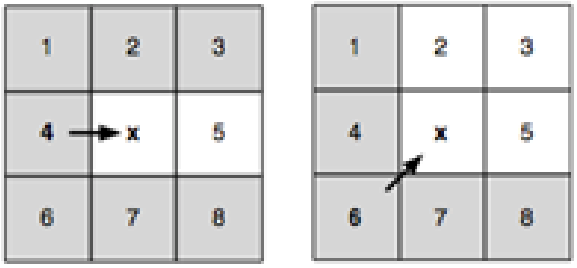


Рис. 11. Иллюстрация работы алгоритма JPS

Для работы всех вышеперечисленных алгоритмов требуются построенные графы, на которых они будут работать. В данном случае, для построения графа в условиях сложного рельефа поверхности можно выделить несколько способов:

Самым простым и очевидным является равномерное распределение вершин в пространстве. Основным преимуществом данного распределения является возможность задавать расстояние между вершинами, и, таким образом, контролировать точность перемещения объекта. Из недостатков можно выделить зависимость точности перемещения от скорости работы алгоритма – чем больше вершин в графе, тем больше алгоритму придется пройти.

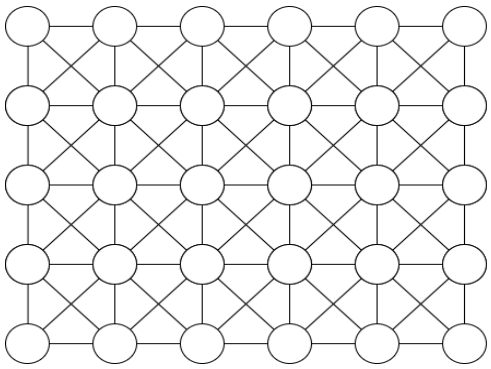


Рис. 12. Пример равномерно распределенного графа

Использование случайного распределения вершин в пространстве в некоторых случаях может спровоцировать столкновение объекта с коллизией. Таким образом, для корректной работы придется модифицировать алгоритмическую часть создания графа и поиска пути с учетом того, что не все возможные позиции объекта известны. С другой стороны, используя немного эвристики, можно качественно улучшить граф, делая его более плотным в нужных участках. Таким образом гарантируется точность перемещения объекта и скорость работы алгоритма поиска пути.

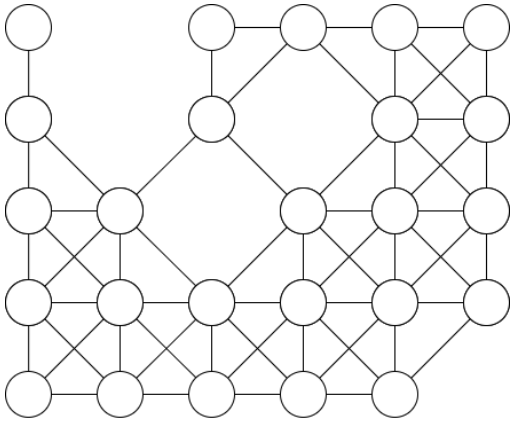


Рис. 13. Пример графа со случайным распределением

Третьим способом построения графа является использование триангуляции. Используя каждую вершину треугольника как вершину непосредственно графа и каждую грань как ребро графа, можно создать точную копию донной поверхности, очерченную графом.

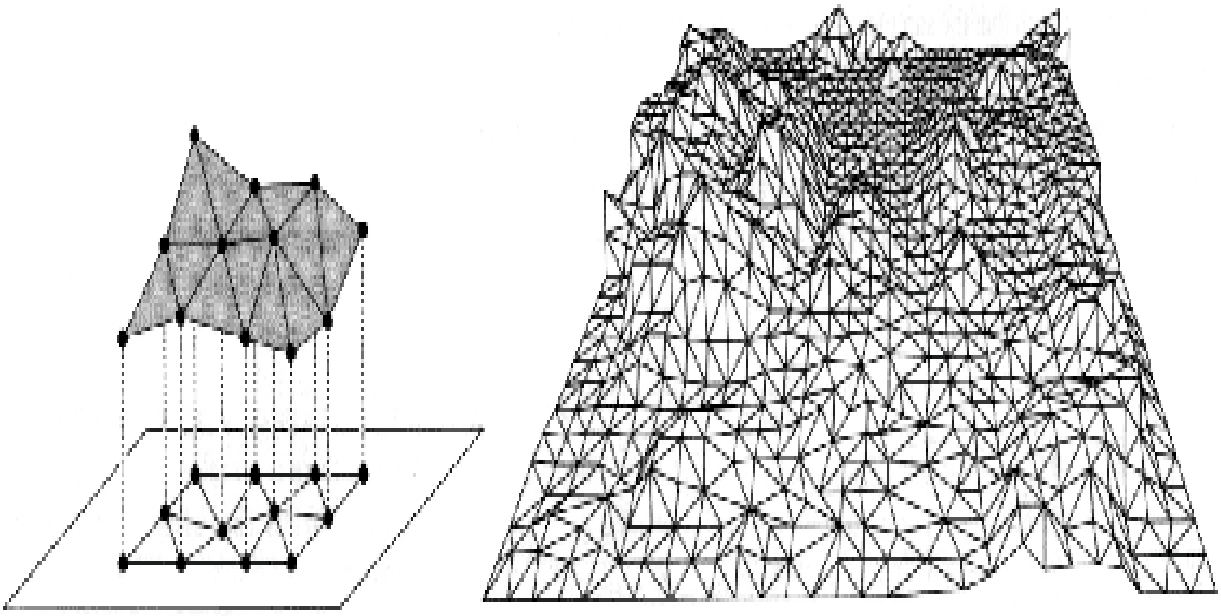


Рис. 14. Триангуляция поверхности и получение графа

Используя полученный граф для трехмерного измерения можно ограничивать коридоры движения объекта поднимая или опуская сетку.

Для понимания основных преимуществ каждого алгоритма приводится таблица, в которых перечислены основные моменты.

Таблица 1. Основные преимущества алгоритмов построения графа

Равномерное распределение		**Случайное распределение**	**Триангуляция**
Не оптимально		Случайность	Работа из коробки
Не точно		Возможность эвристики	Точность зависит от устройства
Низкая скорость		Высокая скорость	Скорость зависит от устройства
Простота		Простота	Не прост в использовании

В качестве идеального случая, можно попробовать использовать одновременно несколько алгоритмов, используя их сильные стороны.

Список используемых источников

1. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных. Питер, 2020. 256 с. ISBN 978-5-4461-1272-2.

2. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы: Пер. с англ. под ред. А. Шеня. — М.: МЦНМО, 2014. — 320 с. ISBN 978-5-4439-0236-4

3. Ф. Харари. Теория графов. // Москва, Мир, 1973. 300 с.

4. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 168 с. ISBN 5-7511-2028-5

УДК 004.946
ГРНТИ 50.49.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

Представлены результаты исследований проблемы формирования единой цифровой экосистемы высшего образования и формирования на ее основе единого академического киберпространства. Показано, что формирование экосистемы требует наличия единой академической киберсреды, которая станет ее основой.

цифровая экосистема, единая академическая киберсреда, киберпространство, высшее образование.

В современном образовательном пространстве высших учебных заведений всё более заметной тенденцией становится развитие и внедрение дистанционного компонента образования, обеспечивающего его доступность и эффективность. Проведение дистанционных лекционных или семинарских занятий представляет собой иной уровень взаимодействия между преподавателем и обучающимися. Появление дистанционных образовательных технологий вызвано необходимостью обеспечения качественного и индивидуализированного подхода к образованию. Прежде всего, актуализируется задача формирования навыков самостоятельной познавательной и практической деятельности обучаемых. Серьезная проблема сегодняшнего дистанционного образования в России недостаток качественного контента, который позволил бы учащимся самостоятельно получать знания, а так же отсутствие единой экосистемы образовательного процесса [4].

Активный, массовый переход к обучению с применением дистанционных образовательных технологий пришелся на весну 2020 года в связи с пандемией новой коронавирусной инфекции.

В этот период значительный прирост клиентской базы получили программные продукты, обеспечивающие удалённое взаимодействие пользователей – iSpring Learn, Moodle, Techbase и аналогичные системы управления обучением. Сервисы онлайн конференций, такие как Google Meet, Zoom, BigBlueButton стали использоваться практически в каждом учебном заведении, как высшего, так и среднего образования [2, 5].

Некоторые учебные заведения используют собственные разработки в данной области.

В связи с пандемией бóльшая часть работников была переведена на удаленный режим работы, но некоторые из них всё равно вынуждены приезжать, так как их деятельность является критически важной для

функционирования организации, а электронный документооборот в организациях не везде налажен и выстроен на должном уровне.

Из вышеизложенного следует, что движение в сторону дистанционных технологий есть, но процессы происходят обособленно друг от друга, и с этим возникает необходимость пересмотра существующих подходов к организации бизнес-процессов организации, и, в особенности, процессов, связанных с образованием.

Решением данной проблемы может служить построение цифровой экосистемы образовательных организаций, интегрируемых в единое информационное пространство РФ, что является особенно важным и значимым в связи с переходом на цифровую экономику[3].

Процессы автоматизации рабочего пространства высшего учебного заведения неотъемлемо входят в цифровую экосистему высшего образования, также как и дистанционные образовательные технологии для студентов программ бакалавриата, слушателей программ магистратуры и аспирантуры. Также значимой проблемой является отсутствие поддержки жизненного цикла образовательной программы, а из разработанных сервисы представляют собой, в основном, замкнутые системы управления или же автоматизирована одна из частей бизнес-процесса [1,6].

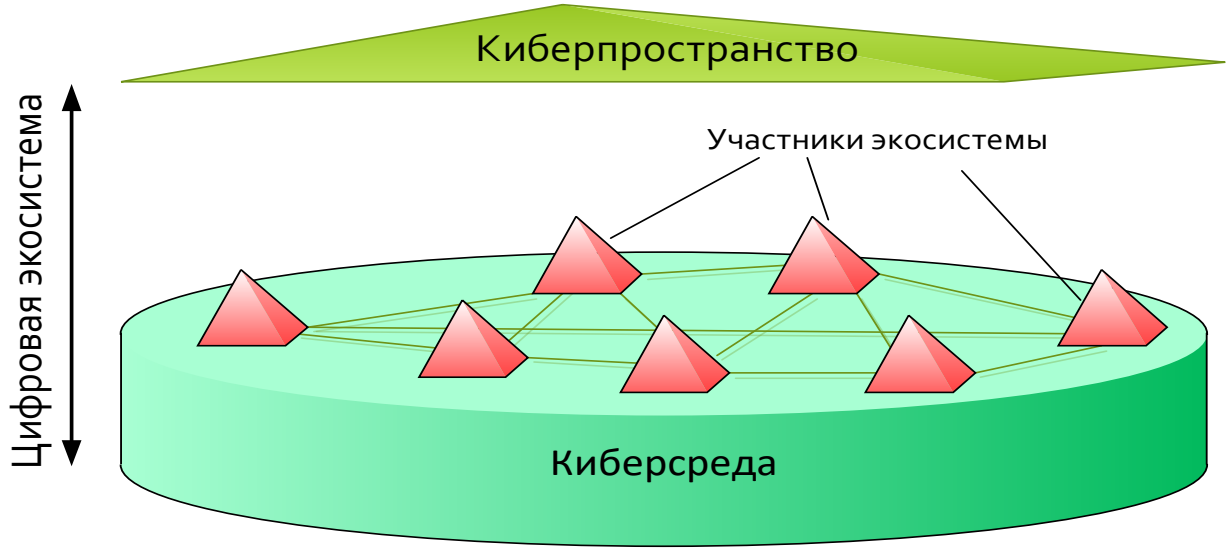


Рис. 1. Концепция цифровой экосистемы высшего образования

Формирование единого академического киберпространства требует наличие цифровой экосистемы, в рамках которой участники смогут формировать объединить свои ресурсы и локальные киберпространства. Основой цифровой экосистемы должна стать единая академическая киберсреда, обеспечивающая информационное взаимодействие между отдельными участниками. Основная идея состоит в том, что экосистема, как и положенная в ее основу киберсреда, не являются централизованными системами. Участники используют свои собственные или арендованные вычислительные ресурсы, являясь держателями своих результатов

интеллектуальной деятельности. Формирование единой цифровой экосистемы осуществляется посредством унифицированных моделей информационного обмена.

Список используемых источников

1. Горбунов А. С. Личность и цифровые технологии в информационном массовом обществе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2018. №4. С. 8 – 16. DOI: 10.18384/2310-7227-2018-4-8-16

2. Краснова Г. А., Можаева Г. В. Электронное образование в эпоху цифровой трансформации: научное издание. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019. – 200 с.

3. Поначугин А. В., Лапыгин Ю. Н. Цифровые образовательные ресурсы ВУЗа: проектирование, анализ и экспертиза. // Вестник Мининского университета. 2019. Том 7, №2, С. 5 – 307.

4. Кривопалова И. В. Смешанное обучение как инновационный путь модернизации образовательной сферы // Вестник ТГУ. Т. 18. Вып. 1. 2013. С. 60 – 63.

5. Корякин Ю.В. Новая парадигма образования.// Вестник Томского государственного университета. 2009. № 39 [Электронный ресурс]: http://cyberleninka.ru/article/n/novaya-paradigma-obrazovaniya(доступ свободный). Загл с экрана. Яз. Рус.

6. Цифровая компетентность подростков и родителей. Результаты всероссийского исследования / Г.У. Солдатова, Т.А. Нестик, Е.И. Рассказова, Е.Ю. Зотова. - М.: Фонд Развития Интернет, 2013. - 144 с. - Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/637/79637/files/book536.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СИСТЕМ СВЯЗИ

Секция 4.1.
Теоретические основы радиоэлектроники и систем связи

УДК 621.375.4
ГРНТИ 47.43.33

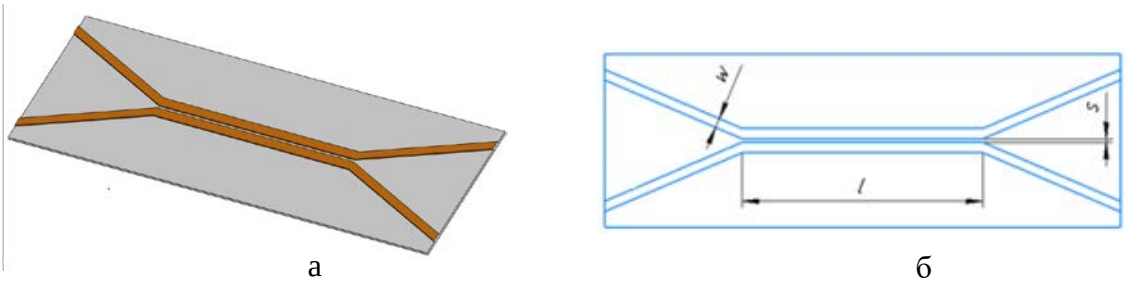
СИНТЕЗ УСИЛИТЕЛЯ СВЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СХЕМ ДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

Е.И. Бочаров, М.О. Подольская, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Малошумящий усилитель СВЧ во многих радиотехнических системах является основным устройством. Разработка малошумящих усилителей является сложной инженерной задачей. Нами предлагаются конструкции полосковых усилителей, с несколькими активными элементами, включенными в схему с помощью различных мостовых устройств. В работе представлены макеты усилителей.

СВЧ, направленный ответвитель, микрополосковая линия, сумматор, усилитель, усилительный диод.

Мостовые устройства, в том числе направленные ответвители (НО), квадратурные мосты (КМ) являются необходимыми элементами современной интегральной схемотехники СВЧ. Они так же находят широкое применение и как самостоятельные устройства, и как составные части во всей радиоэлектронике. НО применяется в качестве разветвителя или делителя сигнала, для контроля параметров сигнала в линии и в её согласовании. КМ используется обычно для деления мощности пополам, широко применяется для управления фазой. НО и КМ обеспечивают направленное деление мощности из основного канала в требуемом направлении [1]. Ответвитель состоит из двух отрезков линий (основной и вспомогательной), которые электрически связаны между собой (рисунок 1).



а б

Рис. 1. Модель (а) и чертёж (б) направленного ответвителя

НО в нашем случае представляет собой отдельное устройство, он выполняется на основе несимметричной полосковой линии (НПЛ). Проведенный расчёт устройства, целью которого является получение размеров НО, дал необходимые геометрические размеры для изготовления макета (рисунок 2).

Длина области связи находится по формуле:

$$l = \frac{c}{4f\sqrt{\varepsilon}},$$

где c – скорость света в вакууме; f – центральная частота полосы пропускания НО; ε – диэлектрическая проницаемость материала подложки.

Далее производится расчёт волновых сопротивлений четных (Z_{0e}) и нечетных (Z_{0o}) типов волн:

$$Z_{0e} = Z_0\sqrt{\frac{1+c}{1-c}},$$

$$Z_{0o} = Z_0\sqrt{\frac{1-c}{1+c}},$$

где Z_0 – сопротивление нагрузки.

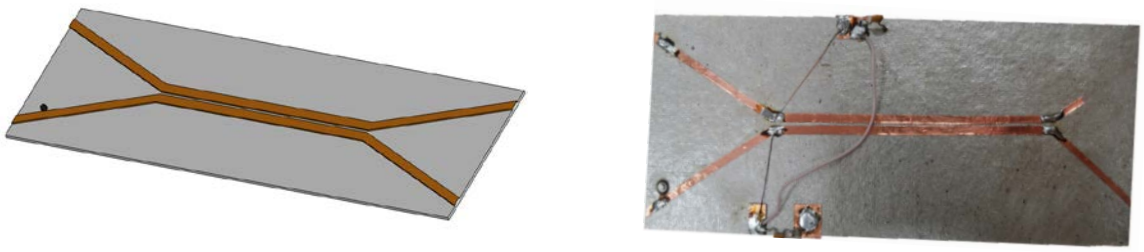
Ширина проводящей плоскости (w) и расстояние между линиями (s) рассчитываются из приближенных выражений:

$$\frac{s}{B} = -\frac{1}{\pi}\ln\left[th\frac{15\pi^2}{\sqrt{\varepsilon}}\left(\frac{1}{Z_{0e}} - \frac{1}{Z_{0o}}\right)\right],$$

$$\frac{w}{B} = \frac{30\pi}{Z_{0e}\sqrt{\varepsilon}} - \frac{s}{2B} + \frac{1}{\pi}\ln\left(\frac{1}{2}ch\left(\frac{\pi s}{2B}\right)\right),$$

где B – общая ширина платы.

Необходимым элементом при синтезе усилителя является активный двухполюсник, в данном случае туннельный полупроводниковый диод, который включается в линию. Так же нужно добиться того, чтобы волна в линии распространялась в одном заданном направлении и при взаимодействии с диодом сигнал на выходе устройства усиливался, а взаимодействие не изменяло направление распространения волны. В нашем случае место уставновки диодов выбиралось экспериментально. Полученное усиление составляло 3 дБ. При нахождении правильного места установки можно добиться усиления порядка десятков дБ.

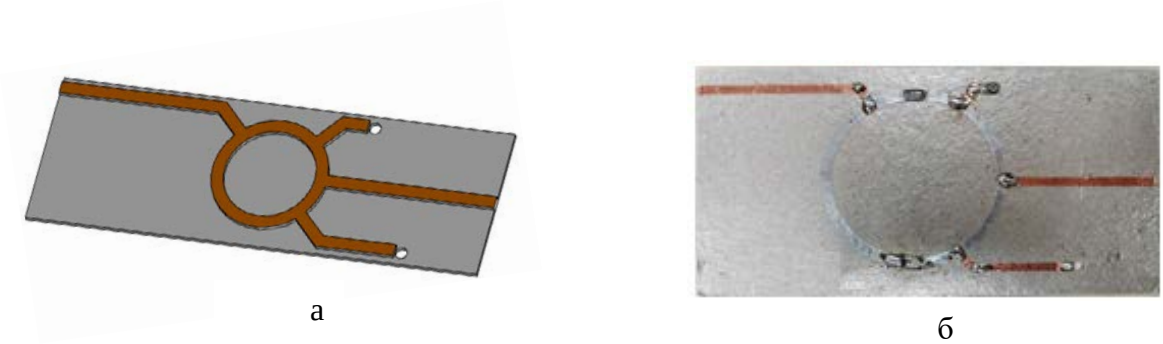


а б

Рис. 2. Модель (а) и макет (б) усилителя СВЧ на НО

Устройство на гибридном кольце [2] так же даёт направленное распространение сигнала (рисунок 3), но в данном случае волна в кольце складывается с сигналом, который усиливается в шлейфах, с установленными активными элементами.

На основе расчётов и компьютерного моделирования были синтезированы макеты усилителей.



а б

Рис 3. Модель (а) и макет (б) усилителя СВЧ на гибридном КМ (б)

Рис 3. Модель (а) и макет (б) усилителя СВЧ на гибридном КМ (б)

Данные усилители дали усиление порядка 1 дБ. Очевидно, что оптимизация структуры должна идти в направлении изменения длины кольца и вариации соотношения длин шлейфов между собой.

Список используемых источников

1. Смирнов В. П., Фельдштейн А. Л., Явич Л. Р. Справочник по элементам волноводной техники. М. Советское радио, 1966. 652 с.
2. Сазоненко Н.Ю., Седышев Э.Ю. Устройства частотной селекции на основе кольцевого эллиптического резонатора на микрополосковой линии. VII Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» 2019 г.: стендовые доклады, стендовая секция 2. С. 409-411.
3. Бахараев С.И., Вольман В.И., Либ Ю.Н. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. М.: Радио и связь, 1982. 328 с.
4. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1978. 431с.
5. Ред Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. М.: Мир, 1990. 256 с.

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ЩЕЛЕВОЙ СПИРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ

С. Д. Ващенко, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной работе представлены результаты исследования щелевых планарных спиральных структур с различной геометрией. Произведены эмуляции эквивалентных моделей щелевых спиралей, представлены результаты измерения макетов с последующим сравнением.

спиральная антенна, архимедова спираль, щелевая антенна, щелевая архимедова спираль, щелевая антенна, щелевая спиральная антенна

Спиральные антенны обладают широкой полосой пропускания, круговой поляризацией [1], комфортностью. Эти достоинства компенсируются сложностью питания и согласования [2]. При питании полосковой антенны, для симметрирования сигнала, на входе полосковой структуры дополнительно используют симметрирующее устройство, которое дает синфазность при питании.

Щелевые структуры не должны на первый взгляд иметь данную проблему. Щель представляет собой симметричную линию в слое металлизации.

В предлагаемой читателю работе (в продолжении работы [3]) исследуется щель, построенная по формуле архимедовой спирали. Для построения спирали в декартовых координатах используются формулы:

$$\begin{cases} x = a \cdot \theta \cdot \cos(\theta + \varphi) \\ y = a \cdot \theta \cdot \sin(\theta + \varphi) \end{cases},$$

где: a – параметр, определяющий плотность витков спирали; θ – угол поворота; φ – начальное приращение угла.

На рисунке 1 изображена модель щелевой спиральной структуры с высокой емкостью. Данная модель предназначена для изучения влияния емкости на характеристики коэффициента стоячей волны (КСВ) и импеданса структуры. Исследование данной структуры целесообразно потому, что с помощью варьирования ширины щели, можно изменять входной импеданс антенны.

Для компьютерной эмуляции в данной работе используется базовая версия MMANA-GAL, она не является коммерческим продуктом. Для создания модели необходимо перевести щелевую спиральную антенну в её проволочный эквивалент. Данный способ полностью оправдал себя при работе со схожими структурами [4, 5].

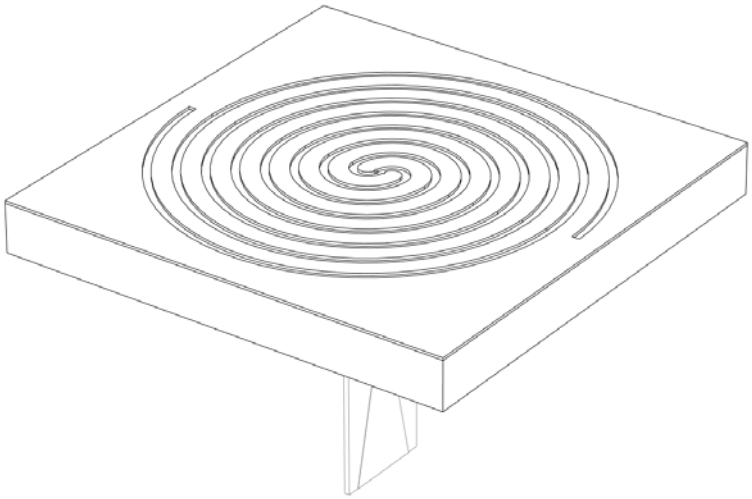
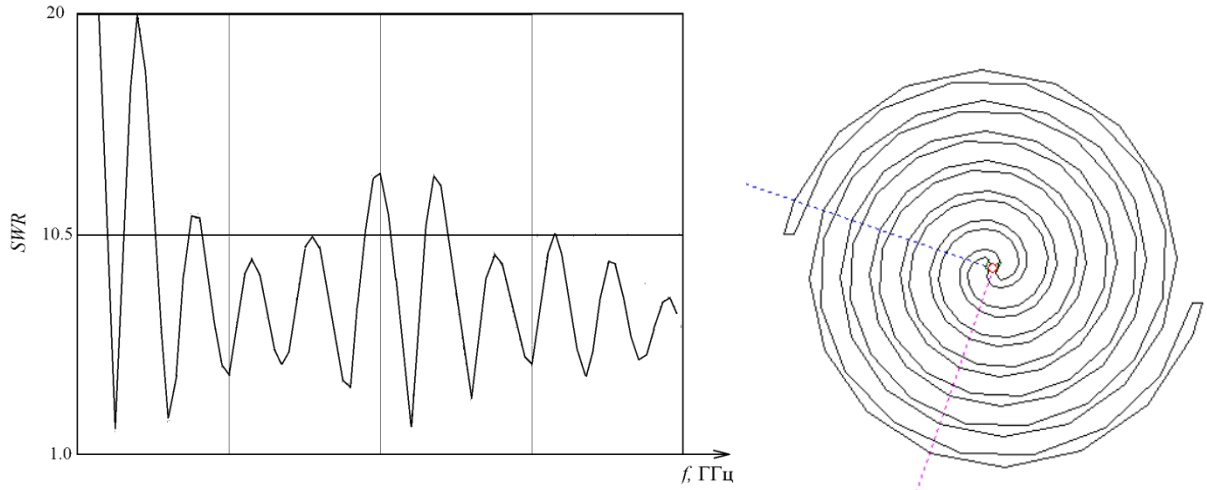


Рис. 1. 3D модель планарной спиральной узко-щелевой структуры

На рисунке 2 изображен результат эмуляции щелевой спиральной структуры с узкой щелью и ее проволочный эквивалент. Масштаб модели спирали был выбран эмпирически, анализ работы проведен в дециметровой части СВЧ диапазона.



а) б)

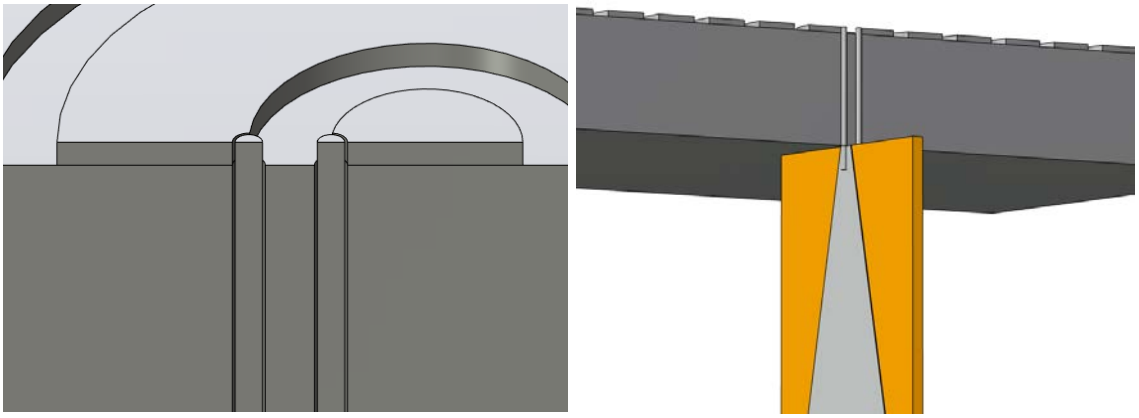
Рис. 2. График зависимости КСВ от частоты (а) и эквивалентная электродинамическая проволочная модель (б)

Результат эмуляции КСВ имеет ряд минимумов, средний КСВ порядка 8, из чего можно сделать вывод, что структура обладает плохими излучающими способностями.

Для проведения эксперимента был создан масштабный макет, состоящий из алюминиевой фольги, пенополиуретана и полистирола.

Высокочастотный сигнал подается с обратной стороны макета в центр спирали двухпроводной линией. Волновое сопротивление двухпроводной линии было выбрано из соображений равенства входному сопротивлении исследуемой, рисунок 3. Для оценки входного волнового сопротивления

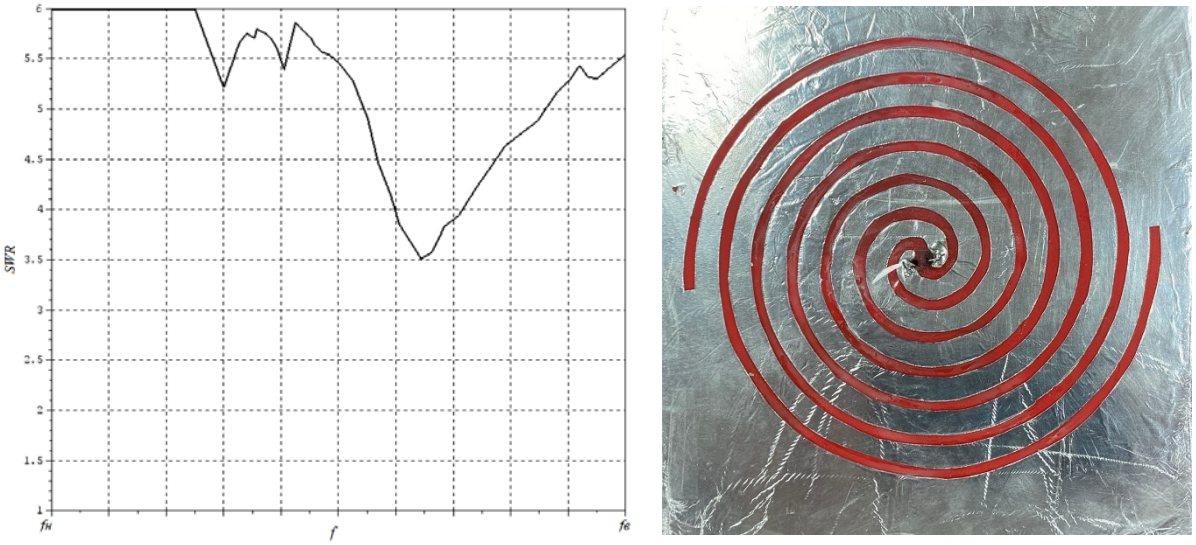
излучателя было сделано предположение, что входное сопротивление равно волновому сопротивлению щелевой линии всей структуры. Для согласования масштабного макета с генератором использовалось следующее согласующее устройство.



а) б)

Рис. 3. Питание макета двухпроводной линией (а) с использование согласующего устройства (б)

На рисунке 4 изображены результаты измерений КСВН излучателя и лицевая сторона масштабного макета. Стандартный стенд измерения включает в себя: измеритель коэффициента передачи и КСВН, согласующее устройство, исследуемый объект.



а) б)

Рис. 4. График зависимости КСВН от частоты (а) и масштабный макет измеряемого объекта (б)

Из полученных характеристик измерения КСВН можно сделать вывод о том, что структура не согласована с генератором и имеет ярко выраженный резонанс в исследуемой полосе частот.

Полученный результат кардинально отличается от результата компьютерной эмуляции, то есть входное волновое сопротивление щелевой спиральной структуры не равно волновому сопротивлению щелевой линии всей структуры. Также, можно сказать, что спиральная щелевая структура не является широкополосной, данная спираль эквивалентно представляет собой некий ряд последовательно подключенных кольцевых резонаторов.

Список используемых источников:

1. Бочаров Е. И., Ветров В. В., Седышев Э. Ю., Усатова И. А. Планарные излучатели объемных интегральных схем СВЧ // Всероссийская конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» 3–6 июня 2013. СПб, 2013.

2. Ветров В. В., Седышев Э. Ю., Усатова И. А. Расчет и анализ спиральных излучателей для ОИС СВЧ с линейным и логарифмическим подъёмом токонесущей полосы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. СПб.: СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2014. С. 554 – 558.

3. Ващенко С. Д., Седышев Э. Ю. Исследование планарной щелевой спиральной структуры // Сборник научных статей по материалам IX международной научно-технической и научно методической к онференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании», АПИНО 2020, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, том 3, С. 419-423.

4. Файт А. В., Седышев Э. Ю. Исследование спиральных антенн с помощью низкочастотной проволочной модели // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». № 64. 20–24 февраля 2012 года: материалы – СПб.: Издательство СПбГУТ, 2012. С. 377-379.

5. Ахметов Р. Р., Булатова И. А., Седышев Э. Ю. Анализ планарных арифметических однозаходных и двухзаходных спиральных антенн СВЧ // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 3. С. 347–352.

УДК 004.386
ГРНТИ 47.41.99

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССИВНОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА.

А.С. Зориков, Ю.А. Никитин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Синтезатор частот представляет собой устройство, осуществляющее получение одной частоты в заданном диапазоне и с заданным шагом (интервалом между соседними частотами), выполненное в виде конструктивно самостоятельного устройства. Применяются синтезаторы там, где необходима точная или программная установка рабочей частоты, преемственность фазы при смене частот, а также точное и гибкое управление выходным колебанием, например, в формировании информационных сигналов или при автоматизации измерений.

Из-за того, что прямочастотный цифровой синтезатор выполняется на схемах с исключительно цифровыми элементами, то для синтеза СВЧ колебаний требуется использовать наиболее быстродействующую логику.

синтезатор частоты, пассивный цифровой синтез, накапливающий сумматор, наносекундный диапазон

Прямочастотные синтезаторы пассивного цифрового синтеза (ПЦС) проектируются на основе накапливающего сумматора (НС).

НС представляет собой, арифметический комбинационный сумматор (КС) и схему памяти, регистр памяти (СП), соединённые в кольцо. Код с выхода СП возвращается на вход КС, за счёт чего происходит наращивание (интегрирования) мгновенной фазы пропорционально заданному коду управления. КС является основным узлом НС, который производит сложение кодов. КС состоит из некоторого количества одноразрядных сумматоров, последовательно соединёнными цепями переноса. СП же состоит из нескольких параллельных *D*-триггеров (регистров) [1].

Данная конструкция позволяет реализовать две схемы: схема с запоминанием результата операции $S=A+B$ и схема с накоплением результата $Si+A$ (по данной схеме и работает НС в цифровом синтезе частот). Структурная схема НС изображена на рис. 1.

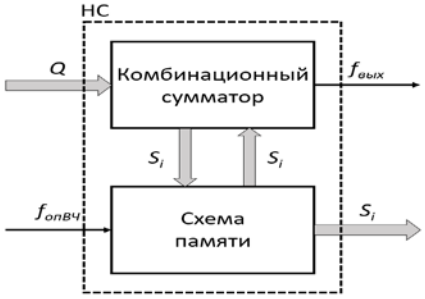


Рис. 1. Структурная схема прямочастотного цифрового синтезатора, где *Q* код управления, *Si* текущий код фазы.

На рисунке 2 изображена схемотехническая модель синтезатора на основе НС. Для реализации данной схемы, была использована среда для цифрового моделирования электрических и электронных цепей *Micro-Cap* 11.

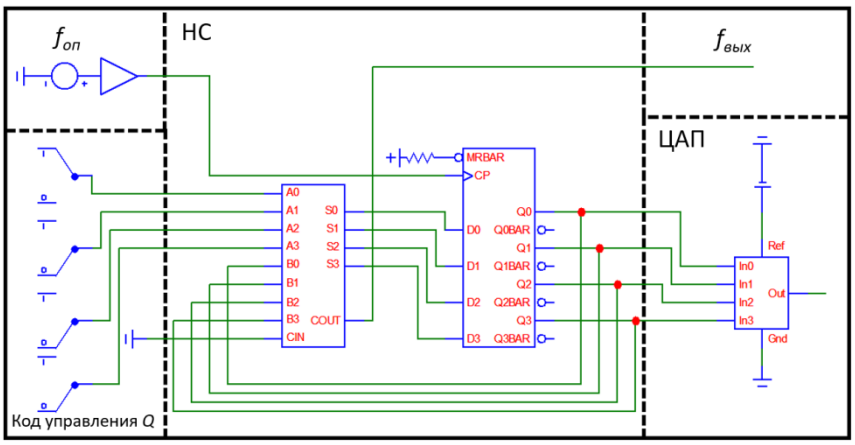


Рис. 2. Схемотехническая модель синтезатора на основе НС.

На рисунках 3 и 4 изображены временные диаграммы входных и выходных импульсов, а также код мгновенной фазы, преобразованный в напряжение с помощью ЦАП для случаев Q/P=1/16 и Q/P=3/16 соответственно, где P – емкость сумматора. Период неравномерности $T_Н$ = $T_{опВч}P = T_{выхНч}Q$.

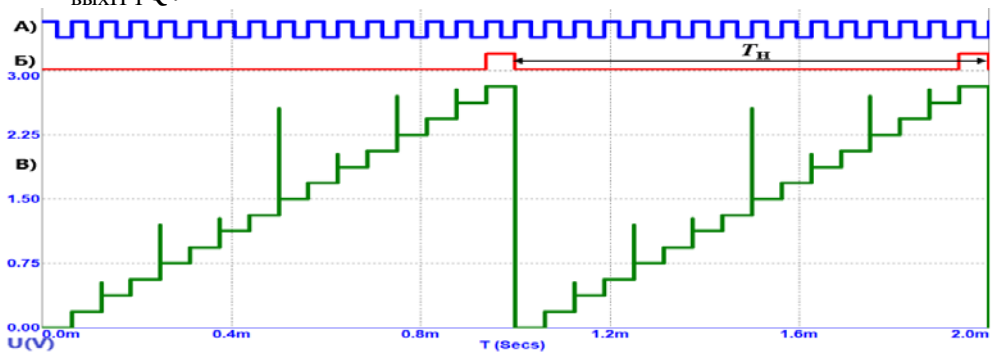


Рис. 3. (А) Импульсы входной частоты, (Б) выходные импульсы переполнения, (В) код мгновенной фазы с выхода ЦАП, при Q/P=1/16.

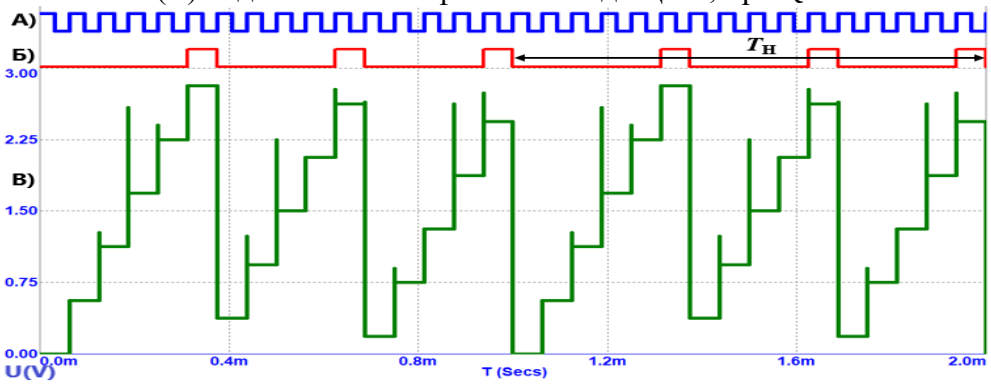


Рис. 4. (А) Импульсы входной частоты, (Б) выходные импульсы переполнения, (В) код мгновенной фазы с выхода ЦАП, при Q/P=3/16.

Также оценим спектр выходных колебаний $f_{\text{выхНЧ}}$ при Q=1 (рисунок 5) и Q=3 (рисунок 6).

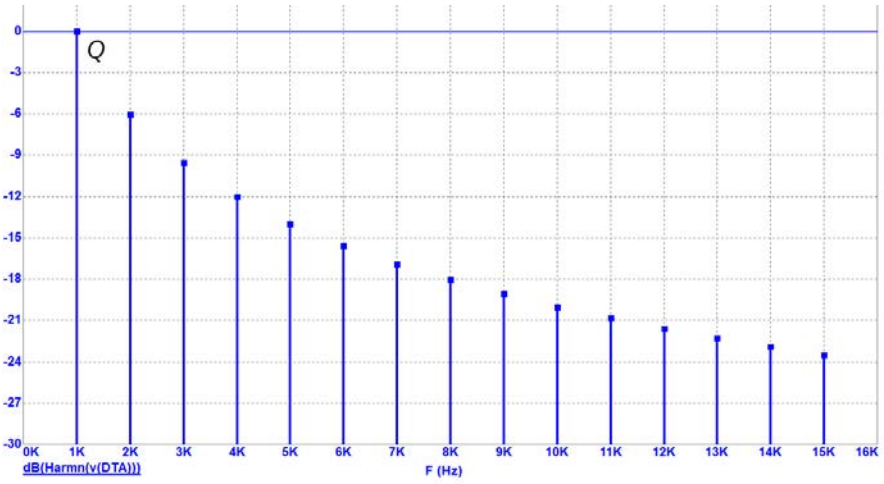


Рис. 5. Спектральная диаграмма кода мгновенной фазы с выхода ЦАП, при Q/P=1/16.

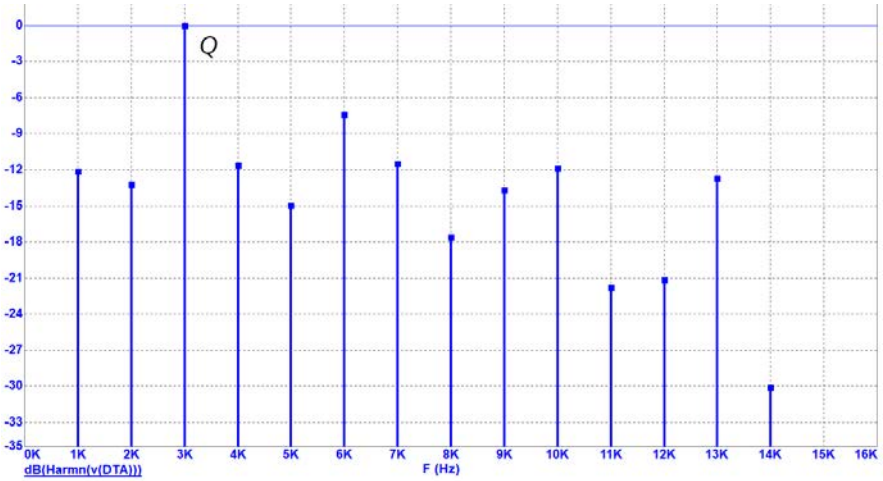


Рис. 6. Спектральная диаграмма кода мгновенной фазы с выхода ЦАП, при Q/P=3/16.

На рисунках выше видно, что соседние гармоники относительно заданной разнесены по уровню, примерно, на -6 дБ и -12 дБ для Q=1 и Q=3, соответственно. Такие показатели возникают из-за неравномерности выходного колебания.

Одним из определяющих параметров такого синтезатора будет являться быстродействие. Определяться оно будет суммой временных задержек КС и СП. Используя интегральные микросхемы 7400 серии и её подсерии *AC*, можно достичь высокого быстродействия, но не достаточного, чтобы синтезатор можно было использовать в СВЧ диапазоне.

Для определения быстродействия нашего НС мы рассмотрим величину задержки импульсов переполнения относительно импульсов тактовой частоты (рисунок 7).

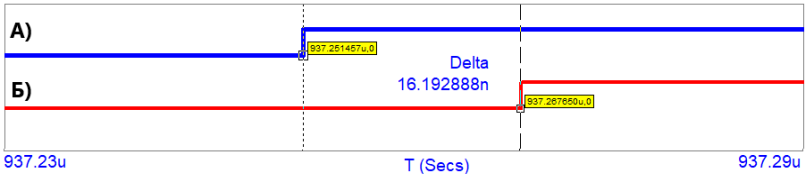


Рис. 7. Временные диаграммы импульса тактовой частоты (А) и импульса переполнения (Б).

Как видно из рис.7, задержка, накапливаемая в КС и СП, составляет ~16.2нс. Из этого следует, что на частотах свыше 50МГц использовать такую конфигурацию уже будет невозможно, и синтезатор будет работать некорректно.

Для того что бы решить задачу перевода такой схемы в диапазон частот свыше 300МГц, возможно использование наиболее быстродействующих логических устройств. Например, микросхемы компании *ON Semiconductor*. Быстродействие базовых логических элементов серии *MC*10 или *MC*100 составляет ~250пс. Что позволяет значительно ускорить работу наших КС и СП.

На рисунке 8 показана величина задержки импульса переполнения относительно импульса тактовой частоты, после перевода КС и СП на логические элементы с большим быстродействием.

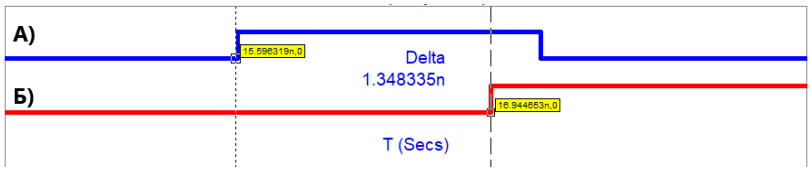


Рис. 8. Временные диаграммы импульса тактовой частоты (А) и импульса переполнения (Б).

Величина задержки составила ~1.35нс. Оценивая быстродействие такой конфигурации, можно утверждать о работоспособности такого синтезатора на тактовых частотах выше 600МГц.

Также рассмотрим спектр выходного колебания, изменённой схемы (рисунок 9).

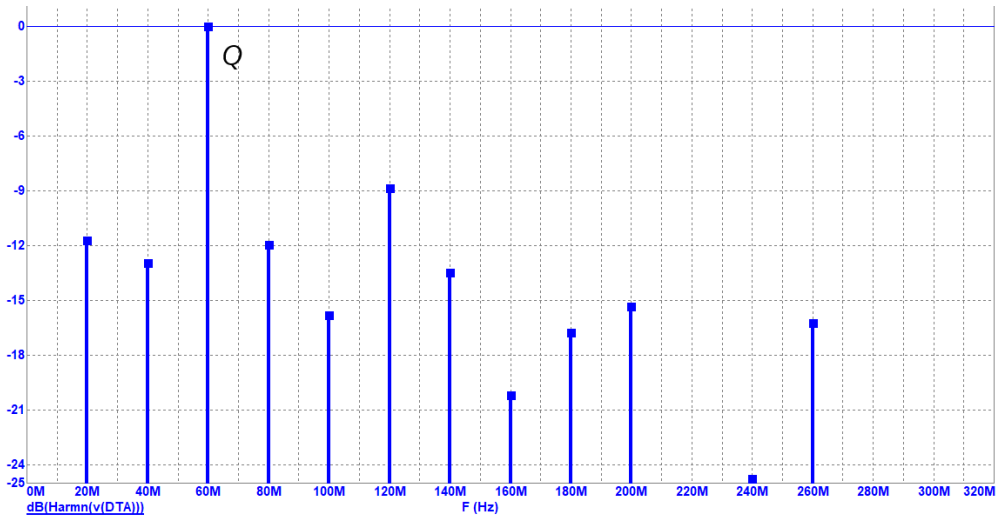


Рис. 9. Спектральная диаграмма кода мгновенной фазы с выхода ЦАП, при при Q/P=3/16.

Выводы.

Показана возможность работы ПЦС синтезатора в СВЧ диапазоне, что позволяет синтезировать сетку частот в более высокой области значений на достаточно простых и технологичных схемах. При этом возможно улучшение спектрального состава выходного колебания как усложнением конфигурации и алгоритма работы самого НС, так и дополнением такого синтезатора аналоговыми элементами, например, управляемым устройством задержки [2].

Список используемых источников

1. Ю.А. Никитин. Цифроаналоговый синтез частот // Теория и схемотехника: [монография] / СПбГУТ. – СПб., 2018. – 367 с.

2. Ю.А. Никитин. Широкополосный синтез частот с помощью пассивных цифровых структур // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 1990. - №9 – С. 39-47.

УДК 621.372.413
ГРНТИ 47.45.99

СИНТЕЗ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ ПЛАНАРНОГО КОЛЬЦЕВОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА.

Т.О. Каткова, Э.Ю. Седышев, Р.И. Соковых
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Работа посвящена исследованию кольцевых резонаторов СВЧ на планарных линиях передачи. В работе исследовано влияние типа линии на параметры кольцевого эллиптического резонатора. Сравниваются кольцевые резонаторы на симметричной и несимметричной линии передач, оцениваются погонные параметры, включая потери. Произведено математическое моделирование, изготовлены макеты, проведен эксперимент.

микро-полосковая линия, симметричная линия, кольцевой резонатор, частота резонанса

В работе рассматривается конструкция кольцевого резонатора, которая подробно описана в СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в 2016 году [1], в справочнике В.И. Вольмана по расчету и конструированию СВЧ-устройств 1982 года упоминается похожая структура, но с использованием стоячей волны. Мы используем резонатор бегущей волны. Рассмотрим устройства на двух разных типах линий: симметричной и несимметричной полосковой.

Чтобы проследить зависимость характеристик и, в дальнейшем, построить эквивалентную схему, которая позволит рассчитывать резонаторы, частота резонанса в исследуемых моделях выбирается одинаковой. Как известно [2], частота резонанса в резонаторе бегущей волны определяется в первую очередь геометрией кольца.

Исследование кольцевых резонаторов в интегральной схемотехнике СВЧ представляет огромный интерес, поскольку на основе резонатора можно получить большое количество устройств, таких как фильтры, усилители, антенны, генераторы. Однако на практике, при построении резонатора, легко столкнуться с множеством трудностей. Какую формулу для расчета выбрать? Как добиться минимального разброса параметров? Как смоделировать резонатор, работающий на нужной частоте? Создание эквивалентной схемы поможет ответить на некоторые из этих вопросов и получить больше информации об устройстве и работе резонатора.

Первым этапом работы был расчет эквивалентной ёмкости и индуктивности одного из макетов (рис.1). По результатам расчета были оценены характеристики кольца.

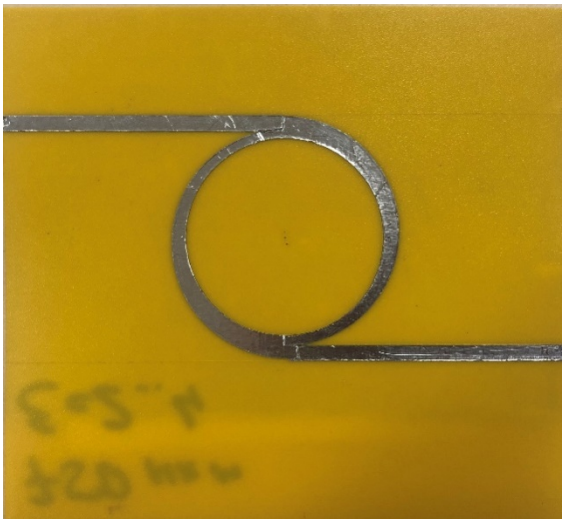


Рис1. Макет кольцевого резонатора.

Так как кольцо неравномерно, были учтены все изменения ширины полоска по длине пути, кольцо было сегментировано на 6 участков.

Для расчёта ёмкости и индуктивности были выбраны следующие формулы:

$$c = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{эф0} \pi (R_{внеш} - R_{внут})^2}{h}$$

$$L = \frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l} = \frac{\mu_0 \mu N^2 * \pi R^2}{2\pi R} = \frac{\mu_0 \mu N^2 R}{2} \quad 2)$$

В результате расчета были получены следующие значения:

C_1 = 133,4 пФ;	L_1 = 0,251нГн;
C_2=140,1пФ;	L_2= 0,264нГн;
C_3=147,1пФ;	L_3= 0,277нГн;
C_4=154,1пФ;	L_4= 0,290нГн;
C_5 =161,4 пФ;	L_5=0,304нГн;
C_6=168,8 пФ;	L_6= 0,318нГн;
C_Σ= 24,98пФ.	L_Σ= 1,705нГн.

Уже на этом этапе становится ясно, что найти одну формулу, которая позволит точно рассчитать параметры резонатора, очень сложно.Так, например, измеренная частота резонанса данного резонатора (рис. 1) былаf_0 = 2,120ГГц, однако расчётная частота резонанса по погонным параметрам составила

$$f_0 = \frac{2*\pi}{\sqrt{L*C}} = \frac{2*3,14}{\sqrt{1,705*10^{-9}*24,98*10^{-12}}} = 3,04*10\text{^}10 \text{ Гц} \quad 3)$$

Отличие частоты резонанса по длине кольца и суммарным L и C подчеркивает двойную природу резонансного процесса в кольце.

Следующим этапом работы было изучение двух одинаковых по геометрии колец, выполненных на разных типах линий. Для этих кольцевых резонаторов геометрия была выбрана такой, что собственная частота резонанса составила около 2,5ГГц.

С помощью программы RFSimm99 получаем геометрию полоска с волновым сопротивлением $Z_0 \approx 50$ Ом, в качестве структуры теперь рассматривается регулярный резонатор.

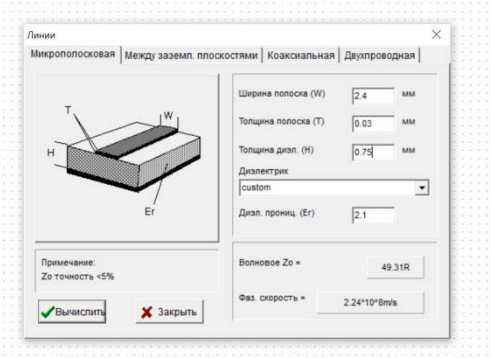


Рис. 3. Ширина полоска для микро - полосковой линии.

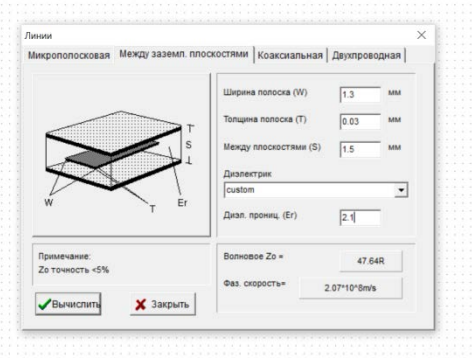


Рис. 4. Ширина полоска для симметричной полосковой линии.

На основании расчета были изготовлены два макета, фотографии макетов приведены ниже:

Рис. 5. Кольцевой резонатор на микро-полосковой линии.

Рис. 6. Кольцевой резонатор на симметричной полосковой линии.

В результате измерений частоты резонанса получены две осциллограммы ярко выраженного резонанса, которые отличаются между собой более чем на 100МГц.

Рис. 7. Осциллограмма резонанса для микро-полосковой линии.

Рис. 8. Осциллограмма резонанса для симметричной полосковой линии.

Эксперимент показал, что рассчитанная частота резонанса отличается от экспериментальной. Частота резонанса первого резонатора находится в районе 2,7ГГц, а частота резонанса второго резонатора в районе 2,9ГГц.

Следующим этапом работы планируется создание эквивалентной схемы планарного кольцевого эллиптического резонатора и исследование параметров, которые однозначно определяют резонансную частоту. Предполагается создание такого устройства, где будет однозначно установлена связь между погонными параметрами (квазистатика) и параметрами рСпсезонанса бегущей волны (геометрическая оптика).

Список используемых источников

1.Булатова И.А., Седышев Э.Ю. Микроволновые излучатели на основе планарных резонаторов. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. С. 176–181.

2.Бахараев С.И., Вольман В.И., Либ Ю.Н. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. М.: Радио и связь, 1982. 328 с.

3. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А.,Седышев Э.Ю., Тарасик Е.Э.Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств.СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. С. 688–692.

4. Сазоненко Н.Ю., Улитина А.С.Кольцевые эллиптические резонаторы на микрополосковой и щелевой линиях. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. С. 688–692.

УДК 621.375
ГРНТИ 47.45

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ ДВОЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

А.Э. Ланда, Е. Ю. Ларьков
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Исследован экспериментально новый метод линеаризации нелинейного усилителя (линеаризация двойной обратной связью). Линеаризация достигается благодаря комбинации двух колец обратной связи (одно кольцо отрицательной обратной связи, другое кольцо положительной обратной связи), в которые включен вспомогательный усилитель. В ходе исследования была экспериментально проверена новая методика оценки подавления шумов устройством линеаризации.

линеаризации нелинейного усилителя СВЧ диапазона, двойная обратная связь, подавление шумов

С развитием современных телекоммуникационных технологий возникает значительная потребность в усилительных устройствах СВЧ диапазона, обладающих высоким КПД и малым уровнем интермодуляционных искажений. Одним из решений данной проблемы является разработка новых методов линеаризации нелинейных усилителей.

На данный момент широкое применение нашли следующие методы линеаризации нелинейных усилителей: внесения предискажений (predistortion linearization), отрицательной обратной связи (feedback linearization), компенсационный (feedforward linearisation) [1,2,3]. Компенсационный метод позволяет добиться наибольшей глубины подавления интермодуляционных искажений, однако усилительные устройства, созданные на его основе, обладают малым КПД [4,5]. В данной статье отражены результаты экспериментального исследования метода линеаризации двойной обратной связью, который позволяет обеспечить высокий уровень подавления интермодуляционных искажений без значительного снижения КПД устройства [6].

Основными источниками шумов в устройстве линеаризации являются входящие в его состав основной и вспомогательный усилители. Так как собственные шумы всех остальных элементов схемы пренебрежимо малы, по сравнению с шумами усилительных устройств, то в расчёте они не участвуют.

Шумы усилителя, лежащие в узком частотном диапазоне, могут быть представлены в виде составляющей его мгновенного выходного тока следующим образом:

$$C(t)\cos(\omega t + \phi(t)),$$

где ω - центральная частота рассматриваемого диапазона, а $C(t)$ и $\phi(t)$ случайные функции времени. Расчеты [7] показывают, что двойная обратная связь должна подавлять вносимые усилителем шумы, так же как двойная обратная связь подавляет искажения.

Однако экспериментальная оценка шумов и линеаризации (т.е. подавления интермодуляционных искажений) требует наличия специализированного оборудования, недоступного на данном этапе исследования. Для возможности экспериментально исследовать подавление вносимых усилителем искажений, было принято решение ввести искусственный источник помех на выход устройства, и оценить подавление с помощью обычного осциллографа. Для проверки предложенного метода был собран экспериментальный макет (рис. 1).

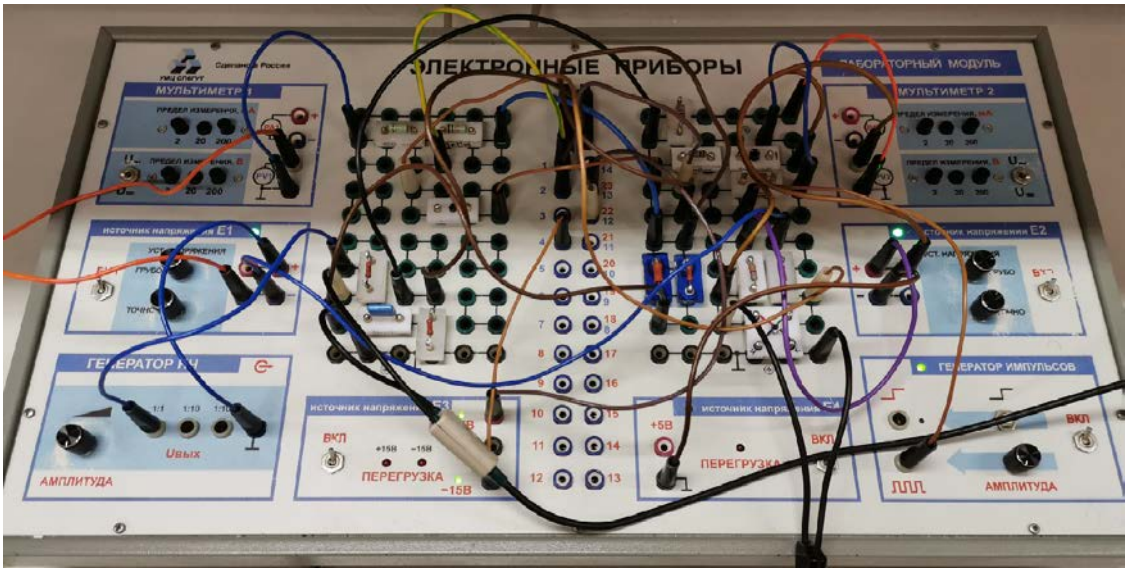


Рис.1. Экспериментальный макет усилительного устройства

Эквивалентная принципиальная схема устройства представлена на рис. 2

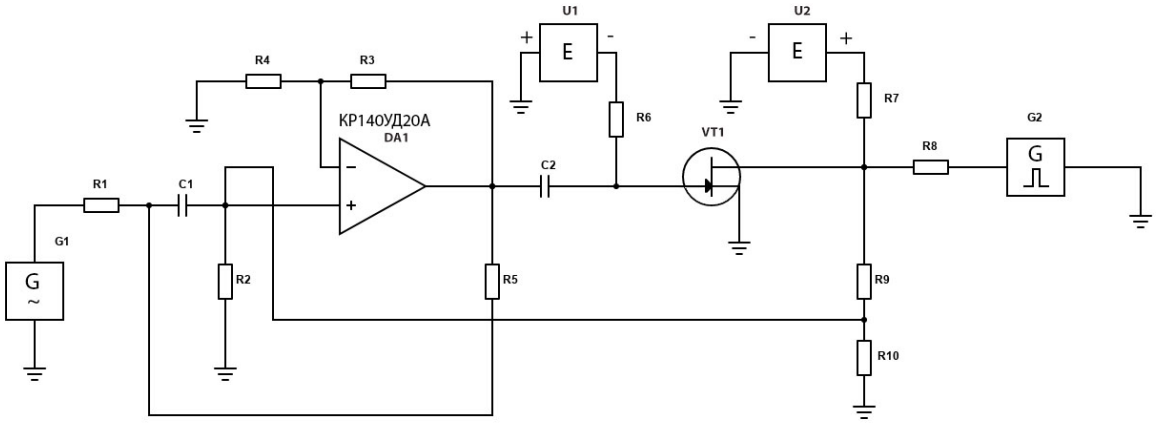


Рис.2. Принципиальная схема устройства

На схеме: DA1 – ОУ, служащий как основной(нелинейный) усилитель мощности, VT1 – полевой транзистор, входящий в состав вспомогательного (линейного) усилителя, включенного в цепь ОС, G1 – генератор сигнала на входе устройства, G2 – генератор помехи в виде прямоугольных импульсов.

В экспериментальном макете, в качестве нелинейного усилителя был использован неинвертирующий усилительный каскад, реализованный на операционном усилителе КР140УД20А. Данный усилительный каскад был охвачен двойной обратной связью с включенным в цепь ОС линейным усилителем, реализованным на полевом транзисторе. В качестве источника помехи к цепи ОС был подключен генератор прямоугольных импульсов.

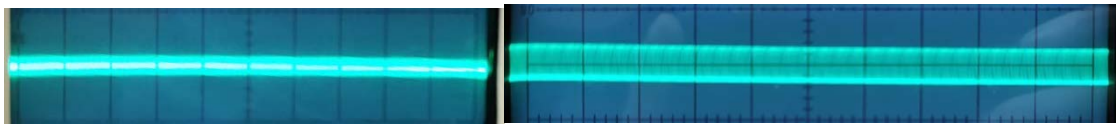


Рис. 3. Сигнал помехи с включенной цепью ОС (слева) и с выключенной цепью ОС (справа). (Масштаб на экране осциллографа одинаковый)

При подключении цепи ОС (цепи отрицательной ОС идущей от резистора R10 ко входу, и цепи положительной ОС идущей с выхода операционного усилителя на вход), сигнал помехи подавляется (рис. 3).

Несмотря на то что собранный макет реализует метод двойной обратной связи крайне неточно (необходимая точная настройка кольца положительной обратной связи пока не осуществлена), эксперимент показал подавление вносимых искажений в 3 раза по напряжению и, соответственно, в 9 раз по мощности.

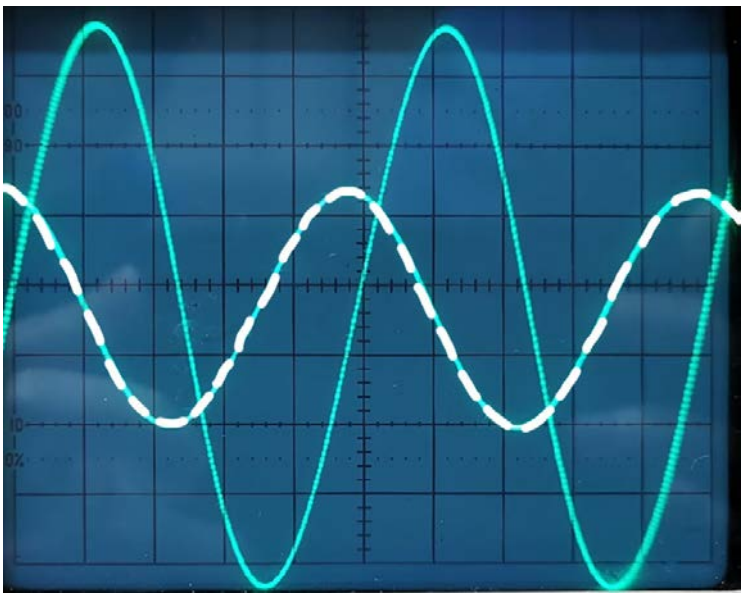


Рис. 4. Сигнал на входе (пунктирная линия) и выходе (сплошная линия) устройства линеаризации.

Проведенное экспериментальное исследование показывает, что без использования спектроанализатора возможно оценить линеаризацию и подавление шумов усилительного устройства, охваченного двойной ОС.

Список используемых источников

1. *Kumar S.* Power amplifier linearization using MMICs // Microwave journal. 1992 april. P 96 – 104

2. *Perez F. Ballesteros E. Perez J.* Linearisation of microwave power amplifier using active feedback networks // Electronic letters. 1985, V 21, N1 P 9-10

3. *Raab F. H., Asbeck P.M., Cripps S., Kenington P. B., Popovic Z. B., Pothecary N., Sevic J. F., Sokal N. O.* RF and Microwave Power Amplifier and Transmitter Technologies — Part 4 // High Frequency Electronics November 2003 P 38-49

4. *Eid E.E. Channouhi F.M. Beuregard F.* Optimal feedforward linearization system design // Microwave journal. 1995 november. P 78 - 86.

5. *Kenington P.B.* Efficiency of feedforward amplifiers // IEE procedurings. 1992.V 139. N5 P 591- 593.

6. *Иванов О.А., Корнилов С.А., Овчинников К.Д.* Линеаризация амплитудной характеристики СВЧ усилителей мощности методом комплексной обратной связи // Труды учебных заведений связи стр. 88 – 93; в. 161, 1996

7. *Ланда А. Э.* Энергетически эффективный метод линеаризации активной обратной связью транзисторного усилителя мощности СВЧ диапазона: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.07. СПб., 2005. 125 с.

УДК 621.372.414
ГРНТИ 47.45.99

ПЕРЕСТРАИВАЕМОЕ ЧАСТОТНО- РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ ФЕРРОШПИНЕЛИ

А. Э. Ланда, Л. Р. Мугу
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В настоящей работе была предпринята попытка исследовать возможность создания перестраиваемого фильтра на феррошпинели. В СВЧ электронике существует потребность в перестраиваемых фильтрах, и создание фильтров на ферритовой подложке, управляемых магнитным полем, могло бы способствовать решению этой задачи.

СВЧ, резонатор, фильтры СВЧ, ферритовая подложка, феррошпинель.

Перестраиваемые резонаторы на феррошпинелевой подложке (которые могут быть частью фильтра) исследовались ранее в работах [4,5], в которых была показана возможность создания резонатора с использованием ферритов. Данная статья является развитием указанных работ, по использованию подложки из феррошпинели[1-3].

Рассматриваемый фильтр имеет следующую топологию:

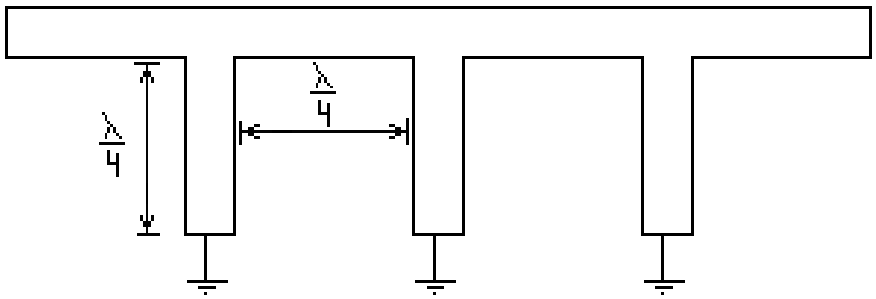


Рис. 1. Схемотехническое строение фильтра.

Цель работы заключалась в исследовании возможности создания фильтра, характеристики которого перестраиваются с помощью магнитного поля.

Реализуемый фильтр показан на рисунке 2, где проводящая линия выполнена из меди; материал подложки, на которую наносится медный слой - лавсан; нижняя (черная) подложка сделана из феррошпинели.

Рис. 2. Фильтр на подложке из феррошпинели.

После создания данного фильтра был произведен эксперимент: фильтр на ферритовой подложке устанавливался в цанги, далее с помощью перемещения магнита изменялась электрическая длина шлейфов, что и являлось перестройкой характеристик фильтра.

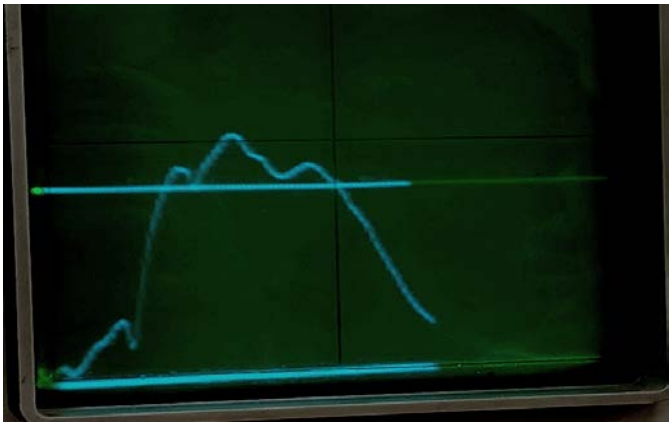


Рис. 3. АЧХ перестраиваемого фильтра №1

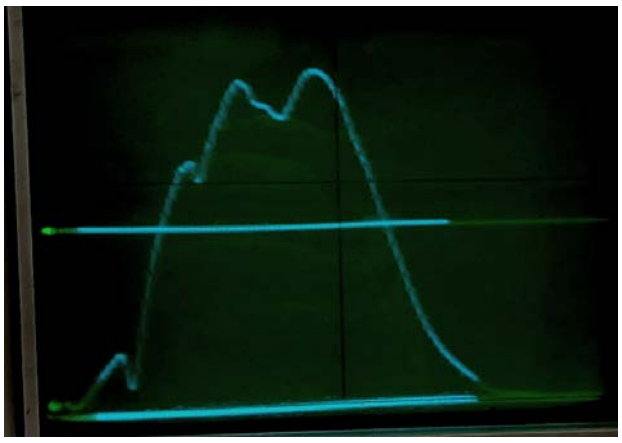


Рис. 4. АЧХ перестраиваемого фильтра №2

Рис. 5 АЧХ перестраиваемого фильтра №3

Эксперимент проводился на измерителе КСВН Я2Р-67. Полученные характеристики фильтра представлены ниже на рисунках 3-5, где №1- первое положение магнита, №2- второе положение магнита, №3 – третье положение магнита.

Данные результаты являются предварительными, так как реализованный фильтр был выполнен в «черновом» варианте, то есть с очень низкой точностью. Кроме того, сказывалось то, что поле, создаваемое используемым в опыте магнитом, было неоднородным. В дальнейшем планируется создать фильтр, более точно реализующий расчетную частотную характеристику.

Список используемых источников

1. Малков Н. А. Гиротропные среды в технике СВЧ: учеб.пособие./ под ред. З. Г. Черновой. Тамбов: Изд-во. гос. техн. ун-та, 2005. 104 с.
2. Fuller A. J. B. Ferrites at microwave frequencies. – IET, 1987. – № 23.
3. Riches E. E. Ferrites; a Review of Materials and Applications. – Mills & Boon, 1972.
4. Хафизов Р. С. Управляемые частотно-разделительные устройства СВЧ диапазона на ферритах: маг. дис. … магистр: 11.04.02/ Хафизов Руслан Сергеевич. Санкт-Петербург, 2020. 48 с.
5. 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, Задорожняя А. А. Спец. вып. СПб. : СПбГУТ, 2020. 103 с.

УДК 621.391
ГРНТИ 47.01.05

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНО-ФАЗОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Ю.А. Никитин, Г.А. Цыганков
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Рассматриваются характеристики импульсно-фазовых детекторов (ИФД), построенных на основе таких элементов как: RS-триггер, ИФД со схемой подкачки заряда (ЧФД), предложена схема фазового детектора на основе четырехбитного реверсивного счетчика и цифрового компаратора. Рассмотрена работа кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП) с использованием детектора на основе счетчика и детектора на основе D-триггеров.

кольцо ИФАП, спектр частот, ИФД, автоподстройка частоты,

Одной из важнейших составных частей систем с импульсно фазовой автоподстройкой частоты (ИФАП) является импульсно фазовый детектор (ИФД). Принцип его работы заключается в формировании выходного напряжения, пропорционального разности фаз между опорным сигналом и сигналом перестраиваемого генератора, приведенным к частоте сравнения.

Для снятия управляющей характеристики импульсно-фазовых детекторов применяется схема, приведенная на рис 1. Она обеспечивает подкачку заряда для фазовых детекторов с более чем одним выходом, а также содержит фильтр нижних частот, для получения среднего значения (постоянной составляющей) выходного сигнала.

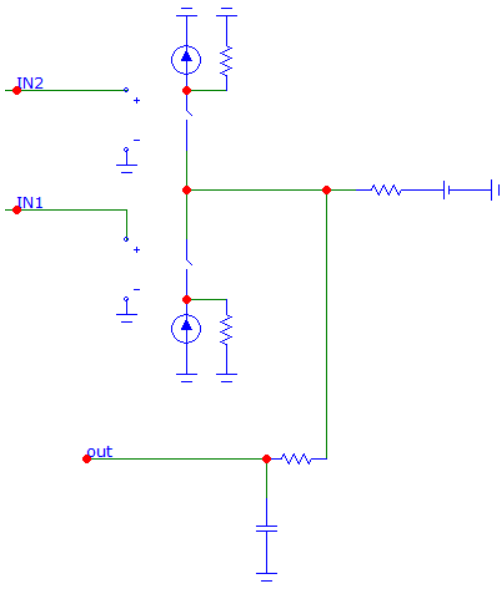


Рис. 1. Схема снятия управляющей характеристики импульсно-фазовых детекторов.

Простейшим фазовым детектором является *RS*-триггер, на вход *S* которого подается сигнал опорного генератора, а на вход *R* – приведенный сигнал с перестраиваемого генератора.

Снимем управляющую характеристику при относительной фазовой задержке импульсов от -2.1π до +2.1π (рис. 2).

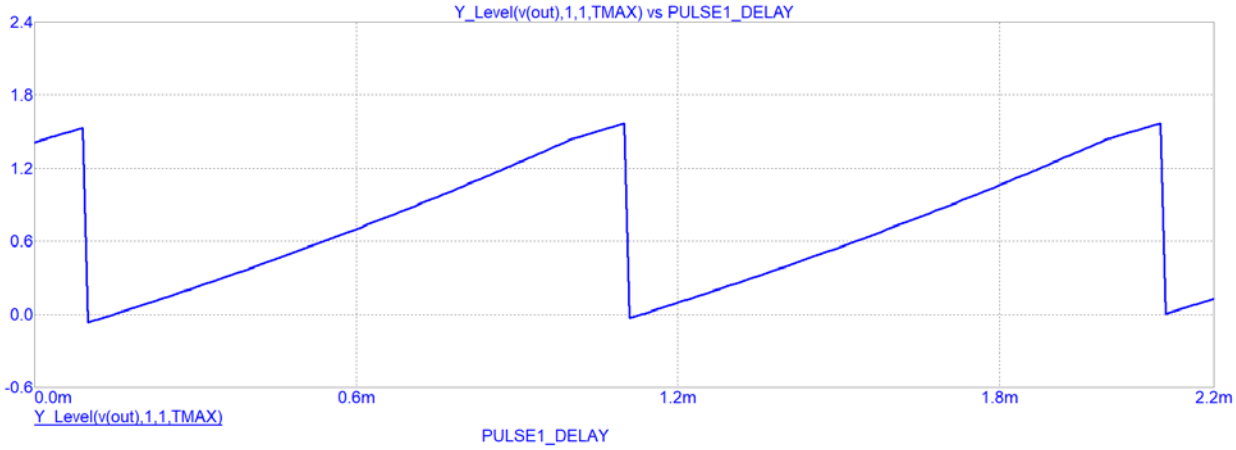


Рис. 2. Управляющая характеристика ИФД на *RS*-триггере

Детектор на RS-триггере обладает периодической характеристикой с периодом 2π, и крутизной статической характеристики:

$$F'(f\text{ст}) = \frac{1}{\pi}$$

Наиболее популярны сегодня фазовые детекторы со схемой подкачки заряда на основе двух *D*-триггеров, которые называются ЧФД – частотно-фазовые детекторы. Схема представлена на рис 3.

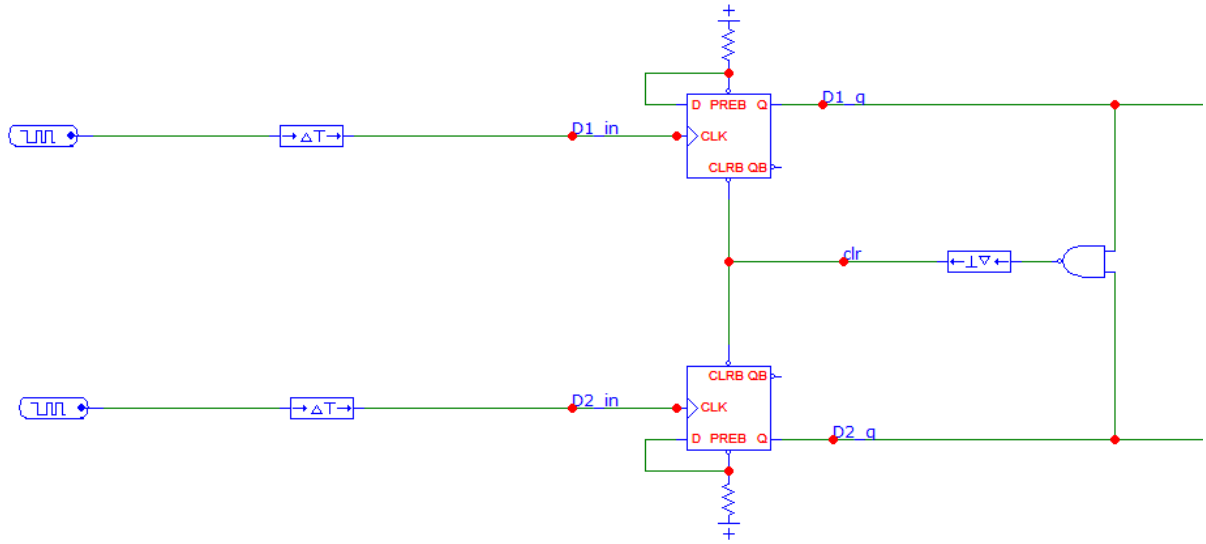


Рис. 3. Импульсно-фазовый детектор на основе двух *D*-триггеров.

D-триггеры срабатывают по фронту «01» управляющих импульсов, устанавливая значение «1» на выходы *D*1_*q* и *D*2_*q* соответственно.

При состоянии триггеров «11» на элементе И-НЕ формируется короткий ноль и через задержку подается на сброс триггеров. Данная схема обеспечивает сшивку управляющих характеристик двух триггеров, позволяя вдвое уменьшить общую крутизну:

$$F'(f\text{ст}) = \frac{1}{2 * \pi}$$

Управляющая характеристика представлена на рисунке 4.

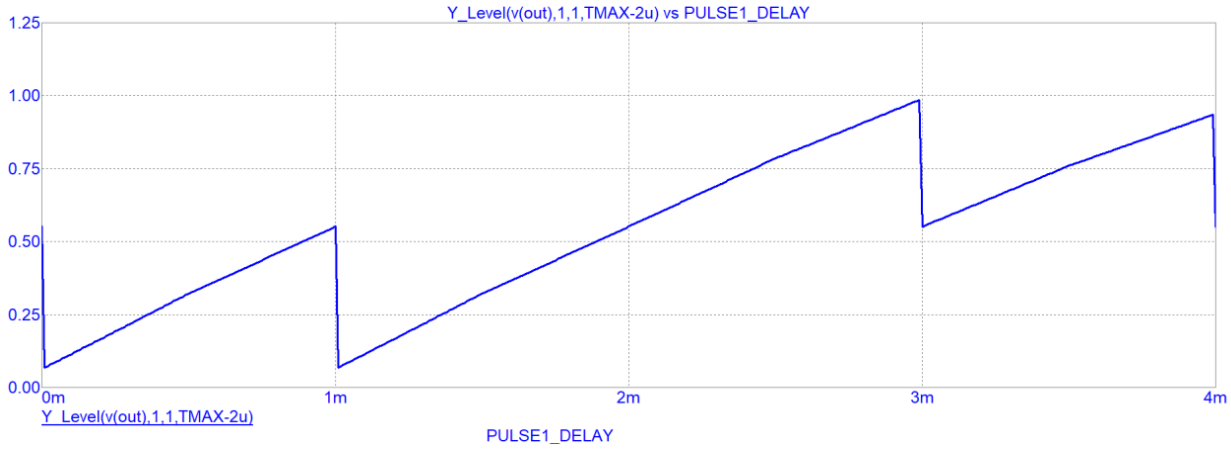


Рис. 4. Управляющая характеристика ИФД на основе двух *D*-триггеров.

Однако, из-за конечного быстродействия элементов, схема привносит нелинейность в окрестностях точек сшивки (мертвая зона). Так, для данной схемы величина зоны нелинейности будет равна удвоенной длительности фронтов (см. рис. 5) управляющих импульсов (4мкС в примере).

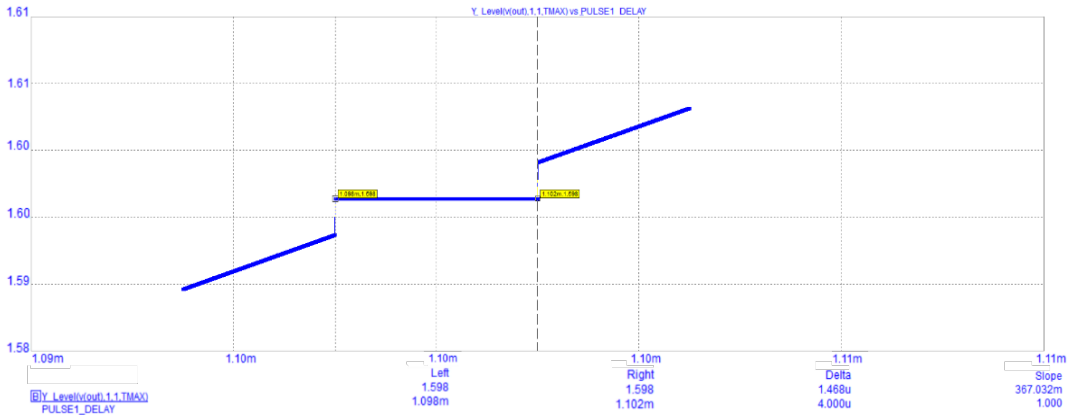


Рис. 5. Зона нелинейности управляющей характеристики ИФД на основе D-триггеров

Одним из недостатков схемы ИФД на двух *D*-триггерах является повторяемость управляющей характеристики каждые 2π (таким образом,

если на один опорный импульс приходится два импульса от генератора, то учтен будет только один из них).

Решением этой проблемы может быть введение устройства памяти, которое будет запоминать число пришедших импульсов с обоих входов. Таким устройством может быть счетчик, увеличивающий счет при получении сигнала от одного входа и уменьшающий счет при получении сигнала с другого.

Примем число «8» за равновесное состояние счетчика, при котором сигнал с детектора «0». Для сравнения кода в схеме используется цифровой компаратор. Общий вид схемы представлен на рис. 6.

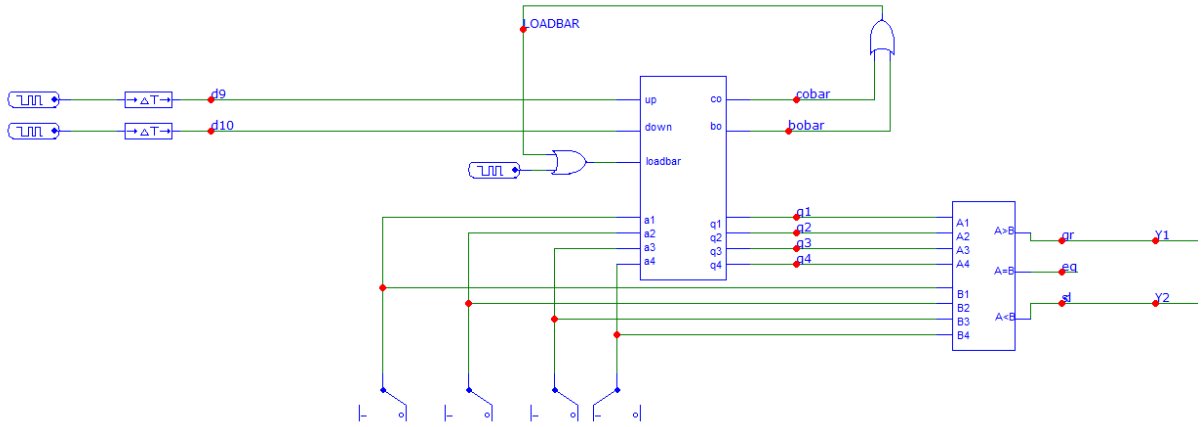


Рис. 6. Схема импульсно-фазового детектора на основе счетчика.

В случае, когда разность фаз меньше, чем период следования импульсов, счетчик будет переключаться между состоянием «8» и «9» (или «8» и «7» соответственно), на выходе детектора будет попеременно возникать состояние 1 (или -1) и 0. Этот режим работы не отличается от работы детектора со схемой подкачки заряда.

Если же один из сигналов опережает другой больше, чем на период, то счетчик будет работать в окрестностях не 8, а числа, пропорционального фазовому сдвигу, а на выходе будет постоянное состояние «1», если число больше 8 или «-1», если меньше.

Отличие управляющей характеристики от ФД на *D*-триггерах в том, что она повторяется каждые $\pi 2^{(n-1)}$ периодов (где n – разрядность счетчика), а не каждые 2π периодов, что позволяет грубо перестраивать частоту ИФАП. Однако, нелинейность такого фазового детектора обусловлена задержкой срабатывания счетчика, и мертвая зона будет составлять $2d_{\text{сч}}$, что делает его более актуальным для низкочастотного диапазона сравнения частот.

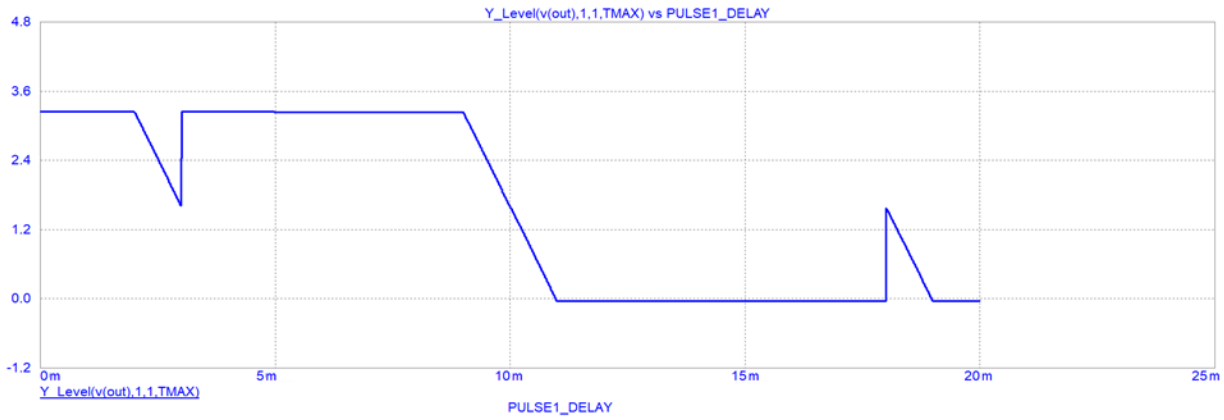


Рис. 7. Управляющая характеристика ИФД на основе счетчика

Для наглядности продемонстрирована работа кольца ИФАП с использованием ИФД на *D*-триггере (рис. 8) и ИФД на четырехбитном счетчике (рис. 9).

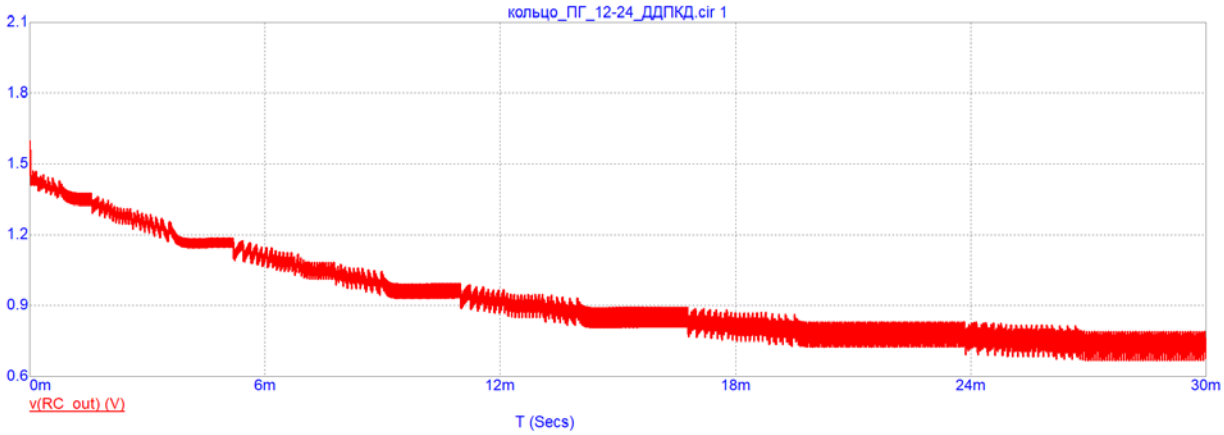


Рис. 8. Работа ИФАП с ИФД на *D*-триггерах. Система не стабилизируется за t = 50 мс.

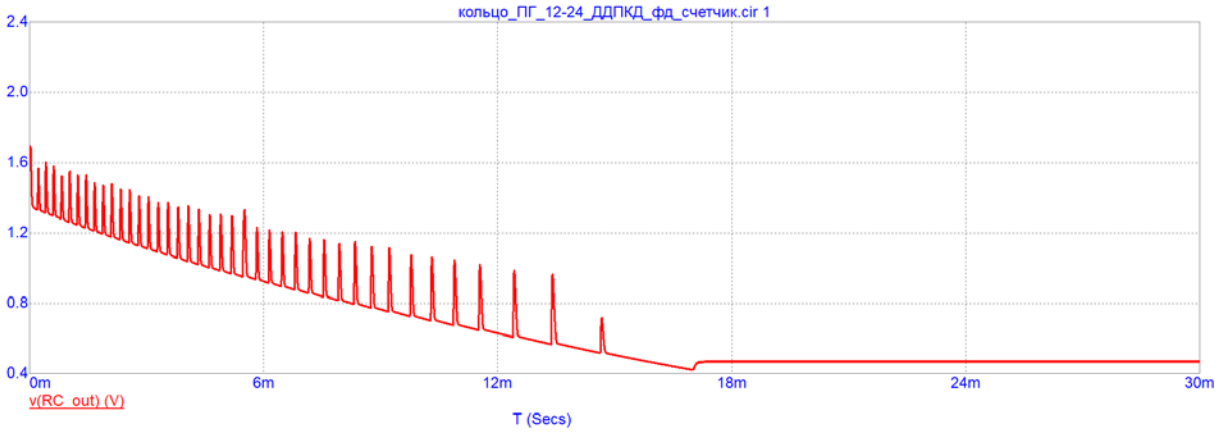


Рис. 9. Работа ИФАП с ИФД на основе счетчика. Система стабилизируется за t = 13.5 мс.

Выводы

Рассмотрены схемотехнические модели различных типов импульсно-фазовых детекторов с различными типами статической характеристики и нелинейностями, обусловленными задержками переключения.

Предложен новый тип ИФД на основе счетчика импульсов.

Список используемых источников

1. Козлов В. И., Обзорный анализ направлений в частотном синтезе на основе ФАПЧ. 8 с.

2. Никитин Ю.А. Цифроаналоговый синтез частот. Теория и схемотехника, СПбГУТ – СПб., 2018. 155 с.

3. Гершенкоп Д.И., Никитин Ю.А., Прецизионный опорный генератор микроволнового диапазона на кольце ИФАП, СПбГУТ – СП

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

КОНФОРМНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ СВЧ В ВИДЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ СПИРАЛИ С ЭКРАНОМ

А. М. Рожков, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной работе рассматривается планарная логарифмическая спираль, а именно «золотая» спираль в микрополосковом исполнении. Приводится результат компьютерного моделирования предложенной структуры, а также результат эксперимента с макетом.

спиральные антенны, микрополосковые антенны, резонансные структуры, логарифмическая спираль, золотая спираль, спираль Фибоначчи

Популярность спиральных антенн объясняется их широкополосностью, возможностью интеграции в ИС СВЧ, а также наличием круговой поляризации [1]. Много работ посвящено спиралям Архимеда и равноугольным (логарифмическим) спиралям. Исследованиями таких структур занимались в нашем университете [1, 2, 3, 4, 5]. Некоторые типы планарных спиралей в литературе упоминаются довольно редко, но они обладают интересными излучающими свойствами и геометрией, что делает их привлекательными для интеграции в ОИС и различные объекты.

Данная работа посвящена исследованию логарифмической спирали. В параметрическом виде уравнение исследуемой спирали выглядят следующим образом:

$$x(t) = a \cdot \varphi^{\frac{2t}{\pi}} \cdot \cos(t),$$

$$y(t) = a \cdot \varphi^{\frac{2t}{\pi}} \cdot \sin(t),$$

где a – произвольная положительная вещественная константа ($a = 1$), $\varphi = 1.618$ – золотое сечение, t – угол отклонения точки от нуля.

На рис. 1 показана 3D модель исследуемой структуры, где 1 – микрополосковая линия, 2 – металлический экран, 3 – диэлектрик.

Моделирование работоспособности структуры было проведено в программе MMANA-GAL. При моделировании были сделаны некоторые допущения: 1) ток распространяется только по кромкам полоска [5]; 2) в качестве земли идеальный экран.

Сделанные предположения позволяют произвести эмуляцию работы структуры в программе MMANA, так как она работает лишь с круглыми проводниками.

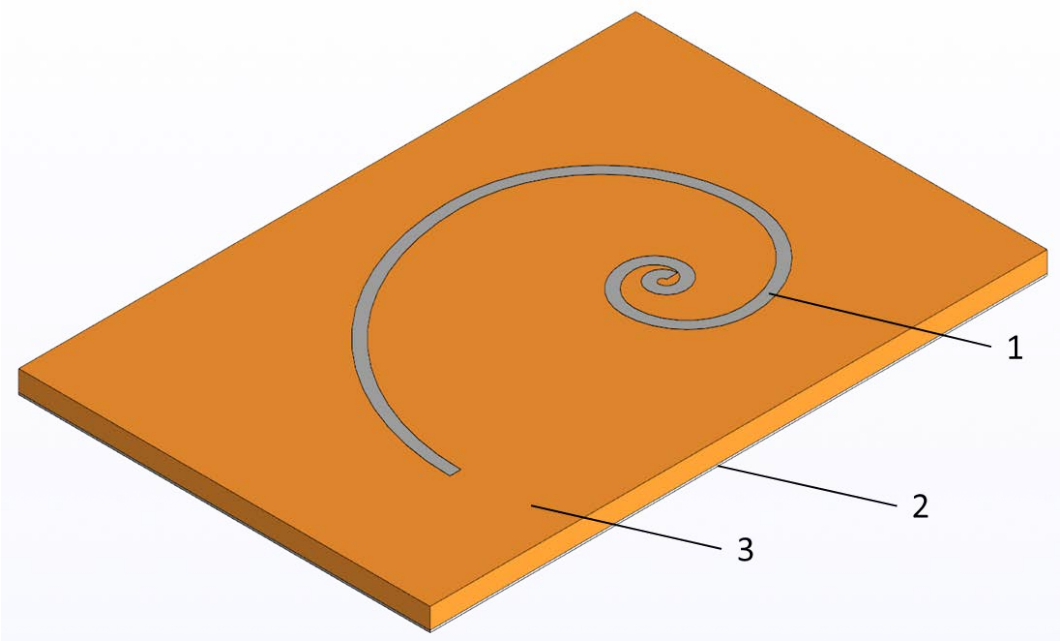


Рис. 1. 3D модель исследуемой структуры

На рис. 2 показана компьютерная модель и полученные значения КСВН. Исследовалась спираль с 2.5 витками.

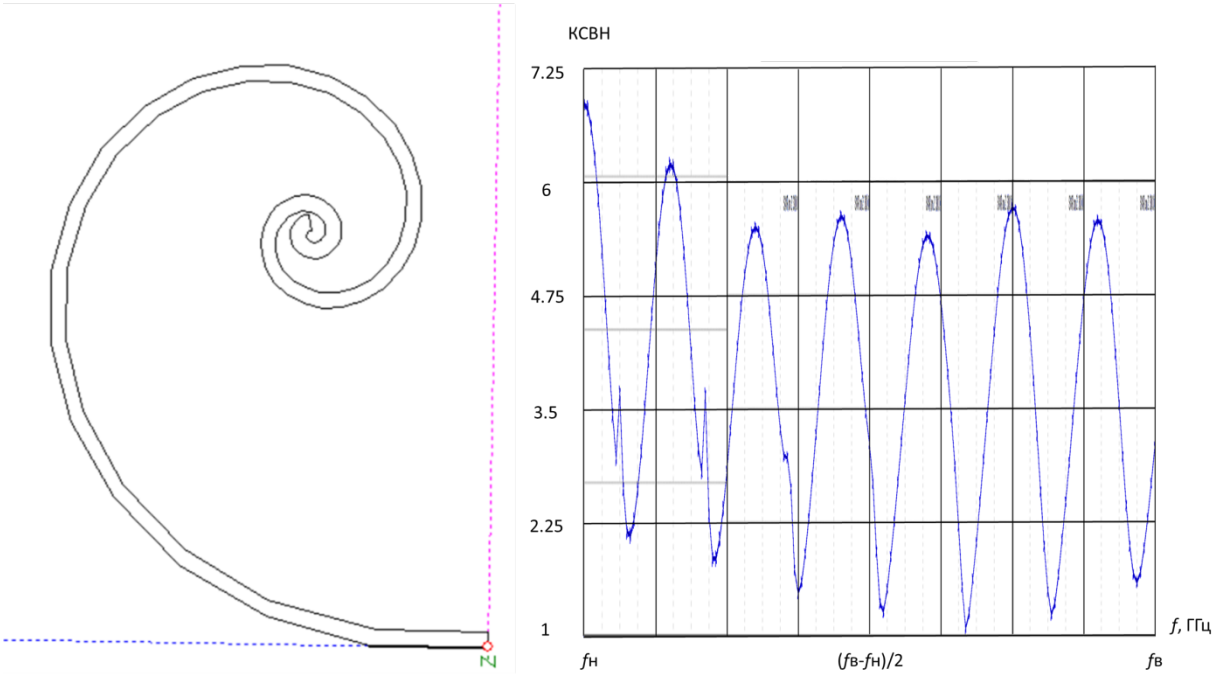


Рис. 2. Модель структур и ее КСВН в исследуемом диапазоне

Данная структура имеет четко выраженные минимумы КСВН. Также отчетливо просматривается одинаковый интервал между минимумами. Таким образом, анализируя результаты компьютерного моделирования, можно сказать, что данная структура не является широкополосной, но имеет множество минимумов КСВН в исследуемой полосе частот.

Для проведения экспериментальных исследований был создан масштабный макет рассчитанной структуры. Материалы макета: полистерол и алюминий.

Как видно из рисунка 3, результаты моделирования и эксперимента близки по средним значениям. Характеристики имеют схожую форму и равенство шага между минимумами КСВН. Для макета интервал между минимумами не фиксирован, что можно связать с неточностью изготовления, но стремится к постоянному значению. При компьютерном моделировании частота шага около 300 МГц.

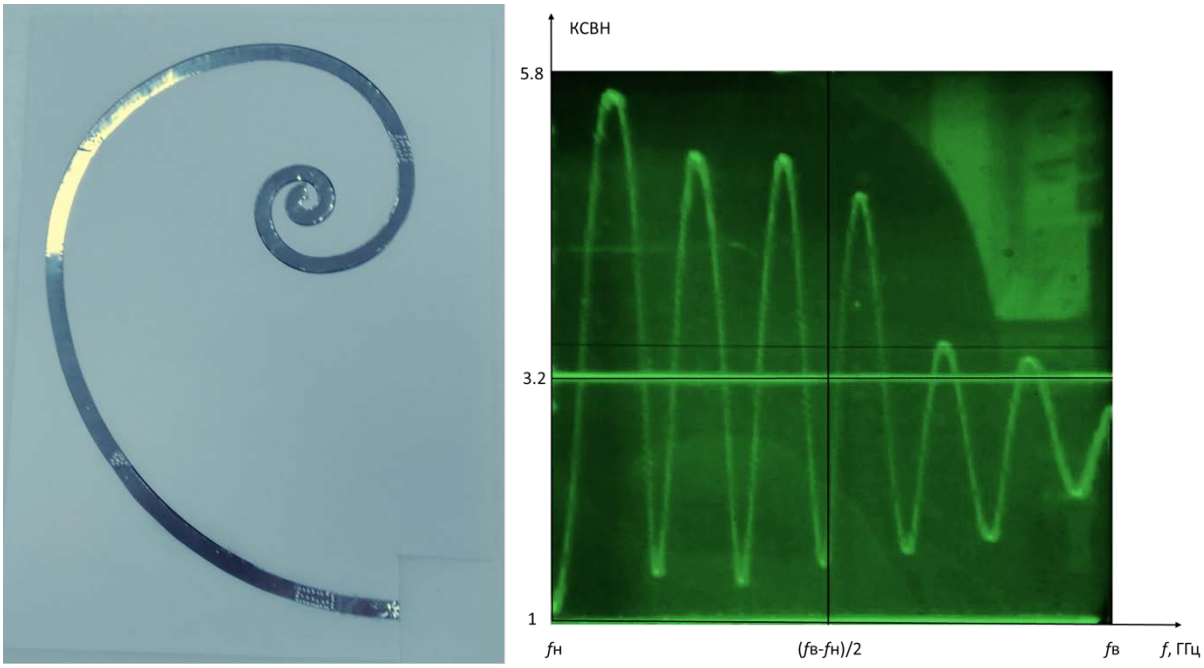


Рис. 3. Макетирование и результат эксперимента

Дальнейшие эксперименты показали, что интервал между минимумами КСВН напрямую зависит от масштабного коэффициента *a*. Частотной характеристикой КСВН можно управлять.

Таким образом, можно сказать, что предложенная структура является многочастотным резонансным излучателем. В минимумах функции значения КСВН не превышает 2.2.

Список используемых источников

1. Бочаров Е. И., Ветров В. В., Седышев Э. Ю., Усатова И. А. Планарные излучатели объемных интегральных схем СВЧ // Всероссийская конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» 3–6 июня 2013. СПб, 2013.

2. Ахметов Р. Р., Булатова И. А., Седышев Э. Ю. Анализ планарных арифметических однозаходных и двухзаходных спиральных антенн СВЧ // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 3. С. 347–352.

3. Вяльшин Э. С., Седышев Э. Ю. Дуплет планарных спиральных антенн // VII Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ». СПб., 2019. Т. 1. С. 405–408.

4. Бочаров Е. И., Ермаков В. А., Глухов В. О., Михальчевский В. О., Седышев Э. Ю. Широкополосная слабонаправленная спиральная антенна // Электроника и микроэлектроника СВЧ. 2013

5. Файт А. В., Седышев Э. Ю. Исследование спиральных антенн с помощью низкочастотной проволочной модели // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». № 64. 20–24 февраля 2012 года: материалы – СПб.: Издательство СПбГУТ, 2012. С. 377-379

УДК 621.372.01
ГРНТИ 47.47

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО УСТРОЙСТВА ЗАДЕРЖКИ НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА

А. А. Синичкин, Ю. А. Никитин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья посвящена схемотехническому моделированию управляемого устройства задержки (УУЗ) на реальных электронных компонентах. Построение модифицированного конечного автомата (МКА) с УУЗ выполнено в программном пакете Mirco-cap 11. Модель конечного автомата построена на основе делителя частоты с дробно-переменным коэффициентом деления и накапливающего сумматора для управления УУЗ

Двухуровневый пассивный цифровой синтезатор (ПЦС) частот представляет собой цифровую электронную схему – конечный автомат (КА), которая формирует колебание в относительно низкочастотном диапазоне из одного опорного высокочастотного колебания [1].

Однако, в чисто цифровых синтезаторах на выходе имеется функциональная фазоимпульсная модуляция (ФФИМ), обязанная своим появлением дробно-кратному соотношению периодов (частот) опорного и синтезируемого колебаний. Вследствие этого на выходе КА присутствует достаточно высокий остаточный уровень дискретных побочных спектральных составляющих (ДПСС), кратных частоте шага сетки. Для уменьшения уровня ДПСС на выходе КА используют управляемые устройства задержки (УУЗ), способные уменьшить временную ошибку воспроизведения импульсов требуемой частоты относительно импульсов идеально равномерной (гипотетической) последовательности требуемой частоты [2].

Реализация одного из элементов УУЗ – генератора пилообразного напряжения (ГПН) на идеальных элементах дала возможность оценить степень уменьшения ошибки воспроизведения колебания требуемой частоты $f_{\text{выхНЧ}}$ (уменьшение уровня ДПСС по сравнению с чисто цифровым синтезом на 80дБ), однако, при реализации этой модели на реальных элементах необходимо учесть, что уровень ДПСС (нескомпенсированная временная ошибка) будет ограничен рядом факторов, связанных с нелинейностью генератора пилообразного напряжения, конечным

быстродействием компаратора и нелинейностью цифро-аналогово преобразователя [3].

Для подачи импульса переполнения, запускающего работу УУЗ используется МКА на основе накапливающего сумматора и делителя частоты с дробно-переменным коэффициентом деления.

Расчёт коэффициента производится по формуле:

$$N_k = \left(2^{n+K}\right) * 2 = 2^{n+K+1},$$

где n – число разрядов двоичного счётчика, K - код управления комбинационной схемы, 2 – деление частоты на выходе D – триггера.

Для минимизации нелинейности преобразования цифрового кода управления во временной интервал и уменьшения паразитной ёмкости рассмотрим два варианта построения генератора пилообразного напряжения в основе реализации которых лежат биполярные транзисторы [4].

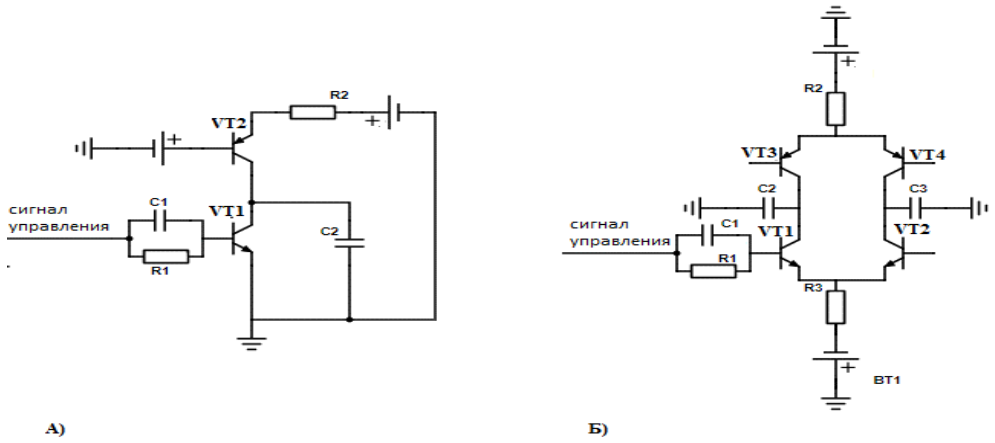


Рис. 1. Принципиальная схема генератора пилообразного напряжения, построенного на (А), двух биполярных транзисторах (Б), на 4 биполярных транзисторах (устранён эффект Миллера) (3).

Рис.2 Сигналы на входе компаратора (схема на двух биполярных транзисторах) , (А) выход с МКА, (Б) выход с ГПН

Рис.3 Сигналы на входе компаратора (схема на 4 биполярных транзисторах), (А) выход с МКА, (Б) выход с ГПН

Исходя из полученных характеристик, видно, что ГПН “А” и “Б” обладают хорошими линейными характеристиками, но довольно сложной настройкой. По итогам теоретических расчетов и схемотехнического моделирования выяснилось, что целесообразно использовать схему ГПН, построенного на четырех биполярных транзисторах. Паразитные ёмкости *p-n* переходов оказывают значительное влияние на линейность конечного сигнала. В итоге на выходе компаратора формируется некорректно расставленный импульс переполнения *p*, что способствует увеличению уровня ФФИМ (рис.2) и, как следствие, росту уровня ДПСС.

Характеристика, полученная с ГПН типа “Б” теоретически соответствует критериям, необходимым для уменьшения дискретных побочных спектральных составляющих до приемлемого уровня (рис.3).

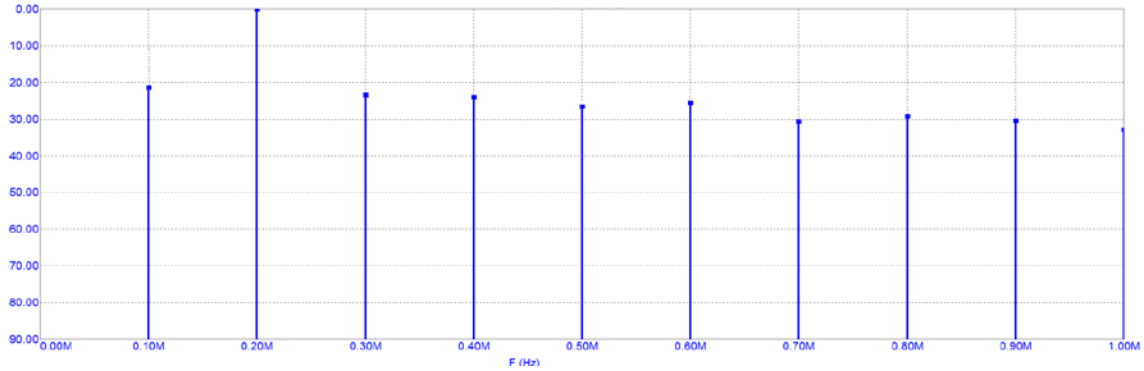


Рис. 4. Спектр выходного колебания ДДПКД с УУЗ на двух биполярных транзисторах.

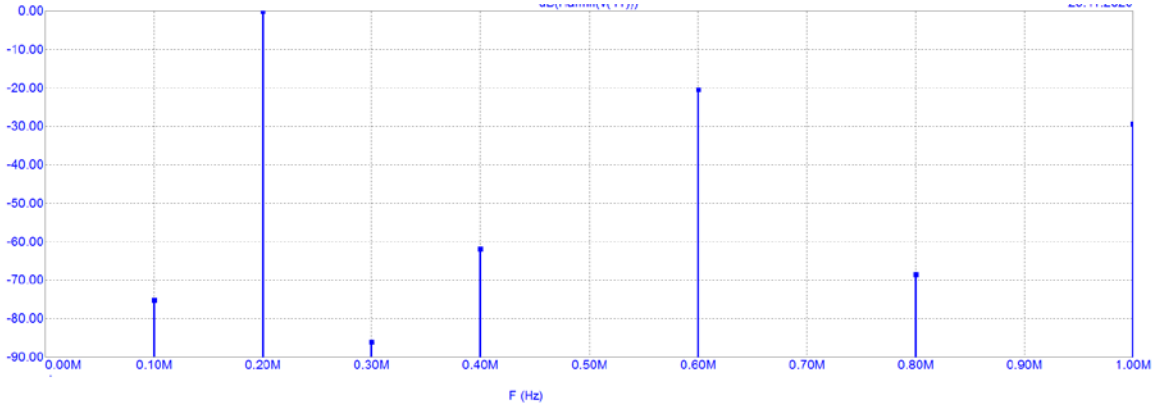


Рис. 5. Спектр выходного колебания ДДПКД с УУЗ схема на 4 биполярных транзисторах

В результате модуляции был получнен спектр выходного колебания структуры на основе ДДПКД с УУЗ (4,5). Из рисунка 5 видно, что дискретные побочные спектральные составляющие находятся на уровене 75дБ.

Вывод

Максимальная линеаризация и уменьшение паразитных ёмкостей в ГПН, выполненном на реальных элементах позволяет уменьшить ошибку воспроизведения колебаний требуемой частоты $f_{\text{выхНЧ}}$.

Список используемых источников

1. Никитин Ю.А. Цифроаналоговый синтез частот. Теория и схемотехника: [монография] /; СПбГУТ. – СПб., 2018. – 367с.

2. Шапиро Д. Н., Паин А. А. Основы теории синтеза частот. М.: Радио и связь, 1981. 264 с.

3. Синичкин А. А., Никитин Ю.А. Управление временной задержкой в наносекундном диапазоне // НЕДЕЛЯ НАУКИ СПБПУ Санкт-Петербург, 18-23 ноября 2019 г.. 23-26 с.

4. Синичкин А. А. Никитин Ю.А. Анализ структур конечных автоматов на основе накапливающего сумматора и делителя частоты с дробно-переменным коэффициентом деления для управляемого устройства задержки. // АПИНО

УДК 621.391
ГРНТИ 47.01.05

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦА ИФАП С НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

Г.А. Цыганков, Ю.А. Никитин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Рассматривается модель умножающего кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП) в среде MicroCap12. При анализе используется нелинейная модель перестраиваемого генератора с характеристикой управления, задаваемой пользователем. В качестве импульсно-фазовых детекторов рассмотрены схемы с подкачкой заряда на основе D-триггеров и реверсивного счетчика, делитель с дробным переменным коэффициентом деления реализован по принципу дельта-сигма модулятора первого порядка. Рассмотрены переходные процессы в кольце, а также спектр выходного колебания в установившемся (стационарном) режиме.

кольцо ИФАП, спектр частот, ИФД, автоподстройка частоты

Для синтеза дискретно перестраиваемой, но стабильной частоты в СВЧ диапазоне применяется метод импульсно фазовой автоподстройки частоты (ИФАП). Для того, чтобы облегчить расчеты и исследовать фильтрующие, шумовые и временные характеристики кольца ИФАП удобно иметь его нелинейную схемотехническую модель с управляющей характеристикой реального перестраиваемого генератора (ПГ).

Моделируется схема однопетлевого кольца ИФАП с делителем с дробно-переменным коэффициентом деления (ДДПКД) [1]. Схема представлена на рисунке 1.

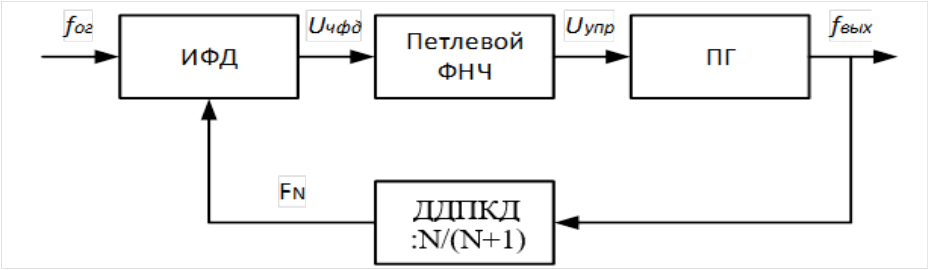


Рис.1. Структурная схема кольца ИФАП

ДДПКД реализован с помощью дельта-сигма модулятора первого порядка на накапливающем сумматоре (НС) [2] (рис. 2). Делитель с целочисленным коэффициентом деления генерирует тактовые сигналы для НС, к текущему значению которого каждый такт добавляется значение регистра *a*3 (дробная часть коэффициента). При переполнении НС, он формирует сигнал, который увеличивает целочисленный коэффициент

деления на единицу на одном периоде сравнения частот. Таким образом, при 4-битном аккумуляторе достигается дробность коэффициента деления от 0 до 15/16. Изменение коэффициента деления показано на рис. 3

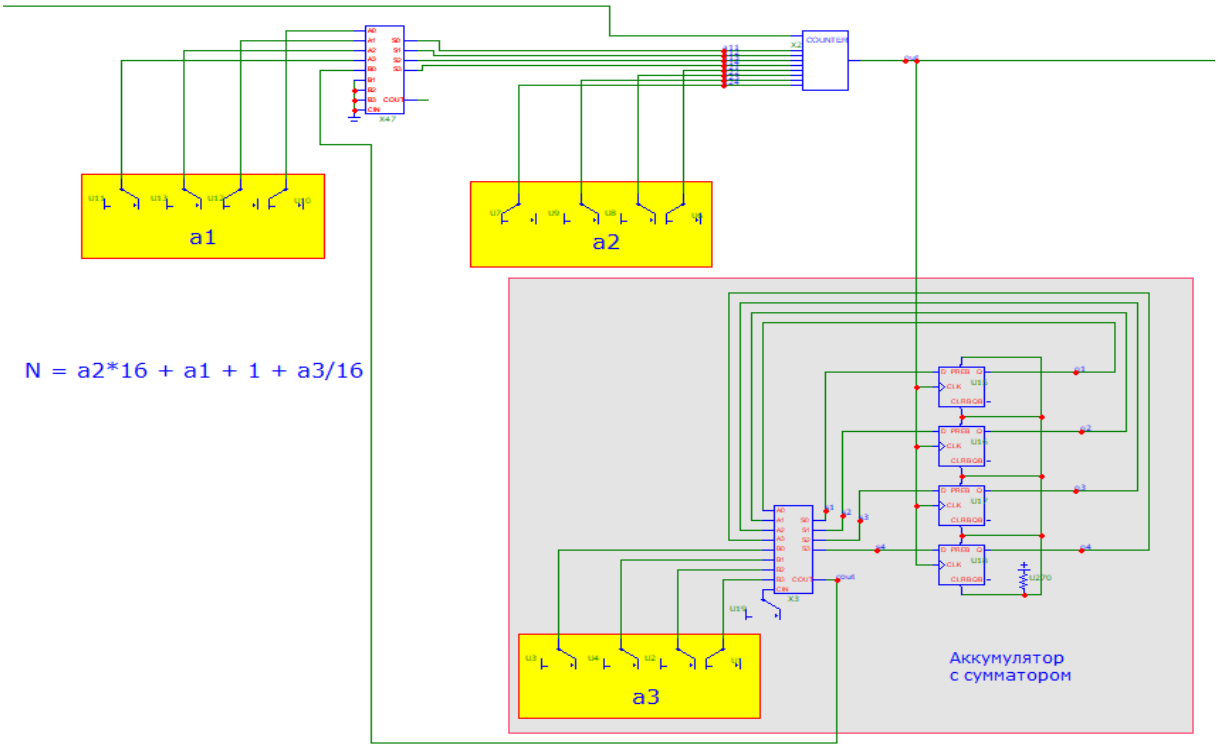


Рис. 2. Схема ДДПКД.

Итоговый коэффициент деления рассчитывается по формуле:

$$N = N_{int} + N_{fract}\ , \qquad (1)$$

где N_{int} – целочисленная часть, N_{fract} – дробная часть N.

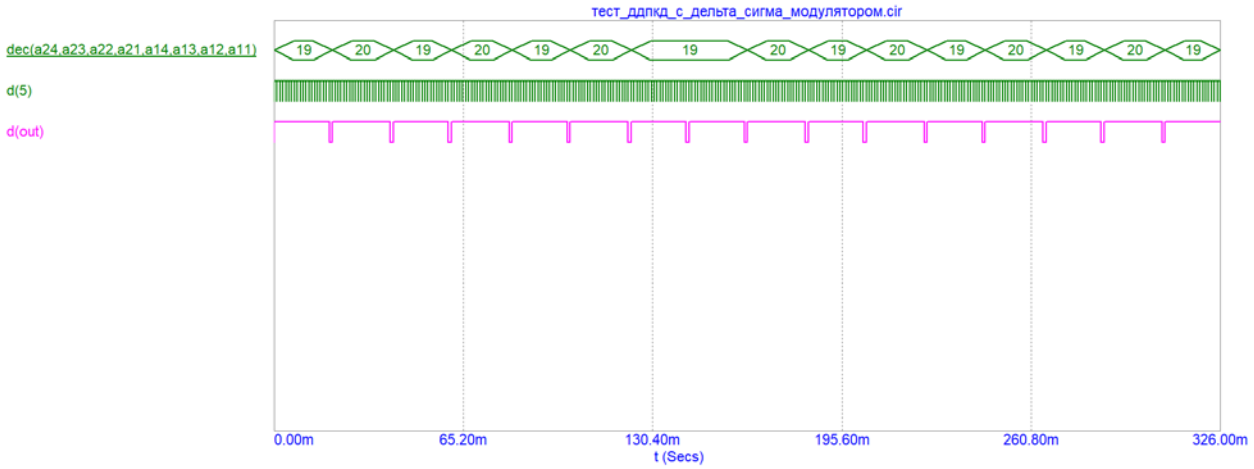


Рис. 3. Работа накапливающего сумматора при дробности 7/16

В качестве импульсно-фазового детектора используется схема на двух *D*-триггерах, т.к. она обеспечивает малую крутизну характиристики ($F'(\varphi_{ст}) = 1/2\pi$), и малую зону нелинейности.

Аппроксимация управляющей характеристики ГУН (таблица 1) производится полиномом 4-й степени.

$$F_{\text{вых}} = F_0 + a * U_{\text{вх}}^2 + b * U_{\text{вх}}^2 + c * U_{\text{вх}}^3, \quad (2)$$

ТАБЛИЦА 1. Зависимость частоты ГУН от напряжения.

Напряжение питания ГУН, В	Частота ГУН, ГГц
0	0.8
0.3	1.05
0.6	1.272
1	1.474
1.5	1.675
2	1.845
2.3	1.942
2.6	2.027
3	2.135
3.1	2.161
3.2	2.178

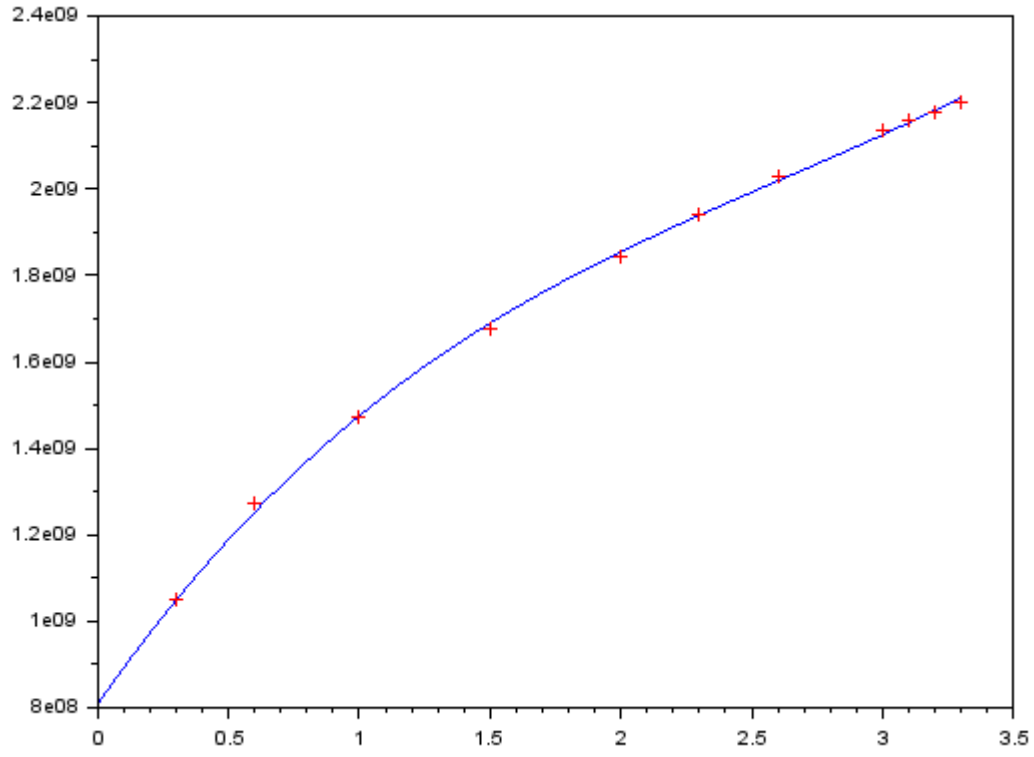


Рис. 4. Частотная характеристика ПГ

Рассчитанные параметры элементов кольца:

$F_{\text{вых}} = 0.8083$ ГГц $+ 0.8695$ ГГц $* U_{\text{вх}} - 0.2325 * U_{\text{вх}}^2$ГГц $+ 0.02967 * U_{\text{вх}}^3$ ГГц,

$F_{\text{ог}} = 10$ МГц – частота опорного генератора

$U = [0.2 \,..\, 3.3]$В – размах управляющего напряжения ГУН

$F_{min} = 0.8$ ГГц, $F_{max} = 2.2$ ГГц, $\Delta F_{\text{вых}} = 1.4$ ГГц,

$N = 80 \,..\, 221$ – допустимый диапазон коэффициентов деления ДДПКД

Для фильтрации помех от ОГ применен четырехзвенный *RC* фильтр с постоянной времени $t = 2 * 10^{-7}$, обеспечивающий ослабление на частоте 10 МГц в 118 дБ.

Переходный процесс в кольце при N = 180 + 3/16 показан на рис. 5. Целевая частота:

$F_{\text{вых}} = F_{\text{ог}} * N = 1.801875$ ГГц

Начальная частота:

$F_{\text{вых}} = 1.7258$ ГГц

Спектр выходных колебаний показан на рис. 6.

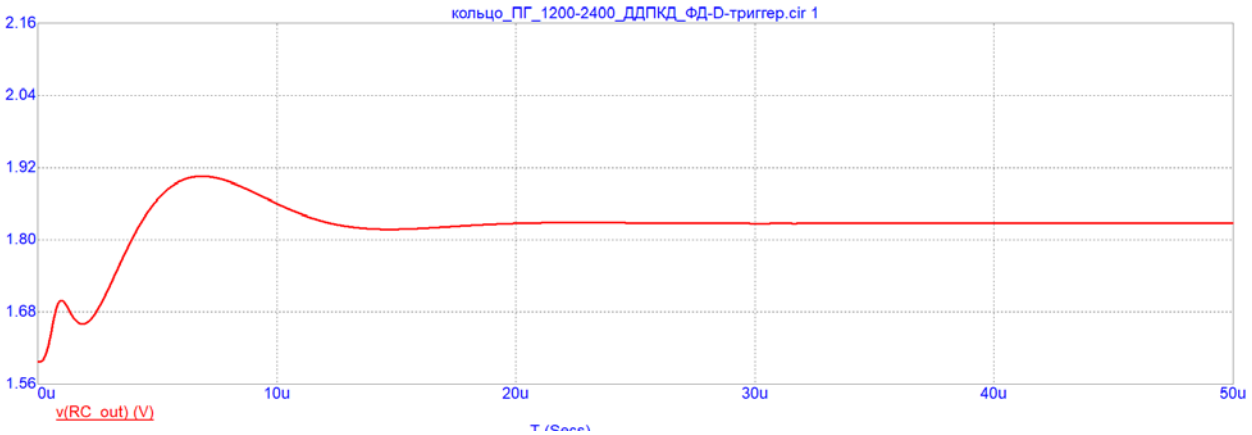


Рис. 5. Переходный процесс в кольце ИФАП с N = 180 + 3/16

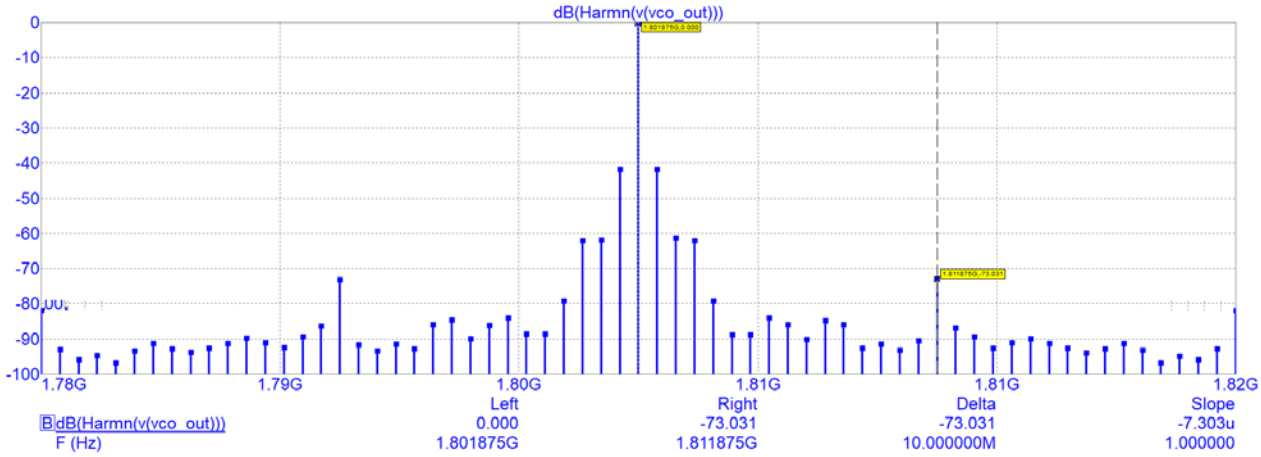


Рис. 6. Спектр выходных колебаний в кольце ИФАП с N = 180 + 3/16

Выводы.

Разработана нелинейная модель ПГ с нелинейностью, задаваемой пользователем.

Создана нелинейная модель кольца ИФАП, позволяющая моделировать его работу в статическом и динамическом режимах.

Список используемых источников

1. Никитин Ю.А. Цифроаналоговый синтез частот. Теория и схемотехника: [монография] /; СПбГУТ. – СПб., 2018. – 367с.
2. А.А. Быков, Ю.А. Сидоркина, А.А. Ковальчук. Применение сигма-дельта модуляторов в дробных синтезаторах частот. – Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 – 77 стр.

5. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ , ИННОВАЦИИ И БИЗНЕС

Секция 5.1.
Цифровая трансформация, инновации и бизнес

УДК 338.2
ГРНТИ 06.39.02

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В БИЗНЕСЕ

М.А. Александров, В.В. Макаров,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются сущность и определения цифровой экономики и цифровой трансформации в бизнесе, оказывающие влияние на приоритетные бизнес-процессы организации. Проанализирована связь цифровой трансформации с цифровой экономикой. Особое внимание при трансформации уделено синергии телекоммуникационной отрасли и нефтяной промышленности. Обе эти отрасли, имея современную технологическую основу, являются двумя локомотивами экономики, поэтому данный пример является наиболее показательным и, в то же время, наиболее простым.

цифровая трансформация, цифровая экономика, цифровая трансформация в бизнесе

Сегодня, в эпоху развития цифровых технологий, экспоненциального роста количества взаимосвязей между социально-экономическими системами, гражданами и организациями, сопровождающегося огромным потоком передаваемой информации по сети Интернет, важным становится понимание перехода экономических отношений в цифровое пространство [1,2].

На данный момент в международной практике не существует четкого определения термина «цифровая экономика». В большинстве имеющихся источников при попытке описать термин затрагиваются взаимоотношения субъектов экономики с применением цифровых технологий, при этом могут упоминаться определённые виды технологий.

«Экономика, в которой благодаря развитию цифровых технологий наблюдается рост производительности труда, конкурентоспособности компаний, снижение издержек производства, создание новых рабочих мест, снижение бедности и социального неравенства», так определяет цифровую экономику Всемирный банк [3].

В Российской Федерации официально применяется данное определение «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде; обработка больших объемов этих данных и использование результатов их анализа по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяющие существенно повысить эффективность различных видов производства, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» [4].

В большинстве определений цифровой экономики существует общность в том, что цифровая экономика является разделом экономики, где приоритет

отдается знаниям граждан и нематериальному производству – основному фактору информационного общества.

Частный крупный бизнес также как и государство заинтересован в цифровой экономике. Применение цифровых технологий и реализация цифрового контента дают эффект большей конкурентоспособности на рынке. Именно поэтому исследование процесса цифровой трансформации наиболее интересно именной сегодня, когда компании применяют новые технологии в своих внутренних технологических процессах и проводят цифровую трансформацию бизнес-моделей и бизнес-процессов, для сохранения лидерства на рынках своей отрасли.

Цифровая трансформация, как и цифровая экономика столкнулась с проблемой единого определения. Трансформация подразумевает под собой кардинальные преобразования объекта в общем, либо конкретных элементов объекта в результате внешнего или внутреннего воздействия.

Целью цифровизация (*digitalization*) процесса является оцифровка имеющихся материальных и информационных «аналоговых» ресурсов и создание на их основе цифровых цепочек взаимодействия с целью повышения прогнозируемости и гарантированности достижения поставленных задач с помощью средств последующей автоматизации. *Boston Consulting Group* (BCG) указали, что «цифровизация – это использование возможностей онлайн и инновационных цифровых технологий всеми участниками экономической системы – от отдельных людей до крупных компаний и государств» [5].

Впервые целостный термин цифровая трансформация был употреблён исследователями в конце 20 века, когда технологии перестали упрощать рутинные процессы, но и стали менять формы бизнес-процессов. Благодаря чему процесс цифровой трансформаций стал нормой для ведущих отраслевых компаний.

Boston Consulting Group (BCG) – предложил данное определение цифровой трансформации: «Это максимально полное использование потенциала цифровых технологий во всех аспектах бизнеса». В нем акцент делается на увеличение числа применяемых технологий, но не изменений в имеющихся процессах [6].

Массачусетский технологический университет привел такое определение цифровой трансформации: «Использование технологии для радикального повышения производительности или доступности ресурсов для предприятий» [7]. Данное определение подтверждает, что само по себе внедрение технологий без положительного эффекта бессмысленно.

Собрав несколько идей заключенных в разные понятия в единое целое можно определить цифровую трансформацию, как процесс полного изменения формы экономической системы, в результате внедрения, разработки, поиска и

применения цифровых технологических новшеств для увеличения эффективности выполнения своих функций всеми ее структурными подразделениями.

Раскроем подробнее, какие именно преимущества может нести в себе цифровая трансформация:

1. Персонализированный интерфейс для обслуживания клиентов. Современный заказчик ожидает, что организация, предоставляющая услуги, будет прислушиваться к его мнению и предоставлять эксклюзивные предложения, и функции, как эстетические, так и практические. Цифровые технологии позволяют дать преимущество в этом направлении.

2. Расширение источников дохода. С приходом новых технологий организация открывает себе доступ на ранее закрытый рынок, что впоследствии приводит к расширению клиентской базы и увеличению прибыли компании.

3. Оптимизация бизнес-процессов. Организации становятся более гибкими и начинают эффективно использовать имеющиеся кадровые и материальные ресурсы. Так как цифровые технологии позволяют автоматизировать часть внутренних процессов и исключить промежуточные этапы сложных бизнес-процессов.

Проанализировав перечисленные преимущества, можно прийти к выводу, что наиболее сильный эффект проявляется при оказании услуг, что определяется свойствами услуг, такими как персонализация, ориентация на взаимодействие заказчика и исполнителя, и носит информационный характер. Также в организации упрощается внутреннее взаимодействие, как между целыми отделами, так и между руководителями и их подчиненными.

Российские представители бизнеса, как и их зарубежные партнеры всецело сознают необходимость проведения процесса цифровой трансформации. Так компания ПАО «Газпром нефть» в 2019 году одной из первых из нефтегазовой отрасли утвердила стратегию цифровой трансформации до 2030 года. В ней отражены аспекты развития каждого направления нефтегазового бизнеса. По итогу завершения цифровая трансформация должна обеспечить сокращение расходов всех этапов разработки месторождений, а также повысить надежность, безопасность и экологичность активов. [8].

Для успешного прохождения процесса цифровой трансформации компания ПАО «Газпром нефть» утвердила создание дирекции по цифровой трансформации и в 2020 году произвела трансформацию двух телекоммуникационных компаний, тем самым, создав собственный ИТ-кластер на базе которого будет происходить внедрение всех цифровых технологий: Газпромнефть Цифровые решения (ранее ИТСК – Информационно-

технологическая сервисная компания) и Газпромнефть Информационно-Технологический оператор (ранее ННГС – Ноябрьскнефтегазсвязь).

Телекоммуникационные компании, как лидеры современного информационного рынка имеют в своей основе два ключевых фактора: квалифицированный персонал и современные технические средства. Основываясь на данном базисе, дальнейшим верным шагом в организации будет внедрение продуктового подхода и разработка новых сервисов для заказчиков.

Синергия телекоммуникационной отрасли и нефтегазовой промышленности отразится в развитии инновационных направлений.

1. Облачные технологии. Большой объем информации и необходимость оперативного доступа к ней без привязки к статичному рабочему месту.
2. Промышленный интернет вещей. Создание платформы на основе межмашинного взаимодействия, упростит задачу по мониторингу и контролю, сбору телематических данных и иной информации с удаленных месторождений и трубопроводов.
3. Аналитика больших данных. Сегодня информация является основой всех долгосрочных планов. Сбор данных является повышением актива компании подобно финансовым вложениям. Анализ и построение прогноза по этим данным позволяет упростить промышленные процессы, предусмотреть риски и снизить издержки при выполнении различных технологических процессов.
4. Носимые устройства дополненной реальности. Дополненная реальность повысит скорость принятия решений на местах, предоставив информацию в графическом виде всем участникам проекта.
5. Роботизация. Находясь в экстремальных климатических условиях и на удаленном расстоянии, применение робототехники упростит задачу операторов и полностью позволит исключить человека из производственного процесса после прохождения цифровой трансформации.

Перечисленные современные цифровые технологии создают условия для реинжиниринга и оптимизации бизнес-процессов. Тем самым позволяя сократить издержки во всех цепочках создания стоимости.

Сокращение издержек в условиях текущего кризиса является наиболее актуальной задачей. Сейчас действительно существует риск полного отказа от традиционных бизнес-процессов и замещения их цифровыми.

Результаты цифровой трансформации 2019 года в компании ПАО «Газпром нефть» приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Продукты цифровой трансформации ПАО «Газпром нефть».

2019г. **Внедренные**	**2030г.** **Планируемые**
Внедрен искусственный интеллект в геологоразведке	Сокращение на 30% времени проведения геологоразведки;
Утверждено 30 программ цифровой трансформации	Сокращение на 30% стоимости геологоразведки;
Реализована цифровая система управления арктической логистикой «КАПИТАН»	Оптимизация сроков получения первой нефти с месторождений;
Существует 100 % цифровой клиент	Скорость реализации крупных проектов добычи нефти должна вырасти на 40%;
Внедрена аналитическая платформа управления данными	Сокращение на 10% расходов на управление производством
Реализация проекта «Цифровое технологическое видение»	Реализация проекта «Индустрия 4.0»
Портфель цифровой трансформации составил 5% от совокупной инвестиционной программы ПАО «Газпром нефть»	
Получена дополнительная прибыль в 7,2 млрд рублей	

Компания продолжит заложенный вектор развития и с 2022 года планирует получить рост экономических показателей EBITDA на 3-5%, за счет продолжения процесса цифровой трансформации [8].

Положительные результаты цифровой трансформации в компаниях крупного бизнеса подтолкнут представителей среднего и малого бизнеса также перейти к этим процессам.

Список используемых источников

1. Макаров В.В., Старкова Т.Н., Устриков Н.К. Цифровая экономика: эволюция, со стояние и резервы развития /Журнал правовых и экономических исследований. 2019. № 4. с. 222-229.

2. Блатова Т.А.., Макаров В.В., Шувал-Сергеева Н.С. Количественные и качественные аспекты измерения цифровой экономики/ Радиопромышленность. 2019. № 4. с. 63-72.

3. Цифровые дивиденды. URL: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/ 10986 /23347/210671RuSum.pdf (дата обращения 21.11.2020)

4. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы URL: http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf С. 4 (дата обращения 21.11.2020)

5. Грибанов Ю.И., Репин Н.В. Перспективы IT-аутсорсинга в цифровой экономике. URL:http://www.e-rej.ru/Articles/2018/Gribanov_Repin.pdf. Россия 2025: от кадров к талантам. С. 4 (дата обращения 22.11.2020)

6.Банке Барт Аналитический отчет BCG. Vlast.kz URL: https://vlast.kz/corporation/24539-cifrovizacia-biznesa.html (дата обращения 22.11.2020)

7. Отчет Массачусетского технологического института: Digital Transformation: A RoadMap For Billion-Dollar Organizations. 2011

8. Андрей Белевцев: «Цифровая трансформация «Газпром нефти» уже принесла бизнесу миллиарды рублей» URL: https://digital.gazprom-neft.ru/about-news?id=68 (дата обращения 23.11.2020)

УДК 004.6
ГРНТИ 20.53.19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОТТОКА КЛИЕНТОВ ОПЕРАТОРА СОТОВОЙ СВЯЗИ

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

Для телекоммуникационных компаний повышение лояльности и удержание клиентов являются приоритетными направлениями деятельности, так как конкуренция высока и абоненты легко переходят от одного оператора связи к другому. Статья посвящена проблеме заблаговременного выявления клиентов, наиболее склонных к оттоку, основываясь на закономерностях, полученных в результате анализа накопленных данных о клиентах. Описаны этапы решения задачи анализа данных.

отток клиентов, сотовый оператор, big data, большие данные, анализ данных.

Большие данные (англ. *Big Data*) – это структурированные и неструктурированные данные огромных объемов и разнообразия, а также методы их обработки, которые позволяют распределенно анализировать информацию. Одни из самых крупных владельцев больших данных в России – это операторы связи, через чьи системы ежедневно проходят потоки информации о многих миллионах абонентов. Анализ больших массивов данных может вывести применение маркетинговых инструментов на совершенно новый уровень.

Абоненты, пользуясь услугами связи, оставляют о себе данные разного рода, например:

- данные, полученные при заключении договора (ФИО, пол, паспортные данные);
- данные о пополнениях счета (сумма, периодичность);
- данные о списаниях со счета (сумма, периодичность);
- детализация голосового и data-трафика;
- детализация и содержание SMS;
- данные о посещении сайтов;
- данные об устройстве;
- данные о геолокации;
- информация о подключенных услугах и сервисах;
- количество попаданий в блокировку и причины блокировки;
- данные об обращениях клиента;
- индекс лояльности.

В результате анализа этих данных, можно получить полное представление о структуре клиентской базы и характеристиках отдельных клиентов:

- интересы;
- круг общения;

- данные о доходах;
- демографические данные;
- данные о перемещениях, месте проживания и работы.

Анализ данных включает в себя совокупность методов и средств сбора, обработки данных, а также обнаружение закономерностей, трендов и аномалий с целью извлечения из данных знаний и информации для принятия решений. Задачи анализа данных подразумевают несколько взаимосвязанных этапов (рис. 1).

Рис. 1. Этапы решения задачи анализа данных

Этап 1. Определение цели и постановка задачи исследования. Постановка задачи является определяющим этапом, от которого зависит весь ход анализа. Данный этап начинается со стадии формулировки цели всего исследования. Понимание цели исследования и коммерческих ожиданий бизнес-стороны очень важно.

Этап 2. Сбор данных и анализ источников. Исходя из поставленной цели, определяется состав данных, которые необходимо собрать для последующей обработки и анализа. Данные могут быть в разных форматах, от текстовых файлов до таблиц баз данных. Внутри компании данные могут храниться в базах данных, хранилищах данных, витринах данных и озерах данных. Информация может храниться и в обработанном виде и в естественном, необработанном формате.

Этап 3. Подготовка данных: очистка, интеграция и преобразование. Данные, полученные на предыдущем этапе, могут содержать ошибки, аномалии, расхождения и скорее всего будут в различных форматах. Все ошибки необходимо исправить и подготовить данные до перехода к этапу исследования.

Очистка данных представляет собой процесс, направленный на устранение ошибок в данных. Процесс интеграции заключается в комбинировании данных из разных источников. Процесс преобразования данных может включать сокращение количества переменных, а также переход к вспомогательным переменным.

Этап 4. Исследовательский анализ данных. На данном этапе происходит углубленное изучение данных. Для понимания данных и взаимодействий переменных чаще всего применяются графические методы: графики, диаграммы и сетевые графы. На практике помимо методов визуализации данных используются: сведение в таблицы, кластеризация и другие методы моделирования. На этом шаге можно заметить аномалии, упущенные на предыдущем этапе, и исправить их.

Этап 5. Построение моделей. После того как фаза исследования данных завершена, данные очищены и хорошо изучены, можно переходить к построению моделей. Выбираются метод моделирования и переменные для включения в модель. В ходе анализа строится несколько моделей и затем выбирается лучшая на основании нескольких критериев.

Этап 6. Представление результатов и автоматизация. После того как данные проанализированы и построена эффективная рабочая модель, полученные результаты можно представлять заказчикам и использовать для построения приложения, которое будет автоматически анализировать данные [1].

Одним из направлений деятельности оператора связи, основанных на анализе больших данных, является минимизация оттока клиентов. Отток клиентов – это процесс отказа отдельных клиентов от приобретения товаров или услуг компании. При массовом характере отток клиентов способен нанести значительный финансовый ущерб компании, поэтому доля оттока клиентов рассматривается как один из ключевых бизнес-показателей, который отслеживается и анализируется. Кроме того, отток клиентов из компании не только наносит ей ущерб, но и улучшает положение конкурентов, так как клиенты не просто отказываются от услуг одной компании, а с большой вероятностью становятся клиентами компании-конкурента.

Привлечение новых клиентов влечет большие затраты, а имеющиеся клиенты со временем окупились и уже приносят компании прибыль. Чтобы минимизировать затраты на удержание, необходимо выделить группу клиентов, наиболее склонных к оттоку. Наиболее эффективно это можно сделать применяя технологии интеллектуального анализа данных и машинного обучения [2].

Интеллектуальный анализ данных позволяет выявлять скрытые взаимосвязи, значимые корреляции и закономерности (шаблоны и тенденции) внутри больших наборов данных, необходимые для принятия решений. Проанализировав таким образом данные о клиентах, уже ушедших в отток, можно построить предиктивную модель, которая позволит заблаговременно выявлять клиентов, наиболее склонных к оттоку.

Задача построения такой предиктивной модели оттока является задачей бинарной классификации. Необходимо определить принадлежность клиента к одному из двух классов: лояльных к компании и склонных к оттоку. Для решения поставленной задачи можно использовать один из следующих методов машинного обучения:

- метод *k*-ближайших соседей;
- логистическая регрессия;
- наивный байесовский классификатор;
- дерево принятия решений;
- случайный лес;
- метод опорных векторов;
- градиентный бустинг;
- XGBoost;
- нейронные сети.

Таким образом, при грамотном применении технологий *Big Data*, интеллектуального анализа данных и машинного обучения компания получает значительные преимущества перед конкурентами. Создание предиктивной модели оттока позволит с высокой точностью выявлять клиентов, наиболее склонных к оттоку, для проведения последующих мероприятий, связанных с удержанием: обзвон клиентов, предложение выгодных тарифных планов, услуг и скидок.

В заключение также стоит отметить, что использование аналитических методов и современных технологий само по себе не способно сократить отток клиентов. Аналитика позволяет предсказать поведение клиентов, но результат становится заметным только тогда, когда компания оперативно реагирует на изменения в поведении клиента и способна это поведение менять, реализуя новые предложения и кампании в соответствии с ожиданиями и потребностями клиентов [3].

Список используемых источников

1. Силен Дэви. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных : пер. с англ. Матвеев Е. — СПб.: Питер, 2017. — 336 с.

2. Мхитарян С.В., Тультаев Т.А., Тультаева И.В., Андреев С.Н. Управление оттоком клиентов в условиях цифровой экономики [Электронный ресурс] // Креативная экономика : научно-практический журнал. 2018. Том 12. N 10. С. 1661-1672. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-ottokom-klientov-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki/viewer (дата обращения 05.11.2020)

3. Панов В.А. Исследование применимости модели бинарного выбора при анализе оттока в телекоммуникационной отрасли [Электронный ресурс] // Стратегии бизнеса : электронный научно-экономический журнал. 2019. N 11. С. 20-22. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-primenimosti-modeli-binarnogo-vybora-pri-analize-ottoka-v-telekommunikatsionnoy-otrasli/viewer (дата обращения 16.11.2020)

УДК 004
ГРНТИ 20.53.21

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ В КОМПАНИЯХ

В.С. Елагин С.В. Пинковская
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

Информационные системы бизнес-аналитики внедряются для оптимизации и визуализации сбора и обработки необходимых данных в реальном времени с простым и удобным интерфейсом. Одно из основных достоинств этих систем состоит в предоставлении информации в соответствии с актуальностью возникшего запроса в виде приложений и стандартных аналитических отчетов с обязательной возможностью их детализацией. Данные информационные системы помогают своевременно выявлять закономерности, осуществлять мониторинг достижения поставленных целей, моделировать сценарии развития и помогать выбирать оптимальные решения.

Главной целью работы является рассмотрение основных проблем внедрения информационных систем бизнес-аналитики в компании, связанные с постановкой целей и задач перед системой, с качеством и полнотой данных, проблемы с методологией оценки результатов деятельности компании.

информационные системы, бизнес-аналитика, внедрение, оптимизация, информация, данные.

Для успешного функционирования на рынке, не зависимо от ее размера и формы собственности, компания должна оперативно адаптироваться к быстроменяющимся условиям рынка. Для этого требуется актуальная и достоверная информация о текущем состоянии и прогнозе дальнейшего развития рынка и деятельности компании. Объем информации и источники ее получения, которые требуются менеджерам для подготовки и контроля реализации бизнес-решений в компаниях в последние годы неуклонно возрастает. Для получения быстрого и детально проработанного решения требуется получение и соответствующая подготовка огромного объема данных из различных источников, которая включает в себя не только структуризацию, но и расчет различных показателей и их анализ.

Современные BI-системы предназначены для решения таких задач. В отличие от стандартных систем отчетности они включают в себя широкие возможности для построения запросов, создания отчетов, визуализации данных и простой обработки полученных результатов непосредственно менеджерами и аналитиками, не являющимися специалистами в области ИТ. Кроме того, они позволяют предоставлять информацию, результаты анализа и отчеты дифференцировано по уровню управления, занимаемой должности и набора решаемых задач. В конечном итоге, при внедрении систем бизнес-анализа значительно повышается эффективность управления и компании становятся более конкурентоспособными благодаря быстрой адаптации к меняющимся условиям рынка.

Следует отметить, что внедрение информационных систем бизнес-анализа - это очень сложный и дорогостоящий процесс, который сопровождается множеством проблем. Пренебрежение к решению этих проблем приводит к тому, что компании не получают должного результата от использования программного продукта.

Проблемы и ошибки внедрения *BI*-систем можно разделить на типичные, которые характерны для внедрения любых бизнес-приложений, и специфические, которые определены информацией, как ресурсом управления, и подходами к оценке деятельности компании.

Из числа типичных проблем следует выделить группу проблем, связанных с управлением проекта и поддержкой его внедрения в компанию со стороны руководства и коллектива. Другая группа проблем связана с выбором BI-системы, соответствующей деятельности компании, а также команды, которая будет его внедрять и проводить адаптацию в соответствии со спецификой компании.

К специфическим проблемам внедрения информационных систем бизнес-анализа относятся вопросы, связанные с информацией: синхронизацией, интеграцией и качеством данных, информационными процессами в компании и системой оценочных показателей, которые она использует.

Первоначальной и наиболее серьезной проблемой внедрения информационных технологий в деятельность компании, по мнению большинства исследователей, является ***отсутствие у компании стратегии развития***. Стратегия позволяет компании определить направление концентрации своих усилий и последовательные шаги по обеспечению достижения поставленных целей. Логичным продолжением в рамках стратегии развития является в этом случае определение целей внедрения информационных систем и влияния результатов их внедрения на общие результаты деятельности компании. Перед выбором и внедрением *BI*-систем, в рамках общего развития компании необходимо определить круг задач, которые они будут решать.

Четкое определение целей и задач внедрения проекта поможет выбрать оптимальные инструменты для их решения и обеспечит понимание со стороны конечных пользователей: как со стороны менеджмента, так и со стороны исполнителей. Тем самым, появляется высокая вероятность поддержки проекта со стороны руководства на всех уровнях управления, что является существенным фактором успеха. Кроме того, это позволяет решать проблемы адаптации *BI*-систем, которые связаны с управлением сопротивлением со стороны персонала к инновациям и преодоления культурных противоречий.

В компаниях, не имеющих проработанной стратегии развития, осуществляется лишь оперативное управление. Менеджмент компании не имеет общей согласованной системы разработки управленческих решений. Как результат - решение о внедрении информационной системы бизнес-анализа принимается для какой-либо конкретной задачи. По мере развития компании возникает необходимость расширения области применения BI-систем. В

результате возможно появление существенных пробелов в автоматизации деятельности компании, а также разрозненность и несогласованность отдельных информационных блоков и ряд других проблем. Их ликвидация требует много времени и средств, однако нужный результат, вероятнее всего, не будет достигнут.

Аналитическая компания *Gartner* на основании проведенных в марте 2020 года исследований отмечает: «Производители стремятся продавать узкоспециализированные решения в области аналитики, что приводит к фрагментированным, нишевым проектам внедрения, использующим лишь тактические возможности вместо выработки оптимальной стратегии с широким охватом» [6].

Внедрение фрагментарных проектов ведет к провалу BI-проектов для компаний их приобретающих. По прогнозам *Gartner*, к 2022 году технологии расширенной аналитики будут распространены повсеместно, однако лишь 10% аналитиков будут использовать весь потенциал технологии.

Таким образом, отсутствие единой, проработанной и документированной *BI*-стратегии существенно снижает возможность полноценного системного использования информационных систем. Без нее развитие *BI*-системы становится лишь последовательностью узконаправленных и слабо взаимосвязанных проектов, не приближающих компанию к достижению ее стратегических целей.

Информация является важным управленческим ресурсом. Рассмотрим наиболее существенные факторы, связанные с информацией, которые влияют на качество управленческих решений и могут повысить или снизить эффективность работы информационной системы бизнес-аналитики.

В процессе работы компании сотрудники принимают решения не всегда на основе полной информации. Кроме того, данные могут поступать из разных источников и иметь различный уровень детализации, быть несопоставимыми. Такие проблемы исходных данных, которые сложились в компании, обычно компенсируются того, кто работает с информацией профессиональным опытом и квалификацией. На этапе внедрения учетных систем данная проблема может привести к существенному снижению качества информации и доверию к ней сотрудников.

Здесь особенно важно решение вопросов сбора и обработки исходных данных. Необходимо продумать, какая информация будет задействована для обработки запросов и формирования отчетов сейчас, какие данные могут потребовать в дальнейшем, с какой частотой необходимо синхронизировать данные, а также как будет осуществляться детализация, консолидация, очистка данных. Без стандартизации данных есть риск получать некорректные результаты.

На этапе подготовки проекта требуется оценить адекватность учетного процесса, процедур контроля качества данных и поддержания единства нормативно-справочной информации. Наиболее характерные направления работы по данной проблеме представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Описание и решение проблем качества данных

Проблема	Характеристика проблемы	Решение
Отсутствие единых справочников	Информация поступает из различных источников с разным уровнем детализации данных	Внедрение маппингов трансляции справочных данных для разных источников
Архивные данные из старых систем	Отчеты составлены строго по определенным требованиям и выгружаются только в формате excel.	Решение по отбору наиболее существенной информации для будущих решений, и поиск дополнительных источников для их детализации
Непрозрачность данных, собранных от обособленных представителей и подразделений	Это агрегированные отчеты, в которых недостаточно детализации и сложно оценить достоверность данных	Запрос дополнительных данных для уточнения и анализа изменений существенных показателей
Сбор данных из Интернет	Большие массивы неструктурированных данных из непроверенных источников	Дополнительный отбор после проверки достоверности и детализации

Как отмечают специалисты, для получения значимых результатов от работы BI-систем требуется использование стандартизированных данных. Данные являются фундаментальным компонентом любой BI системы. Компаниям необходимо привести свои хранилища данных в строгий порядок прежде, чем они смогут начать извлекать необходимую информацию и доверять полученным результатам.

Методология расчета показателей деятельности компании – еще одна ключевая проблема, которую следует решить при внедрении информационных систем бизнес-аналитики. Многие компании при внедрении считают, что интегратор сможет за них все посчитать. Действительно существует огромное количество уже устоявшихся наборов показателей, применяемые в различных отраслях. Интеграторы имеющие большой портфель успешных внедрений в узкой отрасли, могут рекомендовать показатели, наиболее часто используемые другими компаниями. Однако важно компании правильно определить состав своих уникальных показателей, в зависимости от отрасли и принятой внутренней системы управленческой аналитики.

Для обеспечения условий принятия решений с использованием информационных систем бизнес-аналитики до начала внедрения необходим как минимум следующий набор действий:

- Анализ процесса принятия решений руководителем соответствующего уровня управления.
- Определение перечня информации, которая требуется менеджеру для оптимизации принятия оперативных управленческих решений.

- Уточнение показателей эффективности, которые имеют наибольшее значение для бизнеса.
- Обеспечение контекста, который влияет на показатели эффективности

В заключение отметим, что *BI*-система – это не набор новых отчетов, а дальнейшее усовершенствование всей системы принятия решений. Только при хорошем планировании и комплексной проработке по цепочке Данные – Процессы – Методология – Технология информационная система бизнес-аналитики поможет не просто решить локальные задачи, но и сможет повысить эффективность бизнеса компании вывести ее на новый уровень.

Список используемых источников

Статьи в журналах

1. Jennifer L. “9 Common BI Software Mistakes (and How to Avoid Them)” URL: http://www.cio.com/article/2464167/business-intelligence/9-common-bi-sof tware-mistakes-and-howto-avoid-them.html.
2. Ryan M. “Business Intelligence Def initions and Solutions” URL: http://www.cio.com/article/2439504/business-intelligence/business-intelligence-def inition-andsolutions.html
3. Беляева Е.Т. Проблемы системы Business Intelligence // Экономические науки, Евразийский Научный журнал 2016 (январь) 4с.
4. Андрей Байбутов «6 этапов грамотного внедрения BI-системы» [Электронный ресурс]. URL: https://www.e-xecutive.ru/management/itforbusiness/1986733-6-etapovgramotnogo-vnedreniya-bi-sistemy
5. Внедрения BI в России: типичные ошибки [Электронный ресурс]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/
6. Here’s Why Many Business Analytics Projects Will Fail: Gartner [Электронный ресурс] URL: https://www.crn.com/slide-shows/applications-os/here-s-why-many-business-analytics-projects-will-fail-gartner/4
7. Митрович С. Проблемы и тенденции внедрения технологий бизнес-интеллекта в процесс экономического анализа в России и за рубежом // Финансы и управление. – 2019. – №2 .– С.1-16.DOI: 10.25136/2409-7802.2019.2.28524 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=28524/

УДК 658.27
ГРНТИ 90.01.85

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБМЕНА ДАННЫМИ О ПОВЕРКЕ СИ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МЕТРОЛОГИИ

К. В. Золотухин, Е. А. Скорнякова
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Рассмотрены предпосылки цифровой трансформации метрологии. Проанализирован процесс передачи данных о поверках средств измерений в ФГИС «Аршин» на рассматриваемом предприятии. Определены меры по улучшению данного процесса.

цифровая трансформация, поверка, средство измерений, ФГИС «Аршин».

Четвертая промышленная революция требует изменений не только на промышленных предприятиях, цифровая трансформация должна затронуть все сферы. Существенные преобразования в отраслях экономики направлены на поиск, разработку и внедрение новых промышленных технологий и инноваций, актуальным является цифровизация, с помощью которой достигается рост производительности труда и эффективность использования ресурсов.

Цифровизация – это фундамент технологических преобразований и модернизации в экономике, что подтверждают разработки национальных программ цифровизации и стратегий цифровой трансформации.

В Российской Федерации цели, связанные с цифровизацией, носят стратегический характер и закреплены в Указе Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Главным образом, к рассматриваемой теме относится 11 пункт данного указа.

Основной инициативой в области цифровизации является национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», принятая в 2017 году и трансформированная в 2018 году в национальный проект. Программа включает шесть федеральных проектов, представленных на рисунке 1. Ключевым проектом для сферы обеспечения единства измерений (далее - ОЕИ) является «Нормативное регулирование цифровой среды» [1].

Мероприятия национальной программы, среди прочего, направлены на стимулирование создания и внедрения цифровых технологий в сектора экономики и социальной сферы. Данный федеральный проект предусматривает разработку и принятие ряда нормативных правовых актов, направленных на устранение барьеров, препятствующих развитию цифровой экономики. В планы проекта также включено урегулирование вопросов идентификации в цифровой среде субъектов правоотношений, электронного документооборота, а также оборота данных (в т.ч. персональных).

Цифровая трансформация экономики РФ включает и цифровую трансформацию в сфере ОЕИ. Так, 24 сентября 2020 года вступила в силу новая редакция 102-ФЗ (согласно Федеральному закону от 27 декабря 2019 г. № 496-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон № 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений") (далее – Закон), которая наряду с многими аспектами, в том числе, устанавливает для аккредитованных организаций на право проведения поверки обязанность передавать данные во ФГИС «Аршин», при этом теперь подтверждением результатов поверки становится не выдача свидетельства о поверке, а публикация результатов поверки во ФГИС «Аршин» [2, 3].

Исследование процесса передачи данных о результатах поверки СИ проводились в Научно-исследовательском институте оптико-электронного приборостроения (далее АО «НИИ ОЭП»).

В АО «НИИ ОЭП» функционирует метрологическая служба, обеспечивающая контроль разработки и производства оптико-электронных приборов различного назначения, использующая эталонную базу, специализированные средства измерений и испытательное оборудование на различных стадиях жизненного цикла разработок [4].

В общем виде структура метрологической службы АО «НИИ ОЭП» представлена на рисунке 1.

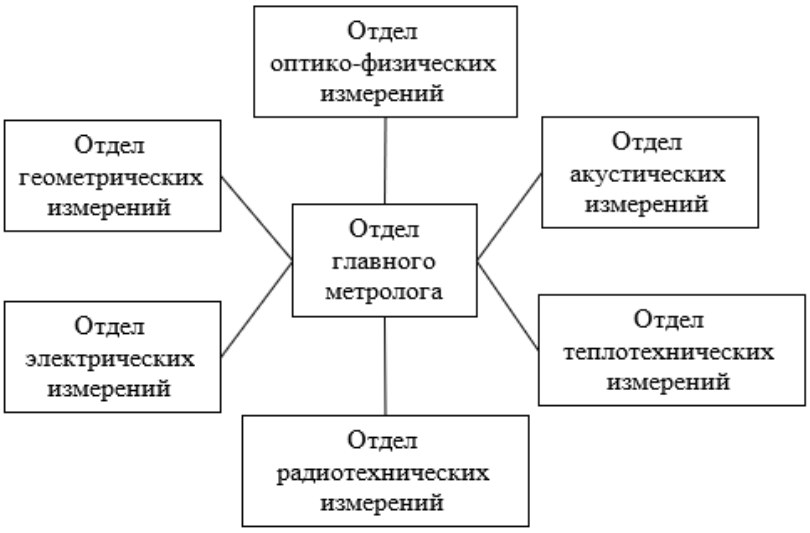


Рис. 1. Структура метрологической службы

С целью улучшения процесса передачи данных о поверке СИ был проведен структурный анализ исследуемого процесса с использованием методологии IDEF0. Для иллюстрации процесса было использовано приложение Ramus. Верхний уровень процесса представлен на рисунке 2. Декомпозиция верхнего уровня процесса поверки СИ приведена на рисунке 3.

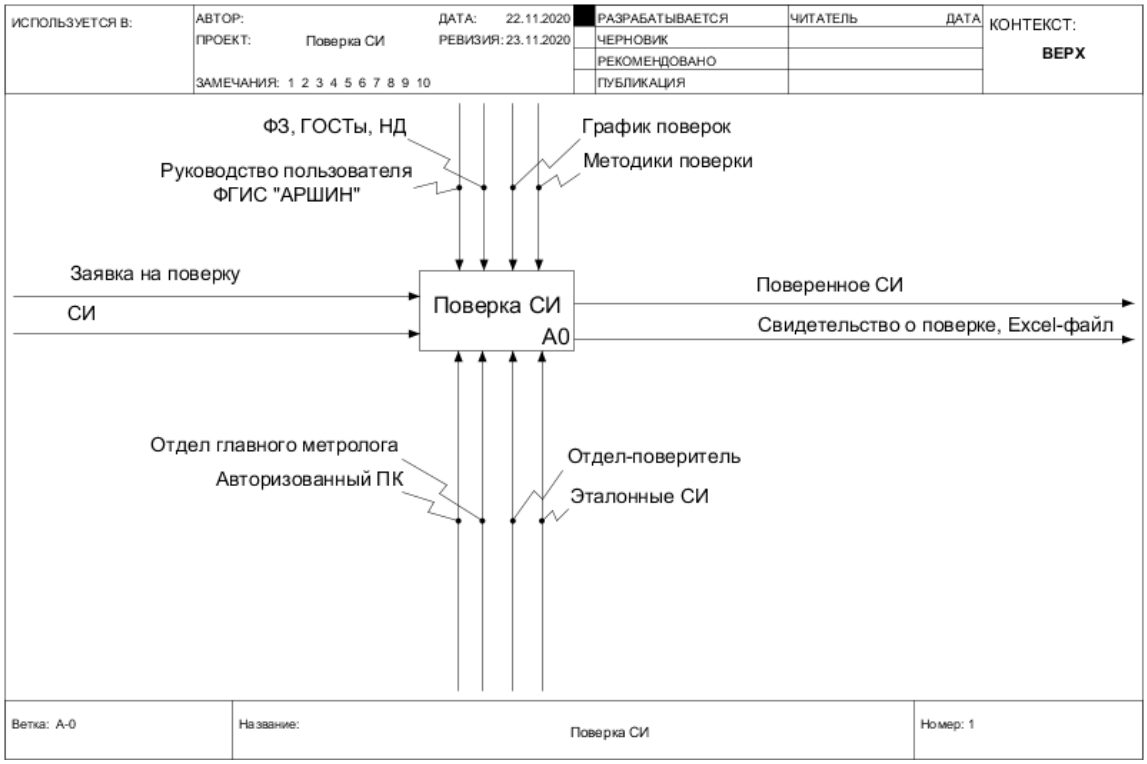


Рис. 2. Верхний уровень процесса поверки СИ

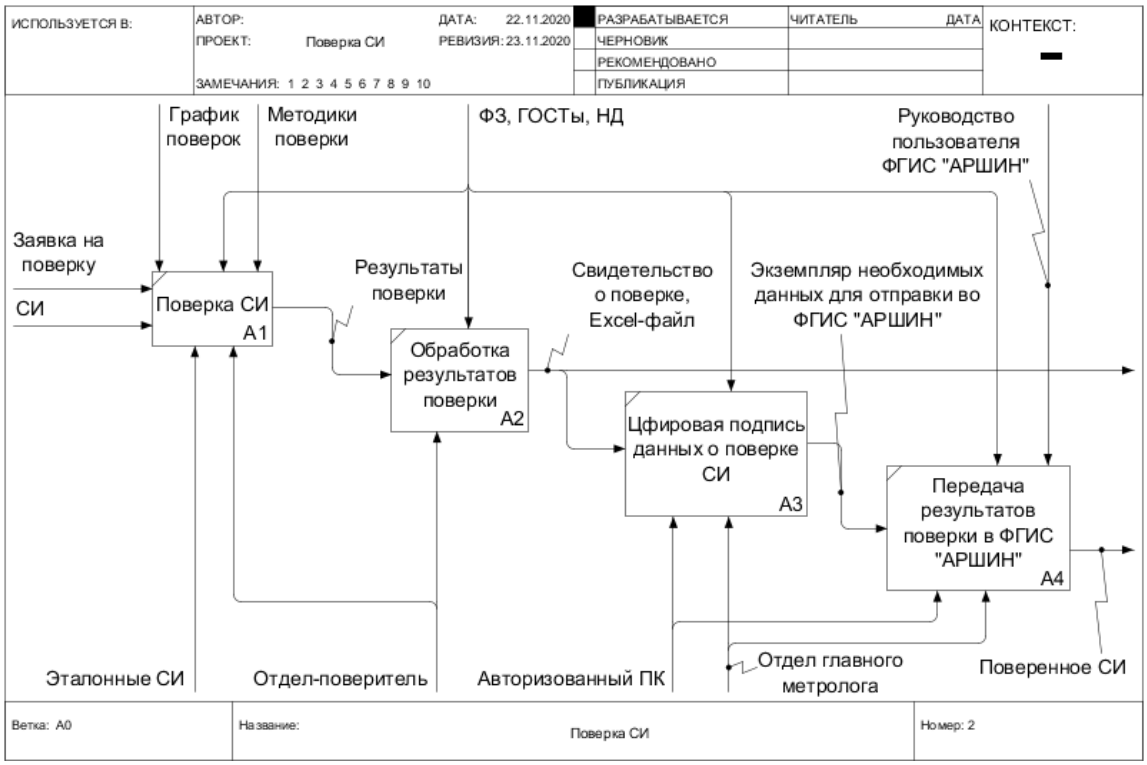


Рис. 3. Декомпозиция верхнего уровня

Результаты поверки оформляются отделами – поверителями в виде свидетельств о поверке. Также, данные о поверке СИ вносят в файл формата XLS (Microsoft Exel) и передают из отделов- поверителей на электронную подпись в отдел главного метролога (узел А2), с помощью локальной компьютерной сети (внутренней почте), либо на флеш- накопителе. Формат заполняемых и подписываемых данных Excel представлен на рисунке 4.

I	J	K	L	M	N	O	P
Дата поверки СИ.	Дата следующией поверки.	нет то ставит	Методика поверки.	значение	ерке в слу	ывается ес	дения. Н
CalibrationDatePOV	NextcheckDatePOV	MarkCipherP	DocPOV	Deprcatec	NumCertf	NumSvidF	PrimPO
01.11.2018	31.10.2019	Нет данных	МИ 1202-86	Пригодно	135/р-18		
01.11.2018	31.10.2019	Нет данных	МИ 1202-86	Пригодно	136/р-18		
02.11.2018	01.11.2019	Нет данных	ГОСТ 8.497-85	Пригодно	137/э-18		
02.11.2018	01.11.2019	Нет данных	ГОСТ 8.311-78	Пригодно	150/р-18		
07.11.2018	06.11.2019	Нет данных	МИ 1202-86	Пригодно	139/э-18		
07.11.2018	06.11.2019	Нет данных	МИ 1202-86	Пригодно	140/э-18		
08.11.2018	07.11.2019	Нет данных	ГОСТ Р 8.683-2009	Пригодно	151/р-18		
08.11.2018	07.11.2019	Нет данных	ГОСТ Р 8.683-2009	Пригодно	152/р-18		
09.11.2018	08.11.2019	Нет данных	методика поверки ТД	Пригодно	154/р-18		
09.11.2018	08.11.2019	Нет данных	ГОСТ 8.409-81	Пригодно	141/э-18		
12.11.2018	11.11.2019	Нет данных	МИ 1202-86	Пригодно	142/э-18		
12.11.2018	11.11.2019	Нет данных	ГОСТ Р 8.683-2009	Пригодно	153/э-18		

Рис. 4. Фрагмент Excel- файла

Предоставление данных в отдел главного метролога и загрузка данных во ФГИС «Аршин» осуществляется по мере проведения поверок СИ и не превышает срок, установленный в подпункте «г» пункта 2 Приказа от 28 декабря 2018 года № 5329 «О внесении изменений в приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», который составляет 2 месяца с момента выполнения работ по поверке СИ.

В результате проведенного анализа процесса выявлены следующие проблемы:

1) данных о результатах поверки СИ передаются каждым из отделов - поверителей в отдел главного метролога в виде файлов Excel;

2) после вступления в силу новой редакции Закона изменился формат загружаемых во ФГИС «Аршин» данных (ранее использовались csv- файлы, теперь это xml);

3) на предприятии отсутствует ПО, позволяющее «пакетно» загружать сведения во ФГИС «Аршин» (например, таких как ИС «Метрология», «АйФонд 3.0/4.0», «Метрология 3.0» и т.п.), как следствие, загружать данные о поверке СИ приходится вручную через авторизованный в системе компьютер главного метролога;

4) ввиду отсутствия средств автоматизации в исследуемом процессе высока вероятность возникновения ошибок, вызванных человеческим фактором.

На основе анализа нормативных документов, в частности Закона, и анализа процесса работы метрологической службы АО «НИИ ОЭП», целью дальнейшей работы является разработка средств автоматизации для совершенствования процесса обмена данными в АО «НИИ ОЭП», позволяющего хранить и преобразовывать данные о результатах поверок СИ в формат XML для последующей загрузки во ФГИС «Аршин».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– провести более глубокий анализ процессов метрологической службы АО «НИИ ОЭП» (провести дальнейшую декомпозицию узлов А2 «Обработка результатов поверки» и А3 «Цифровая подпись данных о поверке СИ»);

– провести оценку возможности внедрения средств автоматизации для улучшения исследуемого процесса;

– выбрать наиболее подходящее из существующих или разработать новое программное обеспечение для решения выявленных проблем;

– стандартизировать исследуемый процесс передачи данных о результатах поверки СИ.

Список используемых источников

1. Туровец Ю. В., Вишневский К. О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 3. С. 78–96.

2. Яшин А. В. Информационная составляющая системы обеспечения единства измерений в условиях цифровой трансформации. Развитие ФГИС «АРШИН»: [Электронный ресурс] URL https: // metrob.ru / assets / files / konferenciya2020 /informacionnaya - sostavlyayushhaya - sistemy - obespecheniya - edinstva - izmerenij - v -usloviyah - cifrovoj - transformacii. - razvitie - fgis - arshin.pdf (Дата обращения: 17.11.2020).

3. Епифанцев К.В., Волкова Ю. В. Возможности применения ФГИС «АРШИН» для мониторинга метрологических мероприятий в сборнике: проблемы современных интеграционных процессов и поиск инновационных решений. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак. 2020. С. 109-112.

4. Официальный сайт АО «Научно-исследовательский институт оптико-электронного приборостроения» [Электронный ресурс] URL http://www.niiki.ru/pages/n-k-isp-metrol.html (Дата обращения: 17.11.2020).

УДК 65.015.13
ГРНТИ 06.81.12

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

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

Цифровая трансформация бизнеса – это процесс, который происходит уже довольно продолжительное время. Однако, пандемия Covid-19, сильно ускорила переход бизнеса к использованию цифровых решений. В текущих реалиях компаниям приходится адаптироваться и заниматься трансформацией или находится в состоянии простоя.

цифровая трансформация бизнеса, пандемия, приложения, цифровые продукты

С начала 2020 года происходит самый большой переход на использование цифровых продуктов. Связано это в первую очередь с пандемией COVID-19.

Перед компаниями встал выбор – либо они активно занимаются трансформацией компании, либо работают в режиме простоя и теряют своих клиентов.

Для начала необходимо разобраться что же такое цифровая трансформация.

Впервые данный термин стали использовать в конце 20 века, когда цифровые продукты стали значительно менять способы работы предприятий. Итак, цифровую трансформацию можно определить, как переосмысление способов организации работы бизнеса для эффективного взаимодействия с клиентами за счет использования современных технологий.

По данным исследования KMDA, компании в России в среднем тратят около 10% от годовой выручки на цифровую трансформацию. При этом данные инвестиции окупаются за 3 года, в среднем. Также, 30% компаний заявляют о сокращении трудозатрат и повышении эффективности бизнес-процессов.

Перевод сотрудников на «удаленку» – одна из самых ранних мер, которая произошла в текущем году. Первым среди IT-корпораций, кто выбрал для себя такой способ работы оказался Twitter Inc. Уже 12 марта компания объявила в своих блогах, что переводит всех своих сотрудников на работу из дома. А 13 мая CEO социальной сети Джек Дорси разрешил своим сотрудникам работать удаленно даже после окончания пандемии. В итоге, практически все компании, университеты и школы выбрали для себя такой способ работы.

Согласно осеннему исследованию Adventum Digital, темпы роста внедрения цифровых продуктов выросли с 10% до 50% практически во всех отраслях:

- В отраслях «электронная коммерция» и медиа наблюдается рост числа ежедневных активных пользователей с 5% до 45%
- Во всех отраслях, кроме финтеха, в марте наблюдался рост числа новых пользователей на 50% и длилось это до мая

- Среднее число событий на одного пользователя выросло в каждой отрасли. Это означает, что увеличилось как количество пользователей в сети, так и средний показатель количества времени, которое пользователи проводят в интернете.
- Наиболее заметный рост использования был у стриминговых сервисов – в среднем использование увеличилось в два раза.

Также стоит отметить, что пандемия сильно коснулась ресторанного бизнеса. Руководители кафе и ресторанов поняли, что иметь свою доставку с удобным мобильным приложением или присутствовать на агрегаторах по типу «Яндекс.Еды» или «Delivery Club» – необходимость.

В наибольшем выигрыше оказался фудтех и dark kitchen. Данный термин появился на нашем рынке совсем недавно и означает рестораны, которые работают исключительно на доставку. Наиболее яркими персонажами оказались сервисы:

- «Кухня на районе» – московский сервис по доставке еды за 30 минут, который запустился в 2019 году
- «Готово» – петербургский аналог московского сервиса с похожими условиями доставки

Причем, у вторых дела пошли очень хорошо – в конце марта они объявили, что готовы арендовать кухни вместе с персоналом до конца действующих ограничений, чем очень помогли десяткам владельцев ресторанного бизнеса.

Удаленная работа всегда сопровождается внедрением специализированных приложений в работу компании, больше всего показали себя следующие инструменты:

- Zoom – услуги удалённой конференц-связи с использованием облачных вычислений
- Slack – корпоративный мессенджер, который обладает возможностью интеграции с большим количеством внешних сервисов
- Jira – программный продукт, созданный специально, что бы управлять проектами. Имеет большую популярность среди многих крупных и известных компаний. Jira входит в тройку лучших мировых решений по управлению проектами с 9.4 баллам удовлетворенности пользователей.
- Hubspot – CRM, которая является одним из самых популярных инструментов входящего маркетинга и поиска на рынке сегодня.
- Salesforce – CRM-система, которая отлично подходит для ведения базы клиентов, контроля сделок и документооборота

Это уже не просто инструменты, а неотъемлемая часть рабочего пространства. Процессы многих компаний построены на этих продуктах.

В заключении стоит отметить, что цифровая трансформация – обязательное условие для успешного функционирования бизнеса в дальнейшем, поскольку сегодняшние тенденции со временем будут только усиливаться.

Список используемых источников

1. vc.ru – https://vc.ru/promo/178694 https://vc.ru/growth/166822
2. Rusbace – https://rb.ru/story/what-is-digital-transformation/
3. Cyberleninka – https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-biznesa-modeli-i-algoritmy
4. Imaginovation – https://www.imaginovation.net/blog/what-is-digital-transformation-importance-for-businesses/
5. Oracle – https://www.oracle.com/cloud/digital-transformation.html
6. Talenttech – https://blog.talenttech.ru/digital-transformation-faq
7. Готово – https://rent.gotovo.ru/

Икс медиа – https://www.iksmedia.ru/news/5697703-Globalnaya-pandemiya-uskoryaet-cifr.html

УДК 004
ГРНТИ 71.01.85

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ВУЗА

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

Объем информационных ресурсов структурных подразделений вуза с каждым годом увеличивается. Несмотря на очевидную прогрессивность автоматизации и повышенное внимание к ней, внедрение автоматизированных систем осуществляется замедленными темпами. В статье рассматриваются трудности внедрения автоматизированной системы, возможные варианты решений и проводится анализ наиболее выгодного решения для дальнейшего внедрения.

автоматизированная система, процесс, управление, решения, разработка, коробочное ПО, SaaS.

Объем информационных ресурсов структурных подразделений вуза с каждым годом увеличивается. Несмотря на очевидную прогрессивность автоматизации и повышенное внимание к ней, внедрение автоматизированных систем осуществляется замедленными темпами [1].

Внедрение автоматизированной системы – трудоемкий процесс, требующий значительных временных издержек и финансовых вложений.

Количество выпускных квалификационных, курсовых работ по теме автоматизации определенной деятельности структурного подразделения или вуза имеет активную тенденцию к росту. Вузы имеют стандарты, сформированные шаблоны документов и различные регламенты, а также штатных сотрудников, занимающихся информационными системами. Но на деле все заканчивается разработкой систем бухгалтерского учета и специализированных программ для отдела кадров.

Изучение существующих процессов управления информационными ресурсами подразделения вуза, анализ возможности их автоматизации и возникающих проблем, а также предложений по их решению дает возможность выполнять все операции над информационными ресурсами с помощью автоматизированной системы.

Существует четыре варианта автоматизации (решений) (рис. 1) структурного подразделения (или вуза в целом) [2].

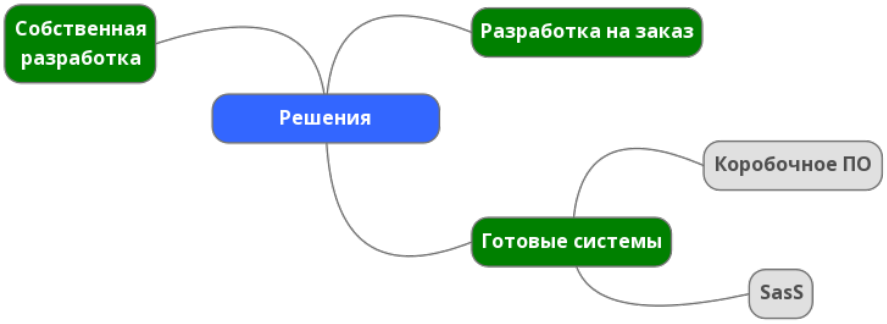


Рис. 1. Современные варианты решений

Первый вариант представляет из себя внедрение готовой отлаженной информационной системы (готового программного обеспечения в электронном виде/коробочном варианте.). Главный недостаток такого решения – стоимость. В любом учебном заведении все расходы жестко регламентированы (определены). Кроме покупки дорогостоящей информационной системы необходимы затраты на внедрение, обслуживание системы и обучение, как обслуживающего персонала, так и конечного персонала (пользователей). Второй недостаток – подведение текущих (в том числе изменение) бизнес-процессов (процессов) под некий стандарт, утвержденный производителем (разработчиком) данной автоматизированной информационной системы. Любое подведение функционирующего процесса под стандарт, влечет за собой, в первую очередь, отрицательный результат: потеря времени, повышение трудозатрат (проводимых работ, нарушение общей положительный психологической обстановки в коллективах, дублирование работы).

Второй вариант – разработка на заказ [3]. Разработка индивидуального программного обеспечения подразумевает комплексный подход, согласуемый с каждой компанией-заказчика в личном порядке. Из недостатков: срок создания полной системы заранее неизвестен, так как набор модулей системы и функциональность модулей определяет сам заказчик по мере разработки системы. Для успешного выполнения работ необходимо активное участие на этапах определения требований и согласования версий и документов компании-заказчика. Для успешного функционирования разработанной и внедренной информационной системы необходима активная позиция руководителей верхнего звена компании-заказчика. Полная документация выпускается после проведения опытной эксплуатации и внесения всех исправлений и дополнений в систему. Конечная стоимость системы зависит от требований, предъявляемых компанией-заказчиком к разрабатываемой системе.

Третий вариант – SaaS решения (рис. 2). Модель SaaS подразумевает использование готового веб-решения (программного продукта) в аренду – по подписке на тарифный план. Разработчику предоставляется доступ к платформе продукта и набору типовых модулей в режиме онлайн, непосредственно через браузер [4].

Рис. 2. Модель SaaS

К недостаткам данного варианта относится то, что большинство компаний имеют специфические бизнес-процессы, не подходящие под стандартные модели SaaS-платформы. SaaS решения используют унифицированные схемы, не поддающиеся конфигурации со стороны пользователей (клиентов). Либо доработка конфигураций стоит неоправданно дорого. Пользователям приходится подстраивать свои процессы под модель сервиса.

Использование SaaS-сервиса подразумевает ежемесячную абонентскую плату за услуги, в противном случае доступ к системе будет закрыт. Тарифы, как правило, ориентированы на количество пользователей системы, что может привести к росту абонентской платы.

Архитектура SaaS решений и подход к защите клиентских данных весьма сомнительны, не все сервисы соответствуют требованиям законодательства по защите персональных данных, и их деятельность в любой момент может быть заблокирована. Существует высокая вероятность утечки или потери данных.

SaaS решения непрерывно развиваются. Периодическое обновление может внести в решение новый функционал или убрать уже существующий и необходимый пользователям. SaaS решения могут и вообще прекратить свое существование.

Для интеграции с внешними сервисами необходимы готовые решений на используемой платформе. Сервис может запросить за разработку решения существенный бюджет, либо отказать при отсутствии технической возможности.

Четвертый вариант – разработка информационной системы силами структурного подразделения вуза [5]. На практике действительно рабочими и внедренными являются те продукты, которые были разработаны силами действующих сотрудников структурных подразделений. В большинстве случаев данные программные продукты создаются на чистом энтузиазме сотрудников в свободное от основных обязанностей время. Эти программы

разрабатываются и внедряются под уже существующие, отлаженные процессы подразделения, что приносит действительную пользу всему подразделению (повышение работоспособности). Из недостатков – для размещения и функционирования системы необходимы технические (ИТ) ресурсы компании.

Сравнение решений было проведено по бюджету (затратам) и по ключевым критериям, предъявляемым к программному обеспечению (ПО).

Согласно таблице 1, наиболее выгодными решениями являются, по возрастанию, «SaaS», «Коробочное ПО», «Разработка на заказ», «Собственная разработка».

ТАБЛИЦА 1. Сравнение решений

	Собственная разработка	Разработка на заказ	Коробочное ПО	SaaS
Кастомизация	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★☆☆☆☆
Открытый код	★★★★★	★★★★★	★★☆☆☆	☆☆☆☆☆
Размещение на своей платформе	★★★★★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆☆
Устойчивость к нагрузкам	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	★☆☆☆☆
Безопасность данных	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	★☆☆☆☆
Быстродействие	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	★★☆☆☆
Внедрение доп. функционала	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★☆☆☆☆
Интеграция внешних систем	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★☆☆☆☆
Скорость внедрения	★★★★☆	★☆☆☆☆	★★★☆☆	★★★★★

Стоимость подобных решений, у различных поставщиков, зависит от функционала, предоставляемого продуктом, от количества пользователей и размещения системы.

Для коробочных решений средняя стоимость варьируется от 30 000 ₽ до 100 000 ₽ в год на 1 пользователя.

Для SaaS решений средняя стоимость подписки варьируется от 45 000 ₽ до 500 0000 ₽ в год.

Для вариантов решений «Разработка на заказ» и «Собственная разработка» стоимость рассчитывается из требований, предъявляемых к системе, из количества разработчиков и сроков реализации с последующим внедрением.

На основе собранный данных можно построить прогноз затрат на внедрение решения (таблица 2).

Согласно сравнительному анализу, первичное внедрение для решений «Собственная разработка» и «Разработка на заказ» наиболее затратно, развитие функционала наиболее затратно для решений «SaaS» и «Коробочное ПО», а

поддержка внедренного и разработанного решения затратнее всего для «Разработка на заказ» и «Коробочное ПО».

ТАБЛИЦА 2. Прогноз затрат на внедрение решения

	Собственная разработка	Разработка на заказ	Коробочное ПО	SaaS
Первичное внедрение	▮▮▮▮▮▮▮▮▮▮	▮▮▮▮▮▮▮▮▮▮	▮▮▮▮▮▯▯▯▯▯	▮▮▯▯▯▯▯▯▯▯
Развитие функционала	▮▮▮▮▮▯▯▯▯▯	▮▮▮▮▮▯▯▯▯▯	▮▮▮▮▮▮▮▮▯▯	▮▮▮▮▮▮▮▮▮▮
Поддержка сервиса	▮▮▮▯▯▯▯▯▯▯	▮▮▮▮▮▯▯▯▯▯	▮▮▮▮▮▯▯▯▯▯	▮▮▯▯▯▯▯▯▯▯

Список используемых источников

1. В.В. Крюков, К.И. Шахгельдян. Информационные технологии в университете: стратегия, тенденции, опыт. [Электронный ресурс]. URL: http://e-campus.vvsu.ru/files/9904BE5A-576B-4EC0-806E-0ADC2E0646CB.pdf (дата обращения 03.11.2020).

2. Сравнительный анализ B2B-систем. [Электронный ресурс]. URL: https://www.stekspb.ru/complex-web-solutions/razrabotka-b2b-portalov/sravnitelnyj-analiz-b2b-sistem (дата обращения 08.11.2020).

3. Разработка программного обеспечения. [Электронный ресурс]. URL: https://altinntech.com/ru (дата обращения 09.11.2020).

4. SaaS (Software-as-a-Service). [Электронный ресурс]. URL: https://ru.bmstu.wiki/SaaS_(Software-as-a-Service) (дата обращения 13.11.2020).

5. Плюсы и минусы индивидуальной разработки программного обеспечения. [Электронный ресурс]. URL: https://advantum.ru/projects/the-pros-and-cons-of-custom-development.html (дата обращения 15.11.2020).

УДК 65.01
ГРНТИ 90.01.05

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г.С. Морокина
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Рассматривается опыт преподавания с применением дистанционных технологий в техническом университете. Возможность проведения он-лайн занятий и в удаленном доступе. Дан общий обзор применения схем для организации образовательного пространства для технических специальностей.

он-лайн, социальные сети, методическое обеспечение, качество обучения, консультации, мобильность.

Современный образовательный процесс в связи с временным переходом на дистанционное обучение показал основные преимущества и недостатки электронной системы обучения, а, также, несовершенство методики преподавания с применением дистанционных технологий. Так, с одной стороны, это требование времени -академическая мобильность студентов и преподавателей, что нельзя не принимать во внимание, а с другой стороны, жесткие требования норм времени и соответствия учебного процесса рабочим планам, расписанию, рабочим учебным программам и д.т., которые не всегда соседствуют с мобильностью. И хотя нормативные документы, как правило, содержат рекомендации по организации собственного индивидуального образовательного пространства преподавателем, но на деле существуют ограничения, которые трудно преодолеть. Поэтому возможным путем сближения этих двух проблем могло бы быть введение, например, в рабочих программах дисциплин отдельных часов для проведения занятий в дистанционном режиме или онлайн (так, называемый ДОТ – например, 20% академических часов выделяется на ДОТ). Это позволило бы повысить как внутригородскую мобильность, так и мобильность внутри страны, а, также, и международную мобильность.

В настоящее время формируется мировое образовательное пространство, выражающееся, прежде всего, в гармонизации образовательных стандартов, подходов, учебных планов, специальностей в разных странах мира. Важной задачей является повышение качества высшего образования: соответствие высшего образования международным стандартам. Повышение мобильности образовательного процесса повысило бы обмен знаниями, создание творческих преподавательских и научных коллективов, способствовало бы созданию групп для осуществления международных научно-исследовательских проектов, обменом национальными и культурными ценностями. Поэтому важно отметить, что именно интернационализация определяет развитие современной системы преподавания. И, в то же время, система преподавания должна

оставаться гибкой и мобильной. Нужно отметить, что есть очень привлекательные направления в образовании, которые способствовали бы успешному обмену студентами между государствами: гуманитарные и социальные науки, бизнес, право, строительство и многие технические науки. Технические науки стремительно выходят на ведущее место среди других направлений. Особенно эффективно применение электронных обучающих технологий для изучения сложных технических систем, дорогостоящих измерительных устройств, систем контроля или летательных технических объектов.

В настоящее время применяются следующие технологии: 1) чтение лекций и проведение практических занятий на распределенную аудиторию (преподаватель читает в режиме on-line на несколько городов, студенты сидят в аудитории и на экране видят презентации и лектора); 2) при дистанционном обучении (все учебные материалы выставлены на сайте университета), студенты и преподаватели в удобное время или по расписанию заходят на сайт и обмениваются информацией. «Web based» модель - учебный материал размещен в сети Интернет, доступен постоянно; 3) смешанная форма обучения: студенты занимаются как обычно в аудитории и заходят на сайт университета в программу Moodle, где размещен лекционный материал, практический блок, вопросы и задания, возможен обмен информацией. LMS используется как основа для обмена информацией преподаватель - студент. «Blended Model» - смешанная модель обучения при которой применяются формы типичного/традиционного обучения, интегрированные в E-learning; 4) проведение лабораторных работ в удаленном доступе по техническим программным средствам, размещенным на сервере или работа в «облаке».

Рассмотрим опыт применения электронных образовательных технологий в Санкт-Петербургском государственном университет аэрокосмического приборостроения. Сложившаяся после 16 марта 2020 ситуация в нашей стране, связанная с внезапным переходом всего университета полностью на дистанционное обучение в связи с принятыми правительством противокороновирусными мерами, позволила применить имеющийся уже в наличии арсенал средств для проведения занятий в удаленном режиме. Наличие информационного портала на корпоративном сайте университета ГУАП (http://new.guap.ru) предоставляет возможность реализовать данные технологии для обмена информацией между студентами и преподавателями с учетом требований времени: четко, оперативно и эффективно. Кроме того, это дает возможность работать не только со студентами, находящимися в Санкт-Петербурге, но и в других городах, и других странах. В основном, практически все технические устройства и программные средства были готовы и использованы для этих целей, а, также, личные устройства как студентов, так и преподавателей. Использование электронных образовательных программ: proguap (личный кабинет студента и преподавателя), портал LMS (Moodle), ZOOM, Skype, WhatsUpp показало высокую готовность студентов как направления бакалавриата, так и магистратуры работать в этом пространстве, а

также возможность применения этих электронных технологий при изучении сложных технических вопросов. Особенно актуально в тех случаях, когда нет возможности приобрести дорогостоящую технику или программное обеспечение для реализации в очных занятиях. Сочетание форм деловых игр, опроса, проверки выполненных работ и докладов при работе в аудиториях позволило бы применить полученные навыки общения онлайн.

Применение в ВУЗе единого информационного портала с реализацией выхода на внешние ресурсы дает возможность осуществить мобильное оповещение и управление образовательным пространством. Так, например, общение студентов в социальных сетях, например, ВКонтакте (VK.com) позволяет организовать очень оперативно Консультацию для большой аудитории или мгновенное оповещение о предстоящем мероприятии. Конечно, и использование WhatsUpp приемлимо, но, с учетом того, что это личная сеть, то возникают проблемы этического характера, проблемы защиты персональных данных конкретного пользователя, так как во время пандемии многократно выросли хакерские атаки и работа систем сбора данных. Сама идея размещения информации для реализации смешанной модели преподавания, когда не теряется преимущества “живого” общения лектора и студентов, позволяет актуализировать технологию экспресс-коммуникаций через интернет в виде различных занятий в электронном формате. Выбор электронной обучающей системы, корректировка программного средства для технических направлений в сочетании с аудиторными занятиями, все это позволяет использовать эффективно информационный материал. Практически реализуется, так называемая технология Flipped classroom (“перевернутая комната”), которая дает дополнительны е возможности: полученный материал предварительно изучается студентами самостоятельно и при встрече в аудитории с преподавателем обсуждаются сложные ключевые или заинтересовавшие студентов вопросы более широко. При правильном применении новых технологий это дает возможность повысить качество образования и вовлекать заинтересовано молодежь в учебный процесс с учетом уровня подготовленности и интересов (в виде форумов, докладов, деловых игр), что является не только возможностью, но и задачей современности. Здесь важным моментом является создание доброжелательной дружественной среды, имеющей индивидуальную направленность.

В порядке международного обмена опытом между ВУЗами на были проведены семинары, лекции, практические занятия и конференции в режиме он-лайн с представителями Республики Казахстан, Монголии и т.д.[1-5], были изданы учебные пособия, совместные статьи. В дополнение бакалавры и магистры ознакомились с традициями представленной страны и деятельностью студентов, культурными ценностями. Например, конференция «Образование, наука и приоритетные направления инноваций», являющаяся результатом обменом опытом между университетами по актуальным проблемам преподавания IT-технологий, подготовке кадров, конкурентно-способных на рынке труда, состоялась в Таразском инновационно-гуманитарном

университете им. М.Х. Дулати (Республика Казахстан), где автором статьи был предоставлен доклад «О возможности применения компьютерных программ в учебном процессе в программе MOODLE” на этой конференции в режиме онлайн.

Таким образом, применение аудиторного обучения студентов бакалавров и магистратуры с сочетанием элементов дистанционного обучения дает дополнительные возможности проводить занятия, развивать практические навыки, проводить совместные научные исследования и международное сотрудничество.

Список используемых источников

1.Morokina G.S., Mungunkhulug Z., Radiation individual control method in engineering/Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, №9783319956299, С.2007-2013

2.Морокина Г.С., Оюунчимэг Э. Дозовый контроль облучения персонала в горном деле/Горный информационно-аналитический бюллетень,2017, №55-1. С.440-446.

3.Морокина Г.С., Умбетов У. Основы проектирования приборов и информационно-измерительных систем (учебное пособие). Тараз, РК: Формат-принт, 2015. 168 с.

4.Умбетов У. У., Морокина Г. С. Технология применения дистанционного обучения в техническом университете/Вестник ТИГУ, № 2, Т 20, 2015. С 19 – 22

5.Морокина Г. С., Мунгунхулуг З. З., Ромашкина Ю. Э. Применение информационного портала для обучения студентов бакалавриата и магистратуры/Санкт-Петербург: СПбГЭТУ, ЛЭТИ , Т 2, 2018. С 97 - 98

УДК 65.01
ГРНТИ 90.01.05

ЦИФРОВАЯ КУЛЬТУРА, КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Т. Ю. Никанова, Е.А. Смирнова
Череповецкий государственный университет

В статье отображены ключевые моменты отображающие понятие цифровой культуры и педагогической мобильности, а также исторические предпосылки становления цифровой культуры. Цифровую культуру можно считать способом формирования педагогической мобильности, а социальные сети - инструментом организации образовательного процесса.

цифровая культура, педагогическая мобильность, процесс обучения, общество, виртуальная коммуникация, сообщество.

Повсеместный переход от аналоговых технологий к цифровым, начавшийся в 1980-х годах и продолжающийся в первые десятилетия XXI века называется цифровой революцией, коренные изменения которого связаны с широким распространением информационных и коммуникационных технологий, вычислительной техники и персональных компьютеров. Современное общество, в результате цифровой революции и возрастающей роли Интернет, переживает трансформацию сложившейся социальной структуры, моделей коммуникации, ценностных ориентаций, культурных практик. Указанные изменения свидетельствуют о формировании цифровой эпохи и становлении сетевого общества - термин, который сформировался в 1991 году в связи с социальными, политическими, экономическими и культурными изменениями. Сетевое общество приходит на смену обществу информационному [3]. Цифровые средства коммуникации, такие как Интернет, мобильные коммуникации, системы хранения и передачи данных и др. прочно вошли в жизнь современного человека и стали оказывать влияние на все сферы его жизни, и можно сказать, что многое в жизни стало «цифровым».

Меняется система формирования культурного опыта в целом, все базовые сферы культуры. На сегодняшний день можно наблюдать интеграцию культуры цифровой и культуры традиционной. Культура традиционная, представляет собой устойчивую не динамичную культуру, характерной особенностью которой является то, что происходящие в ней изменения идут слишком медленно и поэтому практически не фиксируются коллективным сознанием данной культуры. Традиционная культура-это специфический способ организации жизнедеятельности, основанный на наследовании смыслов, ценностей, норм. Методологические подходы к анализу цифровой культуры - совокупности моделей поведения, основанных на использовании цифровых технологий, которые приобретены субъектами в процессе адаптации к внешней среде и внутренней интеграции, показавших свою эффективность и разделяемых большинством вовлеченных во взаимодействие субъектов,

отражают в ее понятии ценностные установки философов и представителей научного сообщества. Рассмотрим историко-социологический и гуманитарный подходы анализа цифровой культуры.

Историко-социологический подход (Д. Белл, Э. Гидденс, Д. Нейсбит, М. Кастельс) сосредоточен на периодизации развития цифровой культуры в результате информационных революций.

В рамках гуманитарного подхода методология анализа цифровой культуры представляет различные уровни и цели исследования. Философский дискурс проблематики цифровой культуры (В.А. Кутырев, В.Э. Багдасарян, Д.Е. Прокудин, Е.Г. Соколов) сосредоточен на мировоззренческих и онтологических вопросах в связи с расширением процессов дигитализации в культуре, сопровождающихся трансформацией ценностей, образов реальности, изменением характера коммуникаций и поведенческих моделей.

Современное информационное общество, благодаря стремительному развитию Интернет - коммуникаций и их роли в глобализации и управлении ключевых сфер жизнедеятельности социальных систем обретает черты сетевого общества. Его основные модели представлены в работах М. Кастельса, Я. ванн Дейка, Э. Тоффлера, Б. Латура, М. Каллона, Дж. Аркиллы, Д. Ронфельдта, Д. Барни и других.

Идеологи сетевого общества определили черты, отличающие сетевое общество от общества информационного: 1) наличие развитой цифровой инфраструктуры как основы интерактивных цифровых коммуникаций; 2) формирование и институционализация сетей как формы организации и взаимодействия социальных, политических, экономических ассоциаций внутри сетевого общества и за его пределами; 3) власть медиа; 4) управление знаниями [3].

По выражению Кастельса, «Именно сети составляют новую социальную морфологию наших обществ, а распространение сетевой логики в значительной мере сказывается на ходе и результатах процессов, связанных с производством, повседневной жизнью, культурой, властью» [5]. Всё это доказывает, что цифровая культура формировалась на разных этапах становления человеческого общества, и показывает необходимость понимания современных цифровых устройств.

Понимание современных информационных технологий, их функционала, а также возможность грамотно использовать их в работе или быту приводит к понятию цифровая культура, которая определяется, как опыт реализации знаний, умений, характеризующих способность использования информационных и коммуникационных технологий для комфортной жизни в цифровой среде, для взаимодействия с обществом и решения цифровых задач в профессиональной деятельности.

Цифровая культура способствует и изменению образовательного процесса. Практики цифровой культуры способствуют виртуализации образования - расширению сетевых форм коммуникации и интерактивных форм обучения. Виртуальное образование - процесс и результат взаимодействия субъектов и

объектов образования, сопровождаемый созданием ими, специфику которого определяют именно данные объекты и субъекты.

В сфере образования каждый педагог должен осознавать значимость цифровых средств коммуникации, и уметь создавать образовательные условия, соответствующие цифровому оснащению. Можно сказать, что педагог должен обладать педагогической мобильностью. Мобильность - это интегративное качество личности, характеризующее ее способность быстро менять свой статус или положение в социальной, культурной или профессиональной среде [5].

Педагогическая мобильность - это одна из профессионально значимых характеристик педагога, которая включает в себя профессиональные, адаптивные, личностные качества, способствующие организации такой совместной с другими участниками воспитательного-образовательного процесса педагогической деятельности, в которой проявляются ее творческий, инновационный и культурно-ценностный аспекты его личности, что стимулирует профессионально-личностный и компетентностный рост всех участников педагогического взаимодействия [4]. Профессиональная мобильность как часть социальной мобильности невозможна без таких качеств педагога, как, гибкость, дивергентность, конвергентность, способности рассуждать, рефлексировать, принимать активную социокультурную позицию.

Профессиональная мобильность опирается на педагогическую культуру и профессиональную компетентность. Современные ученые большое внимание уделяют проблеме компетентности, обеспечивающей учителю продуктивное профессиональное функционирование. Выделяют следующие виды компетенций, отражающих профессионализм педагога: коммуникативная, риторическая, профессионально-техническая, профессионально-информационная [1]. Можно заметить, что педагогу для повышения своей профессиональности необходимо понимать важность современных цифровых устройств и применять их в деятельности, тем самым педагогу необходимо обладать цифровой культурой.

Информатизация образования – это довольно сложная современная тенденция, связанная с внедрением в учебно-образовательный процесс различного рода информационных средств, работающих на основе микропроцессоров, а также электронной продукции и новых педагогических технологий, базирующихся на использовании ИКТ для обучения.

Цифровая культура, как способ формирования педагогической мобильности подразумевает, что педагог соблюдает так называемую цифровую этику. По определению Л. В. Баевой, цифровая этика - область этики, связанная с изучением и разработкой морально-этических проблем развития информационных технологий, этических аспектов развития цифровых масс-медиа. Это значит, что педагог знает, как строить общение с другими участниками образовательного процесса, как представлять информацию, как применять современные средства коммуникации в образовательном процессе, как обеспечить информационную безопасность.

Рассмотрим один из множества вариантов, как педагог может развивать профессиональную мобильность, в рамках цифровой культуры, используя средства виртуальной коммуникации. К средствам виртуальной коммуникации относятся социальные сети, мессенджеры, облачные хранилища и т.п.

Социальная сеть ВКонтакте - одна из самых популярных социальных сетей в русскоязычном сегменте интернета. Сайт доступен более чем на 90 языках и позволяет пользователям отправлять друг другу сообщения, создавать собственные страницы и сообщества, обмениваться изображениями, аудио- и видеозаписями.

По данным исследования Deloitte, социальная сеть ВКонтакте наиболее популярна у аудитории возрастной категории 14-24 лет. Исходя из этого, большинство школьников и студентов ведут странички в данной социальной сети. По данным исследования Brand Analytics. Активнее всего пользователи размещают контент во ВКонтакте: за октябрь 2018 года здесь было опубликовано более 1 млн сообщений в месяц.

Если социальная сеть ВКонтакте имеет такую популярность, то почему бы не использовать её в образовательных целях? ВКонтакте, как инструмент ведения образовательного процесса, даёт возможность взаимодействия всех участников образовательного процесса. Можно производить обмен личными сообщениями, создавать беседы и сообщества, обмениваться файлами. На наш взгляд, для взаимодействия педагога с группой учащихся, эффективнее всего создавать сообщество группы. Созданное сообщество педагог может редактировать, добавлять информацию, создавать опросы, публиковать файлы, фото-, видео- материалы, а также текстовые и голосовые сообщения. Во вкладках «обсуждения» педагог, например, может размещать материалы по разным темам учебного предмета и в комментариях к ним вести диалоги с учащимися. В сообществе можно создать календарь мероприятий, который будет отображать расписание и изменение в нем, дедлайны отчетных мероприятий, основные даты конкурсов, конференций и т.п. Актуальные новости можно закреплять, чтобы они не спускались в ленте.

Если в группе есть староста, то педагог может добавить её в список администраторов группы, где может позволить создавать записи, добавлять участников, и т.д. Также использование социальных сетей в рамках инклюзивного образования и индивидуального обучения способствует социализации детей-инвалидов и лиц с ОВЗ, так как, включаясь в виртуальный образовательный процесс обучения, даже удалённо, учащийся общается и выполняет задания наравне с нормативно-развивающимися сверстниками, что способствует формированию коммуникативных навыков, самоопределению, само-презентации учащегося. Электронная образовательная среда, для учащегося с ОВЗ, является источником трансформации образов «Я», отношений «Я» и «Другой».

Таким образом, понимание современных информационных технологий, их функционала, а также возможность грамотно использовать их в работе является способом формирования профессионально-важных компетенций, которые

педагог может развивать, через овладение современными цифровыми устройствами и умением применять их в образовательном процессе. Включение в деятельность педагога виртуальных средств коммуникации позволяет сделать образовательный процесс более интерактивным, и включать все категории учащихся в активную деятельность. Чем более педагог развит педагог в области цифровой культуры, тем более профессиональной будет его деятельность, что будет способствовать карьерному росту. Подводя итог, можно сказать, что цифровая культура является способом формирования профессиональной мобильности.

Список используемых источников

1. Адольф В.А. Формирование профессиональной компетентности будущего учителя//. Педагогика 1998 №1 С.72-75
2. Галкин Д. В. Техно-логика новых медиа: к проблеме генезиса цифровой культуры // Гуманитарная информатика. – 2005. – №. 2. – С. 37-60.
3. Гнатышина Е. В., Саламатов А. А. Цифровизация и формирование цифровой культуры: социальные и образовательные аспекты // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2017. – №. 8. – С. 19-24.
4. Кастельс М. Информационная эпоха : Экономика, о-во и культура / Мануэль Кастельс ; Пер. с англ. [Б.Э. Верпаховский и др.] под науч. ред. проф. О.И. Шкаратана Гос. ун-т Высш. шк. экономики. - М. : ГУ ВШЭ, 2000. - 606 с.
5. Пупышева. Е.Л.Профессиональная компетентность будущего учителя как общие условие формирования профессионально значимых личностных качеств.// Наука и школа №6 2003 С.5-8
6. https://popsters.ru/blog/post/auditoriya-socsetey-v-rossii
7. https://news.itmo.ru/ru/education/trend/news/7234/

УДК: 330.341
ГРНТИ: 06.01.29

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ОХРАННОМ БИЗНЕСЕ

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

Нестабильность и динамичность внешней среды выдвигают новые требования к современным предприятиям. Изменения внутренних и внешних ситуационных переменных предприятия ведут к нарушению его равновесия, что провоцирует снижение эффективности. Гибкость и адаптивность предприятия являются одними из главных факторов повышения его экономической устойчивости.

цифровая трансформация, оптимизация бизнес-процессов, информационные технологии, инновации, бизнес-экосистема

В современном бизнесе информационные технологии являются такой же важной составляющей предприятия, как стратегия, организационная структура, процессы, организационная культура и другие переменные [1].

Конкурентное преимущество современных организаций не может достигаться без применения информационных технологий, которые влияют на стратегию, бизнес-процессы, организационную структуру, лидерство, организационную культуру и климат, систему стимулирования, модель компетенций сотрудников. Информационная революция оказывает существенное влияние на конкуренцию, на структуру отрасли, создание конкурентного преимущества, появление новых видов бизнеса.

Информационные технологии оказывают воздействие на способы реализации процессов компании и характер связей между ними, что позволяет:

- повысить качество, скорость, гибкость выполняемых операций и процессов, снизить расходы на их выполнение;
- повысить координацию и интеграцию процессов как внутри компании, так и за ее пределами;
- повысить потребительскую ценность, обеспечить дифференциацию потребительской ценности.

Для современных условий ведения бизнес - деятельности характерным является существенное сокращение временных затрат на выполнение всех производственных процессов. В основном максимальную пользу от применения современных информационных технологий получают те предприятия, для которых характерным является наличие сложных операционных и производственных процессов, имеющих высокую интенсивность и большие объемы деловых операций, а также занимающихся выпуском сложных продуктов.

Вместе с тем, благодаря информационным технологиям происходит обеспечение дополнительной ценности существующим продуктам или осуществляется создание новых продуктов и услуг, что в свою очередь гарантирует организации уникальные конкурентные преимущества на рынке.

Оптимизация процессов с применением современных информационных технологий открывает широкие возможности повышения потребительской ценности производимого продукта [2].

За последние пять лет существенно снизились доходы граждан и покупательская способность, это породило собой увеличение количества мошенничества и кражи. Физической охраны становится просто недостаточно для предотвращения потерь на объектах. Это подталкивает охранные организации находить и внедрять инновационные технологии, основанные на самых современных IT-разработках.

Безопасность включает в себя, прежде всего, режим и организацию работы, а также – технологии. Приоритет, конечно же, остается за слаженной организационной работой, за качественным описанием бизнес-процессов и контроля со стороны руководства. Системы видеонаблюдения, противокражные и противопожарные системы используются сейчас почти повсеместно, потому организациям важно и необходимо внедрять в организации и представлять на рынке новые инновационные системы. Это, в свою очередь, стимулирует повышение профессионализма сотрудников служб безопасности и их контрагентов.

Темпы развития науки и технологии настолько высоки, что даже крупные компании не могут обеспечить высочайшее качество и гибкость по всем фундаментальным направлениям, с которыми связано производство их продукции. Акцент в таких компаниях делается на ключевые компетенции [3].

Во время кардинальной и бурной трансформации охранной отрасли у каждой у систем безопасности все равно существует своя специфика использования средств информационных технологий. Формат использования определяются лишь опытом и желанием службы безопасности. Кто-то фокусируется на предоставлении физической охраны, кто-то больше использует систему распознавания лиц.

Но в последнее время на рынке охранных услуг все чаще и чаще появляются комбинированное использование инновационных инструментов. Охранные организации в качестве пилотных проектов предлагают услуги традиционной физической охраны вместе с технологиями распознавания лиц, а контроль кассовых операций объединяют с операционным контроллингом объектов, а также с удаленным видеомониторингом.

Одним из наиболее удачным способом использования информационных технологий являются экосистемы, созданные при помощи собственных или партнёрских сервисов вокруг одной компании [4].

Главными задачами участников бизнес-системы является общее развитие для конкурентоспособности на рынке услуг и лояльность клиентов. Достигается это следующим образом:

- гибкое и эффективное сотрудничество внутри группы, которое обеспечит непрерывный процесс взаимного обучения и появление сети знаний;
- совместное управление ресурсами в широком смысле;
- создание такого предложения услуг, которое ни одна из сторон не смогла бы обеспечить в одиночку;

– фокусирование отдельных членов бизнес-экосистемы на своей предметной области.

Компании объединяются вокруг одной, которая играет роль лидера и выступает в качестве интегратора сервисов для клиентов. Каждая компания предлагает совершенно разные решения, которые взаимно дополняют друг друга. К современным IT-разработках относятся такие сервисы как:

– мобильный аудит бизнес-процессов на основе чек-листов;
– операционный контроллинг объектов для выявления отклонений, негативно влияющих на бизнес;
– удаленный видеомониторинг, осуществляемый профессиональными видеооператорами из собственного центра, для контроля соблюдения стандартных бизнес-процессов;
– аналитика кассовых операций для выявления хищений, ошибок и нарушений внутренних регламентов компании в кассовой зоне;
– система автоматического распознавания товаров на полках магазинов.

Внутри бизнес-экосистемы создаются новые ценности - идеи и технологии. Результаты бизнес-экосистемы превосходят возможности любого отдельного участника. Организации стараются с каждым днем существенно расширять спектр продуктов по борьбе с потерями. Размер сокращения потерь, которого удается достичь, зависит от исходного состояния дел в бизнес-процессах конкретной сети, но эффект всегда есть.

Еще одна важная особенность сотрудничества внутри бизнес-экосистем – это способность членов экосистемы предложить клиенту практически моментальную реконфигурацию комплекса услуг. Это актуально при выявлении новых рисков и угроз на группах объектов, объединенных по определенным правилам в кластеры. У клиентов появляется уникальная возможность сфокусировать ресурсы в нужном месте и действовать до решения возникшей задачи.

Подводя итоги вышесказанному, стоит отметить, что в современных экономических условиях применение информационных технологий в охранном бизнесе выступает в качестве важного организационного элемента, а трансформация бизнеса, внедрение инноваций в бизнес-экосистемы обеспечивают предприятиям сферы ряд конкурентных преимуществ и гарантирует организациям устойчивое экономическое развитие.

Список используемых источников

1. Кривякин К.С. Механизм повышения эффективности организации деятельности предприятия // Организатор производства. 2018. №4. С. 88-93.

2. Щербакова С. А. Пути повышения эффективности деятельности предприятия // Молодой ученый. - 2018. - №9.2. - С. 63-65.

3. Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. Повышение эффективности предприятия. 15 распространенных ошибок // Проблемы экономики и менеджмента. 2018. №7 (35). С. 34-38.

4. Мур, Джеймс Ф. «Хищники и жертва: новая экология конкуренции» . Гарвардский бизнес-обзор [Электронный ресурс] // URL: https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition (дата обращения: 11.11.2020).

6. ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Секция 6.1.
Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе

УДК 654.072.5
ГРНТИ 19.21.07

ЦЕНЗУРА В ВИДЕОИГРАХ

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

Видеоигры становятся частью современного творчества. Но, как и всякий иной вид творчества, они могут подвергаться цензуре. Причины и примеры цензуры в видеоиграх могут быть разнообразными: от наркотических веществ до насилия.

цензура, видеоигры

На протяжении всей истории человеческой цивилизации существовало множество различных форм творчества: живопись, литература, музыка. Но с развитием технологий стали появляться новые формы творчества, такие как, например, кино и видеоигры. Но любые формы творчества всегда сопровождали ограничения, которые имеют название цензура.

Что же такое цензура? Согласно определению из источника «Политическая наука: словарь-справочник»: «Цензура – это система контроля официальных (светских или духовных) властей за содержанием (исполнением, показом) пьес и других сценических произведений, кино- и фотопроизведений, произведений изобразительного искусства, радио- и телевизионных передач, а иногда и частной переписки, с тем чтобы не допустить или ограничить распространение идей и сведений, признаваемых этими властями нежелательными или вредными». Иными словами – это способ контроля со стороны государства за всевозможными формами творчества.

Дабы осуществлять данный контроль у цензуры есть свои методы. Например, создание и принятие законов с довольно расплывчатой формулировкой; давление со стороны, якобы, возмущённых граждан (иными словами провокация); прямой запрет со стороны власти на определённый контент.

Помимо этого у цензуры есть свои цели. Основная – не допустить (или ограничить) распространение идей и сведений, которые представляются вредными и опасными, а поэтому нежелательны со стороны государства или лиц выступающих от его имени. Цензура в видеоиграх может преследовать следующие цели: предотвращения демонстрации изменённой истории; уберечь игроков от влияния какой-либо пропаганды; защитить играющих от информации об наркотических веществах; защитить подростков и школьников от негативного влияния со стороны идеологии другого государства. Самый главный заказчик подобной цензуры – это государство или же органы, которые выступают от его имени.

Причин цензуры в видеоиграх множество. Насилие, пропаганда наркотических веществ, политика, религия, непотребный контент и т.д. Причём одна видеоигра могла содержать в себе все вышеперечисленные примеры. Из-за какой-либо вышеперечисленной причины видеоигру могли сильно «порезать»

или же совсем не выпустить на территории того или иного государства. В таких случаях разработчикам приходилось либо видоизменять контент, либо же просто вырезать его из финальной версии продукта.

Одна из причин цензуры в видеоиграх – это **наркотические вещества.** Для многих наркотики (а также табак и алкоголь) в видеоиграх лишь для продвижения сюжета или же придания реалистичности, ведь в реальной жизни люди курят табак, выпивают и употребляют наркотические вещества. Но из-за подобного рода контента релиз многих видеоигр в различных странах был отложен. Например, в 2008 году австралийская организация по классификации фильмов и литературы (OFLC) отказалась присваивать возрастной рейтинг игре Fallout 3. По сообщению сайта Gamespot.com причина заключалась в том, что главный герой игры мог принимать различного рода наркотические вещества для достижения положительных эффектов (в игре присутствовали различного рода таблетки, баночки с пилюлями, шприцы и т.п.). По мнению OFLC многие из этих инструментов были похожи на те, что используются в реальной жизни. Кроме того в игре присутствует морфий, который позволяет не чувствовать боль. Правила OFLC запрещают поощрение использование лекарств, которые отпускаются только по рецепту. Разработчикам пришлось решить эту проблему путём удаления сцен с демонстрацией употребления наркотических веществ и замены некоторых названий на выдуманные.

Следующая причина цензуры в видеоиграх становится **излишняя жестокость.** По данной причине больше всего запретов, ограничений или осуждений игр. Так, например, вышедший в 1993 году DOOM был обвинён в том, что именно он стал причиной, по которой в 1999 году двое учеников устроили стрельбу в старшей школе «Колумбайн» (хотя тут в качестве причин назывались и тяжёлая музыка и поклонение нацистским взглядом). Но в СМИ и в обществе ходило мнение, что в трагедии виноваты видеоигры. И действительно, игра DOOM, даже спустя двадцать лет, поражает своей жестокостью и обилием крови.

Но и сегодня многие считают, что основная причина подростковой жестокости — это видеоигры. Но всё оказывается не так просто. В 2017 году учёные из Йоркского университета провели эксперимент, в котором приняли участие 3000 человек. Цель эксперимента заключалась в том, чтобы выявить взаимосвязь между реализмом и жестокостью в играх и поведением человека в реальной жизни. Участникам предлагалось поиграть в две видеоигры. Одна из них отличалась реалистичной графикой и повышенным искусственным интеллектов противников, а во второй реализм был минимальный. По мнению учёных первая игра должна была повысить уровень жестокости у участников эксперимента, но по итогу результат оказался обратным. Уровень жестокости у людей не повысился. Из чего был сделан вывод, что видеоигры чаще всего НЕ являются причиной жестокости, в том числе и у школьников. В данном случае на развитие жестокости у школьников влияют иные факторы: социальная среда, атмосфера в семье, отношения в школе и т. д.

Одна из неоднозначных причин цензуры в видеоиграх становится **религия**. Казалось бы, как можно сделать так, чтобы представители той или иной

религиозной конфессии оскорбились на ту или иную видеоигры? Очень и очень может быть. Одним из ярких примеров считается то, что некоторые части известной серии Call of Duty были запрещены в Саудовской Аравии, ОАЭ и Турции. Причинами стали наличие Корана в некоторых сценах, а также сам факт уничтожения игроком мусульман.

В 2008 году дочерняя компания Microsoft Corporation под названием Microsoft India сообщила, что Fallout 3 не будет выпущена в Индии, так как содержит контент, который может повредить чувствам верующих. Всё дело в том, что в игре есть животное, которое выглядит как двуглавая корова. Корова в индийской культуре – это священное животное. Помимо этого называет оно брамины, что созвучно с названием индийской священной касты.

Но самая частая причина цензуры в видеоиграх – это **политический мотив.** Данная тема проскальзывает, или в открытую показывается, всё в большем и большем количестве видеоигр. И ведь любое государство не заинтересовано в том, чтобы их граждане под влиянием сцены про злых русских или злых американцев изменили своей Родине и своим убеждениям.

Наиболее ярким примером политической цензуры становится уровень из игры Call of Duty: Modern Warfare 2 под названием «Ни слова по-русски», в котором демонстрируется расстрел русскими террористами мирного аэропорта, с целью подставить американцев. Данный уровень вызвал скандал в российских СМИ ещё до выхода самой игры и поэтому у издателей были проблемы с выходом игры на территории Российской Федерации. Но в итоге игры была выпущена, и в лицензионной версии данный уровень был заблокирован. В пиратских копиях игры данный уровень был оставлен, но перед ним было предупреждении о том, что следующий уровень может содержать сцены, которые не соответствуют морально-этическим нормам. И соответственно игрок имел выбор: пропустить уровень или играть на свой страх и риск. Хотя изначально уровень был создан лишь для того, чтобы показать все грязные методы современного терроризма, а также, чтобы поставить игрока в неуютную ситуацию.

Причин цензуры в видеоиграх может быть множество. И практически всегда заказчиком данной цензуры выступает государство, которое якобы беспокоится о морально-этическом облике граждан и об их политических взглядах. С одной стороны это во благо, с другой же игрок должен сам делать выводы о том, что он увидел в видеоигре и должен быть самостоятельно в ответе за те мысли, которые ему пришли в голову. А играть или нет в игру пропитанную жестокостью, наркотиками и сильными политическими мотивами – это решение каждого.

Список используемых источников:

1. В Австралии запретили Fallout 3 [Электронный ресурс]: информационный ресурс lenta.ru. – Режим доступа: https://lenta.ru/news/2008/07/10/fallout.

УДК 659.4.011
ГРНТИ 19.21.07

ЦЕЛИ И СПОСОБЫ ПРОДВИЖЕНИЯ БИЗНЕСА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

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

Статья посвящена целям и формам продвижения бизнеса в социальных сетях, среди целей рассмотрена прямая продажа товаров и услуг, а также коммуникация бренда с пользователями для повышения узнаваемости компании, её товаров и услуг.

социальные сети, продвижение в социальных сетях, бизнес, цель продвижения, роль социальных сетей, аудитория социальных сетей.

В настоящее время с развитием цифровых технологий люди всё чаще используют социальные сети. Не отстает от этой тенденции и бизнес: от самых маленьких до крупных компаний используют социальные сети для собственных целей.

В России по данным аналитического отчета[1] рынка Digital в 2020 году лидером среди социальных сетей является ВКонтакте, которая уже не воспринимается площадкой исключительно для молодежной аудитории, сейчас в ней растет аудитория и от тридцати-сорока лет. На втором месте – социальная сеть Instagram, на третьем – Одноклассники, а на четвертом Facebook. Социальные сети становятся более унифицированными, возрастные границы аудиторий становятся шире. Так, молодежные социальные сети Instagram и TikTok посещает не только молодежь и тинейджеры, их активно осваивает и аудитория от 35 лет.

Объемы аудиторий социальных сетей достаточно велики, что представляет интерес для потенциальных рекламодателей, производителей товаров и услуг, средств массовой информации. Так, по данным spymetrics.ru, в настоящий момент социальная сеть Вконтакте занимает 14 место в мире и второе место в России по посещаемости, имеет более 450 миллионов зарегистрированных пользователей. Социальная сеть Instagram занимает 5 место в мире, а в России насчитывает более 27 миллионов авторов. Социальная сеть Одноклассники занимает 30 место в мире и 6 место в России, всего в сети зарегистрировано боле 45 миллионов пользователей.

Социальные сети являются неотъемлемой частью современного цифрового пространства и общества в целом. Для обычных пользователей социальные сети – это инструмент коммуникации, самовыражения, размещения и

[1] Рынок Digital в 2020 году: аналитический отчет https://e-pepper.ru/news/rynok-digital-v-2020-godu-analitika-i-media.html

потребления медиа-контента. Для бизнеса они представляют собой площадку, где можно с любым бюджетом охватить определенный объем аудитории.

Мы можем выделить две основные цели продвижения бизнеса в социальных сетях, рассмотрим каждую по отдельности.

Первая цель – это прямая реклама товаров и услуг. Снова обратимся к статистике социальных сетей по данным аналитических отчетов. Так, пользователи социальной сети ВКонтакте характеризуются как «платежеспособные»: среди аудитории, которая посещает сеть ежемесячно, 34% имеют доход выше среднего, 41% имеют средний доход и только 8% имеют доход ниже среднего. Отмечено также, что в социальной сети ВКонтакте большее число продаж приходится на b2c-сегмент, то есть на товары и услуги для конечного потребителя.

В Instagram ежемесячно заходит миллиард пользователей со всего мира, а 200 миллионов посетителей ежедневно посещают хотя бы одну бизнес-страницу. Проведенные опросы показывают, что более 60% пользователей интересуются брендом, товаром или услугой после просмотра сторис (истории в Instagram).

Что касается социальной сети Одноклассники, то здесь также отмечают платежеспособную аудиторию, так как в большинстве своём она представлена возрастной категорией 25-45 лет, то есть это люди, имеющие заработок, неплатежеспособных подростков и молодежи здесь меньшинство. За 2019 год отмечено повышение доходов от продвижения малого и среднего бизнеса через рекламные инструменты внутри сети в 2 раза. В Одноклассниках активно развиваются инструменты бизнес-профилей и рекламных кабинетов.

Рассмотрим некоторые виды прямой рекламы товаров и услуг в социальных сетях.

Таргетированная реклама. Это онлайн реклама, использующая настройки поиска нужной аудитории, где применяются различные демографические и личные характеристики. Таргетированная реклама может опираться на гипотетические данные о целевой аудитории, а также на статистические, если такие можно найти в поиске и в сети. Опираться на собственную статистику необходимо при постоянной работе с таргетированной рекламой: измерять отклики, вовлеченность, параметры аудиторий, текущие изменения. Рекламные объявления могут содержать информационные поводы, конкретные продукты, уникальные торговые предложения и преимущества брендов, юмористические плакаты и другое. Минимальная стоимость для размещения таргетированной рекламы ВКонтакте – 500 рублей (минимальная сумма, которая предварительно кладется на кошелек в рекламном кабинете), в Instagram – 100 рублей в зависимости от выбранного охвата и бюджета (средства снимаются с банковской карты или счета после проведения рекламной кампании).

Реклама в группах, сообществах. Данный формат рекламы может быть представлен объявлением, размещенным на возмездной или безвозмездной (например, благотворительность) основе. Так как группы и сообщества социальных сетей имеют определенные интересы и темы, то и аудитория там собирается соответствующая этим интересам. В данном случае реклама может стоить дороже таргетированной, но при этом охватит нужную аудиторию. Например, в группах, посвященных саморазвитию и психологии может размещаться реклама онлайн-курсов личностного роста, а в группах, посвященных воспитанию детей, детские товары и товары для молодых мам соответственно.

Прямые рекламные предложения в личных сообщениях. Для данной рекламы необходимы автоматизированные сервисы рассылки или люди, которые будут писать пользователям предложения. Такой рекламой часто пользуются те компании и отдельные представители, чья открытая реклама запрещена в конкретной социальной сети. Это могут быть сомнительные и ненадежные предложения заработка, как, например, при помощи финансовых онлайн-инструментов (ставки на спорт, торговые роботы и прочее). В эту категорию попадают и представители сетевых компаний, так как прямая реклама сетевого бизнеса запрещена в социальных сетях, а также могут быть запрещены и отдельные товары сетевых компаний (например, биологически активные добавки в некоторых социальных сетях рекламировать запрещено правилами сервиса).

Реклама у блогеров. Блогеры – это пользователи, которые ведут онлайн-дневники, периодически публикуя новый контент. В настоящее время блогинг имеет активное развитие в связи с тем, что дает альтернативную полезную или развлекательную информацию для своих подписчиков. Так, в настоящее время достаточно популярны тревел-блоги (информация о путешествиях в различных форматах), бьюти-блоги (информация о красоте, здоровье, молодости), мотивирующие блоги о саморазвитии, личностном росте и другие. Один из популярных ресурсов для блогинга – это социальная сеть YouTube. Стоимость размещения рекламы у блогеров разного масштаба может доходить до нескольких сотен тысяч или даже нескольких миллионов рублей в зависимости от популярности блогера, его темы блога и его охвата (количества подписчиков). При этом в настоящее время есть тренд на микроблогеров, которые имеют от 5000 до 50000 подписчиков. Отмечается, что аудитория микроблогеров более лояльна к ним и больше реагирует на рекомендации, поэтому для рекламодателей она представляется более интересной и менее затратной в рамках рекламной кампании.

Социальные сети активно совершенствуют инструменты для прямых продаж, внедряя сервисы магазинов внутри сети, платежные инструменты и другие бизнес-возможности. Так, в настоящее время в Instagram можно сделать покупку внутри аккаунта без перехода в онлайн-магазины и сторонние ресурсы.

Вторая цель продвижения бизнеса в социальных сетях – это коммуникация бренда с публикой для повышения узнаваемости. При этом охватываемая публика может быть как целевая, которая нуждается в определенных товарах и услугах, так и нецелевая, которая может узнавать о товарах и услугах на перспективу. Так, бренды товаров для детей и молодых мам имеют широкий охват аудитории благодаря социальным сетям, они могут мелькать в лентах и постах, привлекая в том числе и женщин, которые пока не имеют детей. В данном случае запоминающаяся реклама может оставить память о бренде для потенциальных клиентов в будущем.

Компании, которые ведут коммуникации с пользователями и потенциальными клиентами, используют следующие виды контента:

- Полезные советы, рекомендации, инструкции. Данный вид контента помогает пользователю разобраться со сложным продуктом, применить простые вещи и материалы для улучшения своего быта, улучшить внешний вид, здоровье и многое другое. Полезные материалы располагают пользователей к бренду, повышают доверие к нему, вовлекают в просмотр новых материалов.
- Развлекательная информация и юмор. Здесь могут быть фото, видео и текстовые материалы с юмористическими случаями в процессе работы, специально разработанные и отснятые юмористические истории, интернет-мемы, коллажи и другое. Так, компания AcousticGroup, которая занимается шумоизоляцией, размещает на своём ютуб-канале «акустические мини-сериалы», которые содержат как полезную информацию о товарах и услугах в юмористическом формате.
- Производственная информация, рабочие будни, описание бизнес-процессов. В контенте такой тематики могут быть также фото, видео, текстовые описания и комментарии, как создается тот или иной продукт. Например, компания Epix, чей профиль – это сборка игровых и профессиональных компьютеров. У этой компании также и высокая доля эстетического фотоматериала, они делают компьютеры не только мощными, но и технически красивыми, позиционируют компьютеры как отдельный вид искусства.
- Фото- и видеоматериалы эстетического характера. Это могут быть художественные фото, предметная и портретная фотография, сюжетные, видеосъемки. Так, например, компания «Большая страна», которая является сообществом туроператоров и предлагает своим клиентам туры по России, в своих социальных сетях показывает фото и видео высокого разрешения из самых необычных и красивых мест страны. Такой формат является не только продвижением самой компании, но и популяризацией внутреннего туризма, информационно-познавательным каналом о путешествиях по России.
- Научные факты, эксперименты, опыты. Данный контент в основном преподносится в видео-формате, если это опыты и испытания, а также в текстовом формате, если это научные, исторические или иные факты. Например, интернет-магазин товаров для растениеводства gorshkoff.ru предлагает своим

подписчикам научные факты о выращивании растений, оборудовании, лечебных свойствах некоторых растений и другое.

Учитывая изложенные цели и возможности продвижения в социальных сетях, можно отметить, что социальные сети становятся для бизнеса неотъемлемой частью контакта с аудиторией. В этой коммуникации бизнес имеет следующие преимущества:

- Знакомство пользователей с брендом.
- Знакомство покупателей с конкретными товарами или услугами.
- Знакомство потенциальных покупателей с новыми товарами и услугами.
- Увеличение охвата аудитории за счет привлечения других групп клиентов, не являющихся целевыми.
- Прямые продажи товаров и услуг.

В заключении важно отметить, что вовлеченность пользователей в социальные сети растет, как и с каждым годом растер рынок рекламы в социальных сетях. Платформы совершенствуют инструменты продвижения, инструменты создания контента, в том числе интерактивные и игровые, а в перспективе станут площадками продаж в один клик без перехода на другие ресурсы.

Социальные сети – это крупный канал продвижения и продаж, с каждым годом набирающий обороты, главное его преимущество – стоимость ниже в отличие от других каналов. При этом социальные сети оказывают большое влияние на окончательное решение потребителя – интерес к товарам и услугам, лайки и репосты существенно повышают доверие потенциального клиента.

Список используемых источников

1. Журнал об электронной коммерции [Электронный ресурс] URL: e-pepper.ru
2. Маркетинговая разведка [Электронный ресурс] URL: spymetrics.ru
3. Сервис аналитики постов и страниц конкурентов в социальных сетях [Электронный ресурс] URL: popsters.ru

УДК 659.4
ГРНТИ 19.01.29

СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ КОНЦЕРТОВ В ПЕРИОД ОГРАНИЧЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПАНДЕМИЕЙ COVID-19

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

Сфера массовых мероприятий, в частности, организация концертов, оказалась в числе наиболее уязвимых в связи с пандемией COVID-19. В статье рассматриваются способы адаптации концертной индустрии к ограничениям, введенным правительством Санкт-Петербурга.

массовые мероприятия, организация концертов, ограничения, COVID-19

Пандемия COVID-19 вызвала в 2020 году ряд серьезных изменений практически во всех сферах жизни. В первую очередь изменения спровоцированы ограничениями, которые правительства различных стран – в том числе Российской Федерации – ввели с целью предотвращения коллапса системы здравоохранения.

Одной из сфер, испытавших на себе серьезные последствия ограничений, является сфера массовых мероприятий в целом и музыкальных концертов – в частности. В данной статье будет изучен вопрос функционирования организации мероприятий в период правительственных ограничений, методы кризисного управления и возможности использования ситуации для извлечения максимальной выгоды из априори невыгодных для организации концертов условий.

Прежде, чем приступить к раскрытию вышеуказанного вопроса, необходимо определиться с рядом ключевых терминов, важных для понимания описываемой проблематики.

Александр Шумович в книге «Великолепные мероприятия: Технологии и практика event management» понимает под мероприятием следующее: «Мероприятие - это вид человеческой деятельности, предполагающий встречу и взаимодействие разных людей, ограниченный по времени и связанный с реализацией каких-либо общих целей» [10, с. 34]. Массовое мероприятие – это заранее спланированное и определенное по месту, времени, количеству участников и причинам собрание людей, носящее характер праздника, культурного или рекламного мероприятия, либо деловой встречи.

Концерт – публичное исполнение музыкальных произведений (возможно в сочетании с хореографическими, декламационными и другими номерами).

Виды концертного творчества:

- филармоническое;
- литературное;
- эстрадное;

В контексте проводимого исследования нас в первую очередь интересует концерт эстрадного типа, так как именно на примере подобного вида мероприятий проанализировано влияние ограничений периода пандемии на концертную сферу, и именно в этой сфере располагает данными, которыми может оперировать.

Запреты и ограничения во время пандемии разнились от региона к региону, и рассматриваемые мероприятия проводились в двух регионах РФ: в городах федерального подчинения Москве и Санкт-Петербурге, поэтому именно ограничения, актуальные в данных городах, будут рассматриваться в данной статье.

Согласно распоряжению мэрии Москвы от 16.03.2020, вводятся, дословно, следующие ограничения массовых мероприятий: «Запрещается проведение любых досуговых мероприятий с участием граждан в сфере культуры, физической культуры и спорта, выставочной, развлекательной и просветительской деятельности на открытом воздухе с любой численностью участников, а в зданиях, строениях, сооружениях (помещениях в них) – с числом участников более 50 человек единовременно» [1]. Фактически, запрещаются почти любые массовые мероприятия, так как подавляющее большинство концертов имеют аудиторию более 50 человек.

10 апреля, в день завершения действия предыдущего указа, мэрия Москвы опубликовала новый указ, который окончательно запретил проведение массовых мероприятий: «Запретить до 1 мая 2020 г. проведение на территории города Москвы спортивных, зрелищных, публичных и иных массовых мероприятий» [2].

13 июля 2020 года продолжилось постепенное снятие ограничений в связи с COVID-19: «2. Снимаются ограничения на работу аттракционов, парков культуры и отдыха, культурных центров и организаций досугового типа. Возобновляют работу секции и кружки, дискотеки и т.д., но с условием, что количество посетителей не превысит 50% от максимальной вместимости площадок» [3]. Однако в связи с дальнейшим возвратом роста динамики заболеваемости COVID-19, дальнейших этапов снятия ограничений не последовало, и на момент написания статьи сфера массовых мероприятий в Москве все еще пребывает в состоянии именно этого указа.

Касательно ситуации в Санкт-Петербурге – ограничения в городе имели куда менее последовательный характер. «С 16 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года на территории Санкт-Петербурга будет установлен запрет на проведение театрально-зрелищных, зрелищно-развлекательных, культурно-просветительских, спортивных и других массовых мероприятий с числом

участников более одной тысячи человек». При этом уже 18 марта губернатор Санкт-Петербурга подписал дополнение к постановлению об ограничениях: «Введен запрет на мероприятия численностью больше 50 человек. Губернатор Александр Беглов подписал дополнения к Постановлению Правительства Санкт-Петербурга «О мерах по противодействию распространению в Санкт-Петербурге новой коронавирусной инфекции (COVID-19)»»[4].

После этого, фактически, проследовал этап снятия ограничений, и на момент написания статьи, отчасти, вновь введено ограничение на численность посетителей – в размере 70 человек, с другой – нет ограничений по численности в заведениях культуры, что является достаточно размытой формулировкой в том, что касается клубов и концертных залов [5].

Весь перечень перечисленных ограничений предоставлен в данной статье с целью составить наиболее полное представление о ситуации в сфере массовых мероприятий в связи с пандемией.

Адаптация мероприятий в контексте всех перечисленных ограничений происходит несколькими основными способами:

1) Отмена мероприятий. Наиболее простой шаг с точки зрения организации, однако сулящий финансовые потери (выплаченные предоплаты гонораров, комиссия с билетов на самолеты/поезда, возврат купленных билетов посетителям). В связи с экономическими проблемами, грозящими организаторам в частности и стране в целом, мало кто прибег к подобным действиям. В основном – летние фестивали в формате опен-эйр (на воздухе) – например, музыкальный фестиваль «Боль» в Москве. [6]

2) Перенос мероприятий сразу на дальний срок. В основном, к таким мерам прибегли мероприятия и концерты с участием артистов из-за рубежа – так как, во-первых, зачастую такие мероприятия были согласованы по датам с гастрольными турами музыкантов, а, во-вторых, из-за пандемии были не только ограничены массовые мероприятия, но и закрыты границы государств. Дальним сроком в данном случае считается перенос более, чем на год. Так, более чем на год, сразу на 2021, были перенесены концерты американской группы The Neighbourhood[7] и британцев Deep Purple[8], а также многих других. Ввиду того, что большинство таких концертов являлись составными частями туров, для организаторов подобный вариант равносилен отмене, с той лишь разницей, что возврат билетов не будет составлять 100% полученной суммы, и ряд договоренностей, сделанных во время подготовки мероприятия, останутся актуальными и в дальнейшем могут быть использованы через год и более.

3) Постоянный постепенный перенос мероприятий на небольшие сроки. Фестивали и концерты, не привязанные к конкретному времени года, как крупные опен-эйры, в основной массе воспользовались данным вариантом. Он подразумевает перенос мероприятия на несколько месяцев, на дату после предполагаемого, исходя из указов и распоряжений правительства и регионов, срока снятия ограничений. Главный минус подобного варианта решения проблемы – огромное количество переменных, которое необходимо учесть, чтобы перенести концерт. Особенно – если массовое мероприятие является фестивалем, где собрано более 10 исполнителей. В таком случае организаторы вынуждены согласовать множество факторов: расписание перенесенных выступлений артистов, участвующих в мероприятии; свободные даты в месте проведения – клубе, концертном зале; сдать и обменять билеты на самолеты и поезда; оформить возврат билетов для всех покупателей, решивших вернуть деньги. Последний фактор – наиболее неприятный для всех, кто решил прибегнуть к подобному варианту разрешения проблемы, так как при переносе деньги продолжают требоваться для выплат гонораров артистов, компенсаций и рекламы фестиваля по мере приближения новой даты. Однако в определенный момент развития ограничительных мер, правительство России выпустило постановление от 3 апреля 2020 г. под номером 442 [9]. В постановлении было оговорено, что организаторы мероприятий, которые не были отменены в период пандемии, имеют право обменивать возвращаемые билеты на ваучеры (обязуясь провести мероприятие не позднее определенного срока после снятия ограничения). Фактически, это позволяет вводить невозвратную политику, так как организаторы просто объявляют, что средства не возвращаются, а все билеты – действительны на новые даты, приравнивая саму заявку на возврат средств к ваучеру. Главный же плюс такого варианта решения проблемы – возможность успеть провести фестиваль в момент промежутка между завершением срока действия старых ограничений и введением новых. Подобным видом решения проблем воспользовались, например, рэп-фестиваль «Маятник Фуко», опен-эйр «Stereoleto» и рейв-фестиваль «BGRN Fest».

4) Игнорировать ограничения и проводить концерты в обычном формате. Разумеется, данный вариант не является предпочтительным, так как является, фактически, нарушением закона. В связи с этим мы не будем рассматривать этот вариант, но отметим, что к такому варианту тоже прибегали некоторые крупные концерты на несколько тысяч человек.

Условия организации и проведения мероприятий в условиях ограничений во время пандемии COVID-19 серьезно меняются, и организаторам при-

ходится непрерывно демонстрировать готовность проявлять гибкость и подстраиваться под постоянно меняющуюся повестку.

Вариантов решения проблем, возникающих из-за очевидной непредсказуемости глобальной эпидемиологической обстановки, множество – как в целом, так и в частности – в сфере проведения массовых мероприятий. В данной статье мы рассмотрели некоторые наиболее распространенные 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 организации мероприятий в целом, и концертная индустрия в частности, столкнулась с существенными финансовыми и организационными трудностями.

Продолжение ограничений усугубит эту ситуацию: «слабые» игроки будут вытеснены с рынка услуг по организации концертов, а при дальнейшей нормализации ситуации стоимость билетов на концерты возрастет, 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. Сергей Собянин - Коронавирус. Запрет проведения массовых мероприятий и другие ограничительные меры 16.03.2020 -https://www.sobyanin.ru/koronavirus-ogranichitelnye-mery-16-03-2020

2. Российская Газета - Указ мэра Москвы от 2 апреля 2020 года № 36-УМ "О внесении изменений в указ Мэра Москвы от 5 марта 2020 г. № 12-УМ" - https://rg.ru/2020/04/02/moscow-ukaz36-reg-dok.html

3. РИА Новости - В Москве снимут ограничения на работу аттракционов и парков культуры - https://ria.ru/20200709/1574106195.html

4. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга - В Санкт-Петербурге введён запрет на мероприятия численностью больше 50 человек - https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_tourism/news/185221/

5. Официальный сайт администрации Санкт-Петербурга - В связи с ростом заболевания с 9 ноября в Петербурге вводятся дополнительные ограничения - https://www.gov.spb.ru/press/governor/200283/

6. The Flow - Фестиваль "Боль" объявил об отмене - https://the-flow.ru/news/bol-2020-otmena

7. Redkassa - Перенос концертов The hood https://www.facebook.com/RedKassa.Ru/posts/3308019585918525

8. Известия - Группа Deep Purple объявила дату концерта в России - https://iz.ru/1061060/2020-09-15/gruppa-deep-purple-obiavila-datu-kontcerta-v-rossii

9. Постановление Правительства РФ от 3 апреля 2020 г. № 442 “Об утверждении Положения об особенностях отмены, замены либо переноса проводимого организацией исполнительских искусств или музеем зрелищного мероприятия, в том числе в части порядка и сроков возмещения стоимости билетов, абонементов и экскурсионных путевок на такие мероприятия, при угрозе возникновения и (или) возникновении отдельных чрезвычайных ситуаций, введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации

на всей территории Российской Федерации либо на ее части” - https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73747836/

10. Шумович А.В. Великолепные мероприятия: Технологии и практика event management. / А.В. Шумович - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007, 296 с.

УДК 659.13.17
ГРНТИ 45.01.14

УЧАСТИЕ СЕЛЕБРИТИ В PR-КАМПАНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ БРЕНДОВ

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

В обществе наблюдается тенденция уменьшения доверия к информации, сказанной в рекламе. В связи с этим бренды ищут новые способы привлечь внимание аудитории. Одним из таких является метод селебрити-маркетинга, предполагающий вовлечение в рекламную кампанию известных личностей и лидеров мнений. В статье рассматриваются особенности данной PR-технологии и разных ее аспектов, а также делается вывод, что выбор звезды может как положительно, так и негативно сказаться на имидже бренда.

селебрити-маркетинг, амбассадор, тестемониум, бренд.

Чтобы сформировать положительный имидж компании и закрепить его в сознании потенциального потребителя, PR-специалисты прибегают к использованию различных PR-технологий. Однако на данный момент в обществе наблюдается тенденция уменьшения доверия к информации, сказанной в рекламе. Покупателям гораздо важнее услышать мнение авторитетного для них человека. Все чаще именно этот аспект становится решающим при покупке товара или услуги. По этой причине бренды пытаются привлечь внимание аудитории, приглашая для сотрудничества известных персон и лидеров мнений. Такая технология приобрела название селебрити-маркетинг.

Селебрити-маркетинг – это относительно новый метод продвижения в практике PR-коммуникаций. Он предполагает вовлечение известной личности в рекламную или PR-кампанию. Отличительные черты селебрити-маркетинга: высокая стоимость и сильная зависимость имиджа бренда от репутации приглашенной звезды. Согласно исследованиям Millward Brown, звезд приглашают для участия в каждой десятой рекламной кампании [4]. В разных странах этот показатель слегка разнится. Так, например, в Азии около трети рекламных роликов выходят с участием звезд. Самые высокие показатели в Японии и Корее – 40%. В США и странах Европы (сюда же относится и Россия) этот показатель значительно ниже – в среднем около 10%.

Для успешной реализации PR-коммуникации с участием звезд, необходимо сформировать у аудитории ассоциативную связь между селебрити и рекламируемым продуктом или услугой. Наиболее эффективно подобная коммуникация может выстраиваться при условии, что данная персона действительно является потребителем рекламируемого товара. В таком случае можно говорить о назначении знаменитости амбассадором, то есть официальным

представителем бренда. Однако следует остерегаться того, что приглашенная знаменитость перетянет все внимание на себя.

В отдельных случаях компании организовывают полноценные коллаборации со звездами. Так, например, осенью 2020 года всемирно известная сеть ресторанов быстрого питания «McDonald's» пригласила американского исполнителя Трэвиса Скотта для реализации совместного проекта. Результатом такой коллаборации стало появление уникальных позиций в меню заведения, названных в честь музыканта. Также в продажу поступили игрушки, набор одежды и аксессуаров с символикой ресторана и артиста. Как сообщили в компании, благодаря запуску данной рекламной кампании их продажи увеличились на 4,6% по сравнению с тем же периодом в прошлом году [5].

Еще один метод селебрити-маркетинга – это тестемониум. Тестемониум (также встречается вариант написания тестемониал) – это технология и форма рекламы, использующие авторитет популярной личности (актера, певца, спортсмена, политика и т. д.) [2]. Этот способ предполагает написание рекламного текста и выстраивание коммуникации с потребителями, с вовлечением в этот процесс различных селебрити или экспертов, которые, в свою очередь, дают благоприятный отзыв о продвигаемом товаре или услуге, а также рекомендуют опробовать его всем желающим. Суть данного способа заключается в том, что у потенциального покупателя может возникнуть желание приобрести товар, о котором положительно отзывается авторитетная для него персона.

Для достижения наилучшего результата, необходимо, чтобы сфера деятельности звезды и рынка коммуницируемой ею компании соответствовали друг другу [1]. В последние годы данный метод постепенно переходит в социальные сети, в частности в Instagram. Бренды спонсируют знаменитостей, чтобы те упоминали в своих постах их продукцию и рекомендовали ее своей аудитории к приобретению.

Термин «тестемониум» схож с понятием «амбассадор», однако у них есть некоторые отличия. Амбассадор намного глубже вовлечен в процесс продвижения бренда и принимает в нем активное участие. Также амбассадор работает исключительно с одним брендом, когда в рамках тестемониума селебрити могут участвовать в рекламе нескольких разных компаний.

При выборе селебрити для совместной работы брендам необходимо определить насколько та или иная звезда популярна у целевой аудитории. Кроме того, для эффективной реализации такой рекламной кампании, нужна персона, которой люди смогут полностью доверять. Также не менее важна репутация данной персоны – за ней не должно быть замечено каких-либо скандалов в СМИ и других негативных действий, которые могут быть на слуху у общественности. В противном случае это может отрицательно сказаться на имидже бренда. В качестве селебрити могут выступать различные медийные личности. Зачастую это известные киноактеры, музыканты, спортсмены, комики и даже блогеры, чье влияние на массы становится все сильнее с каждым годом.

Тем не менее, участие селебрити в PR-кампании не гарантирует ее успех. Компании всегда рискуют потерять больше денег на выплату гонорара артисту. А в случае каких-либо негативных действий со стороны знаменитости, это может существенно испортить уже наработанный имидж бренда и подорвать к нему доверие. Также селебрити могут перетянуть все внимание с рекламируемого продукта на себя. Так, представитель американского бренда одежды «St. John» в 2010 году заявил, что они прекратили сотрудничество с актрисой Анджелиной Джоли, потому что люди, глядя на рекламные плакаты, обращали внимание только на звезду, полностью игнорируя рекламируемый товар [3].

Подытожив, селебрити-маркетинг – это эффективный инструмент в продвижении компании. Правильно выстроенная PR-коммуникация с участием медийных персон может повысить уровень доверия к бренду, а заодно и увеличить продажи товара или услуги. Взаимодействие со звездами может проходить в виде одноразового участия в рекламе, либо же с полным их внедрением в рекламную кампанию. В отдельных случаях известные персоны становятся официальными представителями организаций. Однако стоит помнить, что участие селебрити в проекте не гарантирует успех PR-кампании. Чтобы избежать финансовых потерь, необходимо тщательно проанализировать ситуацию, и, опираясь на полученные данные, выбирать наиболее подходящую селебрити для проведения рекламной кампании.

Список использованных источников

1. Старцева Н. Н., Брюхова О. Ю. Практика применения и оценка эффективности тестемониума в российской телевизионной рекламе // Креативная экономика. 2019. Том 13. N 11. С. 2265–2278.

2. Щербинина Ю. В. Книга – текст – коммуникация / Словарь-справочник новейших терминов и понятий. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 303 с.

3. Angelina Jolie "overshadowed" St. John fashion brand // Reuters // URL: https://www.reuters.com/article/us-jolie-idUSTRE60805X20100109 (Дата обращения: 10.11.20).

4. Celebrity-Based ad campaigns: What are the pros and cons? // Millward Brown // URL: http://kantarmillwardbrown.co.kr/thinking/WhatsNewEng (Дата обращения: 14.11.20).

5. McDonald’s Boosts Sales With Faster Drive-Throughs and Travis Scott // The Wall Street Journal // URL: https://www.wsj.com/articles/mcdonalds-boosts-sales-with-faster-drive-throughs-and-travis-scott-11602158413 (Дата обращения: 09.11.20).

Секция 6.2.

Вопросы регионоведения в цифровую эпоху

УДК 327.7
ГРНТИ 11.25.67

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ МУЗЕЕВ СОВРЕМЕННОЙ ЕВРОПЫ: ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ

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

Помимо своей основной роли, которая заключается в сохранении и передачи коллекций, современные музеи должны удивлять публику и стимулировать ее к посещению, выполняя свою главную роль – служение обществу. Статья посвящена обзору музеев современной Европы, а именно тому, как европейские музеи изменяются сегодня с помощью информатизации. В материале рассматриваются способы информатизации музейного пространства, которые используют музеи Европы для своего гармоничного существования с миром современных технологий XXI века.

музей, современный музей, виртуальный музей, интерактив, мультимедиа, информационные технологии, цифровые технологии, информатизация, модернизация, выставка, коллекция.

В современном мире общество не стоит на месте и развивается каждую минуту. Кажется, совсем недавно кнопочные телефоны и бумажные книги были на пике популярности, а о том, что совсем скоро наступит эра нового цифрового поколения можно было только догадываться. На сегодняшний день, современные технологии широко распространены в образовательных учреждениях, библиотеках, медицине. Также, технологии не прошли мимо учреждений, призванных служить обществу, способствовать его развитию, выполнять функцию сохранения и хранения всех остатков человеческой истории, традиций, и охватывать без преувеличения все сферы человеческой деятельности – музеи. Конечно, в первую очередь люди ходят в музеи для получения знаний, а еще лучше, если эти знания можно будет получить с помощью осязания – не только увидеть и осмотреть экспонат, но и ощутить его и взаимодействовать с ним, на протяжении всего посещения. С данной функцией замечательно справляются *VR*-, *AR*- технологии и многие другие [3].

В некоторых случаях технологические решения считаются необходимыми для облегчения воспроизведения историй и нематериальных процессов, таких как звукозаписи, музыка, видео и другое нефизическое наследие; в других случаях они способствуют расширению информации о том, что не может быть выставлено, например, об уже существующих артефактах и местах, предоставляя доступ к реконструкциям и цифровым копиям [7]. Что касается выставки физических образцов, использование цифровых ресурсов оказывается полезным, поскольку позволяет посетителям лучше понимать объекты, дополняя информацию более привлекательным для посетителей способом, не перегружая выставочную среду избытком информации. Совре-

менные технологии позволяют сделать поход в музей наиболее интерактивным, а, следовательно, наиболее интересным для посетителей любого возраста.

И. А. Макеева дала следующее определение интерактивности в области музеологии: «Интерактивность (англ. *interaction* – взаимодействие) в условиях музея - метод, дающий возможность посетителю и музейному педагогу включиться в продуктивный диалог с музейной средой, в которой, помимо экспозиции, могут быть созданы специальные зоны, насыщенные разного рода музейными предметами либо их моделями, позволяющими активизировать визуальный, тактильный и вербальный каналы восприятия» [2].

Современные технологии обходятся музеям Европы в десятки тысяч евро. Но модернизация выставочного пространства является отличным способом постоянно удерживать интерес посетителей, живущих в современном мире к традиционным музейным экспозициям.

В век интернета, одно из первых, на что обращает внимание человек перед походом в музей или театр - это сайт, и на сегодняшний день сайт почти любой организации - это не просто скромные веб-страницы с расписанием выставок и режимом работы, а полноценные порталы, где каждый может купить электронный билет, оформить сувенирную продукцию, а также «прогуляться» по музею с помощью виртуального тура. Сегодня, не выходя из дома можно «посетить» самые известные мировые собрания, такие как Лувр, Британский музей, Метрополитен музей и многие другие.

Одновременно с модернизацией сайтов, музеи активно осваивают социальные сети, что позволяет налаживать открытый и живой диалог с настоящей аудиторией. Для музея это своего рода маркетинговое исследование, т.к. с помощью подобного общения с публикой можно лучше понять целевую аудиторию и проанализировать ее заинтересованность в выставках.

В качестве удачного примера взаимодействия с посетителями можно выделить Лувр. Количество подписчиков его аккаунта в социальной сети *Twitter* достигло отметки в 1 млн, а в *Facebook* - более 2 млн. Нельзя не отметить и число подписчиков Британского музея: *Twitter* - 1 млн, *Facebook* - 1,2 млн. Многие российские музеи пока только начинают «осваиваться» в социальных сетях и достижения не такие высокие, как у европейских коллег. Но несмотря на это, можно выделить Эрмитаж и Государственный исторический музей, которые набрали в Twitter более 800 тыс. подписчиков [1].

Весьма оригинальный способ информатизации можно увидеть в датском музее археологии. Здесь отдельное внимание отведено на приемы выставочного дизайна и инсталляций. Нестандартные световые и атмосферные звуковые решения в сочетании с проекцией, анимацией, интерактивными инсталляциями, сценографией погружают посетителей в историческое повествование и помогают им проникнуться жизнью предков [5].

На выставках датского музея археологии активно применяется *3D* мэппинг. Данная технология пока не столь популярна, но благодаря ей музейные выставки никого не оставят равнодушным. Изначально *3D* мэппинг исполь-

зовался в основном в рекламной индустрии или служил дополнением к различным музыкальным шоу. Технология заключается в *3D* проекции, которая накладывается на физический объект окружающей среды, учитывая его геометрию и местоположение в пространстве. Проще говоря, помимо классической проекции, которая транслируется на плоские белые поверхности, есть еще одна проекция (мэппинг), которая проецируется на необычные объекты, например, камни или почву. Для музейной сферы мэппинг довольно новая технология, которая только начинает применяться в выставках.

Британский музей в Лондоне также представил интересный пример информатизации с помощью дополненной реальности - игра «Подарок для Афины» (*A Gift for Athena*), с помощью которой посещение музея для детей превратилось в увлекательную и познавательную игру с элементами головоломки. Смысл этой игры состоит в том, чтобы изучать музейные экспонаты с использованием планшета или смартфона. Игра использует сильные стороны *AR*- технологии, чтобы побудить пользователей открыть для себя аспекты скульптур Парфенона, которые трудно увидеть. Раннее тестирование игры показало, что дети с трудом различают элементы скульптур, потому что они однородны по цвету и сильно повреждены в некоторых местах. Задачи игры решают эту трудность и поддерживают визуальное исследование скульптур пользователями через обучение с цифровым взаимодействием. Например, один из уровней игры под названием «силуэт» отображает пустой контур на экране. Игроки сопоставляют контур со скульптурой в галерее. Когда они находят совпадение, они вознаграждаются анимацией и объяснением того, что они нашли. Эта деятельность побуждает их обратить внимание на форму, размер и объем скульптур и переходить на следующий уровень, тем самым, исследуя музей целиком [6].

В музейном деле информатизация - это не только внедрение современных информационных технологий, создание виртуального тура по музею, модернизация сайтов и социальных сетей музеев или обновленная мультимедиа. Информатизация музеев – это любой процесс, который направлен на создание лучших условий для оправдания ожиданий и удовлетворения потребностей посетителей в XXI веке.

Уровень информатизации музеев в Европе достаточно высок, в отличие от некоторых других регионов, где музеи все еще сталкиваются с рядом проблем на пути к созданию лучших условий для посетителей. Например, часто музейные работники переживают за то, что их функции, а именно экспонирование и сохранение культурного наследия заменят современные технологии. При этом, музейным работникам нужно помнить, что никогда и ни при каких обстоятельствах они не будут заменены машинами, потому что главная функция музея- служить обществу. Также, нехватка финансовых средств служит серьезным препятствием для использования современных технологий музеями во всем мире.

Информатизация музеев приведет не только к повышению посещаемости учреждения, но также позволит лучше усваивать полученную там ин-

формацию. Любые технологии должны раскрывать суть музейного предмета и привлекать аудиторию, как с точки зрения отдыха и развлечения, так и с точки зрения образования [4].

Список используемых источников и литературы:

1. Лувр 2.0 [Электронный ресурс]// Forbes [Сайт]. – URL: https://www.forbes.ru/tehnologii/341087-luvr-20-kak-internet-roboty-i-virtualnaya-realnost-transformiruyut-muzei (Дата обращения 19.11.2020);

2. Макеева, И.А. Использование интерактивных методов музейной деятельности в гражданском воспитании детей-сирот (из опыта работы) / И.А. Макеева // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 366. С. 121–125. С. 122.;

3. Макушева, О. Н. Информационные технологии в музейном деле / О. Н. Макушева, Г. А. Щербинин// Молодой ученый. — 2019. — № 52 (290). — С. 439-440. — URL: https://moluch.ru/archive/290/65908/ (Дата обращения 19.11.2020);

4. Макушева, О. Н. Информационные технологии в музейном деле / О. Н. Макушева, Г. А. Щербинин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 52 (290). — С. 439-440. — URL: https://moluch.ru/archive/290/65908/ (Дата обращения: 19.11.2020);

5. Музей археологии. Орхус, Дания [Электронный ресурс]// Intmedia [Сайт]. – URL: https://intmedia.ru/mirovoj-opyt/847-muzej-arkheologii-orkhus-daniya (Дата обращения 20.11.2020);

6. A Gift for Athena [Электронный ресурс]// The British Museum [Сайт]. – URL: https://britishmuseum.org/learning/schools_and_teachers/sessions/a_gift_for_athena.aspx (Дата обращения 20.11.2020);

7. Chanda, S. The special visitor: Each and every one of us. ICOFOM Study Series [Электронный ресурс],2013.–С. 83–96. URL: http://network.icom.museum/fileadmin/user_upload/minisites/icofom/pdf/ISS_42__2013_Rio_red.pdf (Дата обращения 19.11.2020).

УДК 327
ГРНТИ 11.15.91

ПОРЯДОК ВЫДВИЖЕНИЯ КАНДИДАТОВ В ПРЕЗИДЕНТЫ США (НА ПРИМЕРЕ КАМПАНИИ 2020 Г.)

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

В статье рассматривается порядок выдвижения кандидатов в президенты Соединенных Штатов Америки, требования, предъявляемые к кандидатам на пост президента, проанализированы особенности проведения праймериз и кокусов на всей территории государства в 2020 году ввиду сложившейся обстановки в мире, а также особенности проведения итоговых конвенций по выбору кандидатов в президенты и приводится их оглашение.

выборы, демократия, избирательное право, США, праймериз, кокусы.

2020 год в США знаменателен прошедшими выборами президента, который имеет свои особенности и специфику выдвижения кандидатов, а также ряд иных особенностей. 3 ноября 2020 года, согласно установленным правилам в Конституции США, когда выборы должны быть проведены в первый вторник месяца, и являться рабочим днем среди всего населения, и произошли выборы президента, однако политические дискуссии по этому поводу являются актуальными по сей день. Граждане США выбирают выборщиков, которые в последующем и будут избирать президента. Как установлено разделом 1, статьи 2 Конституции США [1], президент США занимает свой пост сроком 4 года, после чего в государстве проходят новые выборы.

Для того, чтобы баллотироваться на пост президента США, необходимо соответствовать определенным параметрам, при наличии которых у гражданина США появляется такая возможность. Первым условием является наличие американского гражданства, которое появилось у кандидата именно после его рождения на территории США, иностранные граждане, получившие гражданство США, не могут баллотироваться на пост президента США. Однако если такой гражданин США покидал страну и проживал в ином государстве, он должен вернувшись в США, прожить там не менее 14 лет [2]. Также строгим критерием является возраст кандидата на пост президента – не менее 35 лет. Как показывает история, самым молодым президентом был Джон Кеннеди, его возраст был равен 43 годам, а самым пожилым президентом был Дональд Трамп, его возраст был равен 70, когда он получил пост президента США.

Помимо этого, изъявить о своем желании участвовать в выборах необходимо заблаговременно, однако это зависит от известности кандидата, некоторые из кандидатов делают это даже более чем за год до предстоящих выборов, а к примеру, Дональд Трамп ввиду своей известности населению может это делать и позже. Также нужно собрать благотворительные пожертвования в свой избирательный фонд, как только сумма таких пожертвований достигнет 5000 долларов, то предполагаемый будущий кандидат в президенты США должен подать соответствующее заявление в избирательную комиссию США, в срок, не превышающий 15 суток, а также во все избирательные комиссии штатов США в количестве 50 отдельных комиссий.

Особенность выборов в США заключается в том, что первоначально происходит выбор кандидатов в президенты, которые соответствуют всем критериям и представляют определенную партию. Для того, чтобы определить кандидата в президенты от партии, проводятся кокусы и праймериз [2], которые в предвыборной компании 2020 года проводятся с начала февраля по конец июня текущего года. Кокусы представляют собой собрания, где принимают участие члены партий. Кокусы включают в себя участие преимущественно двух партий, в США это Республиканская и Демократическая партия, которые собираются в заранее определенном общественном месте, которое они самостоятельно арендуют. После чего путем прямого голосования поднятием рук определяются кандидаты от партий, которые примут участие в борьбе за президентский пост. При этом, если кокусы проводятся открыто, то участие в них могут принять и иные граждане США, не входящие в число членов Республиканской и Демократической партии, предъявив свое право голоса за определенного кандидата. В 2020 году большинство штатов США перешло на систему праймериз, но в некоторых все равно сохранена система проведения кокусов. Праймериз представляют собой первичные выборы, организацией которых занимается само государство. При этом, в праймериз голосование проходит с использованием урн, а не путем прямого открытого голосования с помощью поднятия руки, как в кокусах. Но праймериз также подразделяются на открытые и закрытые, в случаях проведения открытого праймериз могут принимать участие все желающие и реализовать свое право на голос за выбор определенного кандидата, который в последующем будет участвовать в президентской гонке за пост главы государства. В закрытых праймериз могут участвовать только те граждане, которые заранее зарегистрировали свое право на участие в праймериз. Не во всех штатах предусмотренная какая-либо одна система выбора кандидатов в президенты, например, в 2020 году также применялась и смешная система, где каждая из партий проводила либо открытый, либо закрытый праймериз, примером может послужить Западная Вирджиния. Однако ключевым моментом проведения кокусов является то, что, если в таком штате не были проведены праймериз, либо одна из партий в этих праймериз не участвовала, тогда проводимые кокусы смогут повлиять на результат.

В том случае, если кандидат не набрал нужное число голосов от партии, то он может выдвинуть свою кандидатуру самостоятельно без привязки к определенной партии, однако, как показала практика, в 2020 году такого не произошло.

В 2020 году проведение праймериз были осложнены обстановкой в связи с пандемией *COVID-19*, и даты проведения были перенесены ввиду безопасности всех граждан США. Помимо этого, и формат проведения праймериз и кокусов были существенны изменены ввиду тех ограничений, которые были приняты в стране. При этом, некоторые штаты смогли голосовать дистанционно, где предусмотрена такая возможность, а именно Гавайи и Аляска. В других штатах не смогли внедрить систему дистанционного голосования, хотя многие штаты и участники предвыборной гонки не возражали против таких мер, так как им было важно заинтересовать свою аудиторию даже таким способом, так как упускать время никто не желал. При смягчении ограничительных мер, принятых в связи с пандемией, все же удалось провести праймериз и кокусы. К штатам, в которых в 2020 году были проведены кокусы можно отнести штаты Колорадо, Айова, Вайоминг, Невада, Северная Дакота и Мэн.

Начало проведения кокусов в 2020 году началось со штата Айова. Население данного штата хоть и не обладает большой численностью, однако его жители представляют собой сельское рабочее население, и играет большую роль в дальнейшем проведении всей предвыборной компании и самих выборов. Такая же ситуация происходит и при проведении праймериз в штате Нью-Гемпшир, с которого также начинается проведение всех праймериз в государстве.

Среди ключевых фаворитов в 2020 году, которые принимали участие в борьбе за представление партии на президентских выборах стоит от республиканской партии действующий президент Дональд Трамп и Джо Уолш, действующий члена данной партии, а от демократической партии бывший вице-президент США Джо Байден, сенатор, осуществляющий свою деятельность в штате Вермонт, Берни Сандерс, сенатор, осуществляющий свою деятельность в штате Массачусетс Элизабет Уоррен, Пит Буттиджич, который ранее занимал пост мера города Саунт-бент в штате Индиана, Майкл Блумберг, который ранее также занимал пост главы города, только в Нью-Йорке и Эми Клобушар, которая является действующем сенатором в штате Миннесота [3].

Также в 2020 году традиционно был проведен «супервторник», выпавший на 3 марта, который представляет собой часть первичных выборов кандидатов на пост в США, которые проходят во множествах штатов одновременно. К таким штатам относятся Алабама, Арканзас, Вермонт, Вирджиния, Калифорния, Колорадо, Мэн, Массачусетс, Миннесота, Оклахома, Северная Каролина, Теннесси, Техас, Юта.

Результатом проведения «супервторника» является преимущество Джо Байдена среди других участников демократической партии в предвыборных

процессах. Он смог преодолеть первоначальные неудачи на дебатах, и стал победителем данного этапа голосования.

Однако проведенные праймериз и кокусы не устанавливают кандидатов автоматически для участия в самих выборах президента США, они лишь выдвигают наиболее успешных среди них в результате проведенных указанных мероприятий. Каждой из партий, в данном случае Демократической и Республиканской, проводился отдельный партийный съезд (конвенции), где уже и определялись итоговые кандидаты на пост президента США. У Демократической партии такой съезд был произведен 16 июля, а у республиканской партии 27 августа. Участие в таких конвенциях принимают делегаты партий, которые не ограничены строгим количестве участников от каждой партии. Однако количество делегатов зависит от количества избирателей в каждом штате США. В большинстве случаев они голосуют за того кандидата, который в прошедших праймериз и кокусах стал фаворитом. Отдельно отмечают категорию делегатов таких конвенций, которые имеют специальный статус и право голоса. У каждой партии они отличаются. В 2020 году у Демократической партии имелись специальные делегаты, к числу которых относятся члены Национального комитета, а также значимые члены партии, которые голосовали по своему личному предпочтению, а не по данным проведенных праймериз и кокусов. В Республиканской партии такие делегаты, представляя интересы каждого штата в количестве трех человек, все же голосуют в связи с проведенными праймериз и кокусами, а не с учетом своих личных предпочтений.

Для того, чтобы стать уже итоговым кандидатом в президенты США и участвовать в выборах, такой кандидат должен набрать наибольшее количество голосов от своей партии, которые принимают участие в партийном съезде по решению данного вопроса. Для того, чтобы такое решение было принято, у Демократической партии кандидат должен набрать минимально 2383 голосов, у Республиканской партии 1236 голосов.

Итогами кампании 2020 года стало выдвижение двух кандидатов в президенты США – Дональда Трампа от Республиканской партии и Джо Байдена от Демократической партии. На момент написания данной статьи выборы в США прошли, однако официально избранным президент будет считаться лишь в январе 2021 года, когда коллегии выборщиков огласят результаты голосования на заседании Конгресса, в котором участвуют обе палаты. Отсчет срока исполнения обязанностей президентом на посту будет исчисляться с 20 января 2021 года.

На сегодняшний день сложно утверждать о лидировании Дональда Трампа или Джо Байдена, хотя официальные данные говорят о 53,9 % у Джо Байдена и 43,1 % у Дональда Трампа на 16 ноября 2020 года [4]. Подводя итог, можно лишь сказать о том, что порядок выдвижения кандидатов в президенты США в 2020 году нарушен не был, и был проведен в соответствии с положениями законодательства США.

Список используемых источников

1."Конституция Соединенных Штатов Америки" от 17.09.1787// Информ. – поисковая система: Консультант Плюс: Версия Проф.

2. Конституционное право зарубежных стран: Учебник / Под общ. ред. Баглая М.В., Лейбо Ю.И., Энтина Л.М., - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва :Юр.Норма, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 976 с.

3. Еремина Д.В. Выборы в США 2020: анализ и прогнозы // Скиф. 2020. №2 (42) С.23-26. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vybory-v-ssha-2020-analiz-i-prognozy (дата обращения: 16.11.2020).

4.Выборы президента США – 2020 [Электронный ресурс] // URL: https://ria.ru/vybory-v-ssha/ (дата обращения 16.11.2020)

УДК 321:324(73)
ГРНТИ 10.15.91

МЕХАНИЗМ ПРЕЗИДЕНТСКИХ ВЫБОРОВ В США

К.А. Осипова, О.А. Яковлев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается механизм президентских выборов в США. Цель исследования заключается в комплексном анализе механизма функционирования данной системы. Президентские выборы в США являются одной из самых старых традиций современного мира. Актуальность темы обуславливается тем, что с ростом мирового влияния США к выборам Президента приковано особое внимание мирового общества.

президент, США, избирательная система, голосование, выборы.

Выборы президента США являются относительно старой демократической традицией, которые проводятся несмотря ни на какие политические проблемы, тяжелые экономические условия и непростую историческую эпоху. С ростом мирового влияния США, за выборами президента США наблюдает весь мир, яркий пример тому недавние выборы США между Д. Трампом и Д. Байденом. Сам процесс избирательной компании в США проходит достаточно шумно и ярко. Президентом США становится тот кандидат, который выдерживает жесткую конкуренцию. Отметим, что за всем этим стоит сложный механизм проведения выборов, который за 200 лет своего существования перетерпел изменения, но сохранил неизменными многие традиции.

В Конституции США отражены общие процессуальные нормы проведения выборов президента США [1]. Многочисленные вопросы в области выборов возложены на правительства штатов США, поэтому практически невозможно обобщить проведение выборов Президента США. Стоит сказать, что процедура выборов президента США постоянно является предметом для обоснованной критики. Реформирование механизма выборов президента США проводилось с его появления и продолжатся по сей день. На сегодняшний день существует несколько десятков предложений о внесении изменений в механизм выборов президента США. Рассмотрим механизм выборов президента США более подробно. Выборы президента США можно разделить на два этапа (см. рис. 1).

Первым этапом является партийный этап. Две партии – демократы и республиканцы определяют своих кандидатов на выборы. В каждой партии свой процесс выборов кандидатов. Выборы кандидатов от республиканской партии проводятся на съезде, где рассматривается 10 делегатов от каждого штата, и по 3 кандидата от каждого избирательного округа. Также кандидаты выбираются в штатах, где выборщики проголосовали за кандидата от рес-

публиканской партии. В демократической партии выборы кандидата проводятся сложнее чем в республиканской. Сначала избираются делегаты на партийный съезд, которые в последствие отдадут свой голос за одного из нескольких кандидатов от партии.

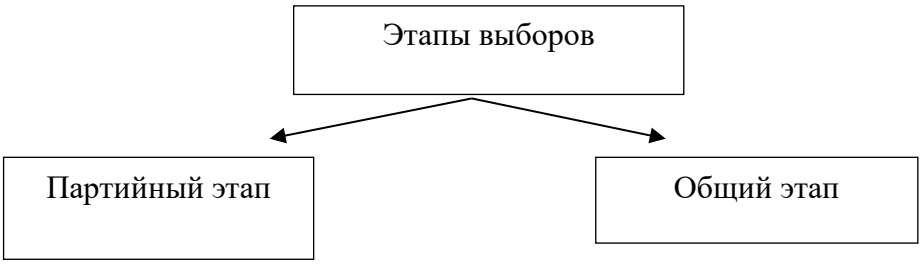


Рис. 1. Этапы выборов президента в США

Делегаты в данном случае делятся на:

- те, кто пообещал проголосовать за конкретного кандидата («pledged» - пообещал);
- те, кто свободны от таких обязательств («unpledged» - освобожден от обещаний).

Организацию проведения выборов от демократической партии занимаются партийные институты избирательного округа. Число делегатов от каждого округа считается по формуле, и базируется на индексе распределения голосов.

Итогом первого этапа механизма выборов президента США является принятие национальных конвенций от каждой партии с утверждением кандидатов. После принятия данных конвенций наступает второй этап выборов президента США – общий этап, который продлится до ноября. Отметим, что традиционно выборы президента США проводятся на вторник после первого понедельника ноября, к примеру, в 2020 г. выборы президента США между Д. Трампом и Д. Байденом прошли 3 ноября.

Общее голосование проводится в соответствии с законодательством каждого штата. К примеру, в одном штате голосуют на прямую за кандидата в президенты США, а в других за выборщиков, которые затем передадут свой голос за кандидата, имея поддержку со стороны жителей штата. Основным принципом всех штатов, кроме двух, является принцип «победитель получает все». Данный принцип заключается в том, что кандидат набравший наибольшее количество голосов избирателей получает все голоса коллегии выборщиков штата. Выборщики в свою очередь могут получить штраф, в том случае, если отдадут свой голос не так как решило большинство жителей штата, однако подобная практика не применяется. Стоит отметить, что в большинстве штатов имеются традиционные политические предпочтения, и как правило голосуют за одну из партий. Поэтому кандидаты проводят более

активные предвыборные компании именно в так называемых «колеблющихся» штатах, к примеру, в 2020 г. такими штатами стали Пенсильвания, Мичиган, Висконсин, Флорида.

Предвыборные компании проводятся за счет личных и партийных денежных средств, а также пожертвований исключительно граждан США. Пожертвования является добровольными, и получателями могут быть все кандидаты, которые баллотировались на пост президента США. Отметим, что пожертвования в рамках предвыборной компании за 2020 г. также собрало рекордную сумму по сравнению с выборами 2016 г. (см. рис. 2) [3].

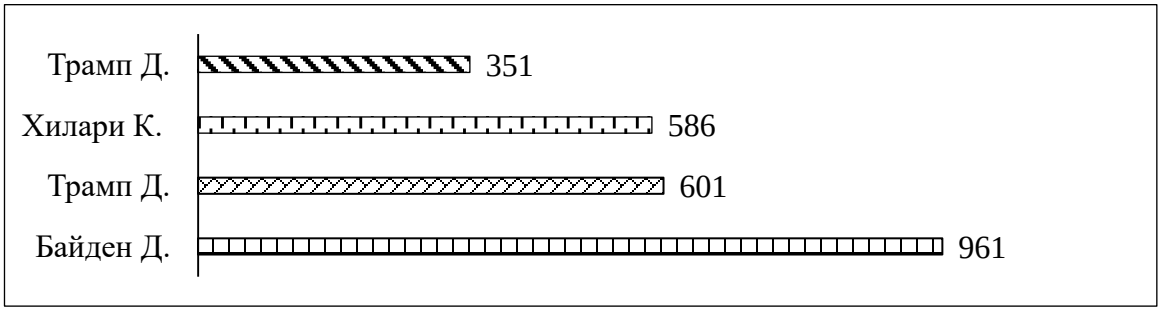


Рис. 2. Суммы пожертвований кандидатам в президенты США в выборы 2016 г. и 2020 г., млн. долл.

Голосовать за президента США можно с 18 лет.

Проголосовать можно как лично придя на избирательный участок, так и при помощи почтовых бюллетеней.

В условиях пандемии новой короновирусной инфекции COVID-19 большая часть граждан США воспользовалась именно данным видом голосования, поэтому подсчет голосов в выборах 2020 г. был затяжным. К примеру, после конца выборов не смогли доставить около 150 тысяч почтовых бюллетеней.

Критики утверждали, что данный способ не является благонадежным, и достаточно легко фальсифицировать почтовые бюллетени. Однако, как показывают многочисленные государственные и национальные исследования значительная фальсификация отсутствует, кроме того было бы не плохо перенять такой опыт и другим странам, что в условиях пандемии является весьма актуальным. Голосовать можно также и досрочно как лично, так и по почте.

Досрочное голосование применяется в 43 штатах из 50, и округе Колумбия. Отметим, из-за новой короновирусной инфекции COVID-19 в 2020 г. в досрочном голосовании приняло участие более 70 млн граждан, что является новым рекордом. На рисунке 3 отмечено сравнение количества участников досрочных выборов в США за последние десятилетие [4].

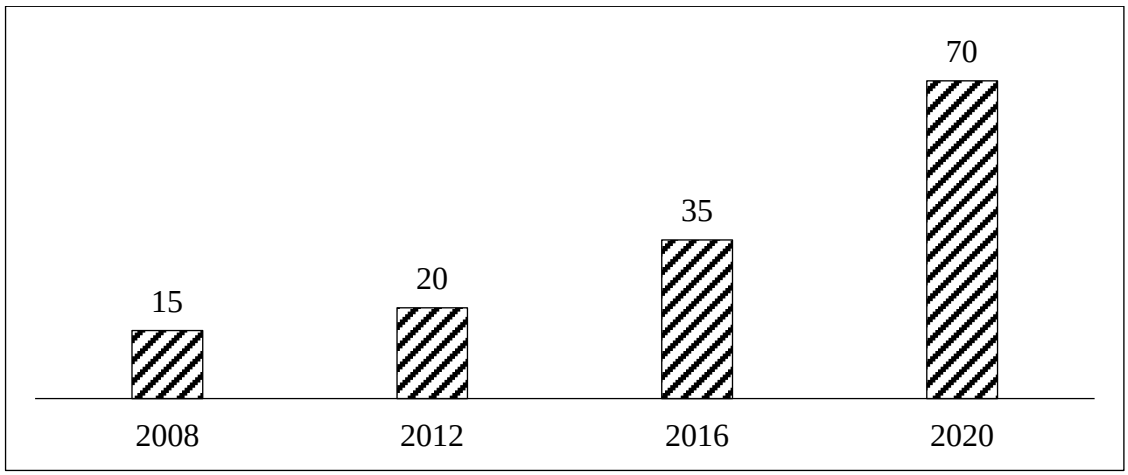


Рис. 3. Количество граждан, принявших участие в досрочном голосовании президента США за последние десятилетие, млн чел.

Стоит отметить, что досрочное в 2020 г. голосование по оценке экспертов позволило снизить нагрузку на избирательные участки. Ряд штатов пандемию короновирусной инфекции не рассматривал как одну из основных причин для досрочного голосования, так или иначе досрочное голосование на выборах президента США в 2020 г. побило все рекорды.

Определение победителя в выборах президента США происходит при помощи подсчета голосов, однако решающим фактором является не количество голосов избирателей, а коллегии выборщиков. Все штаты предоставляют ограниченное количество голосов в коллегии выборщиков в зависимости от населения штата. В коллегии всего 538 мест, победителем становится тот, кто набрал более 270 голосов от коллегии. К примеру, президентские выборы США в 2016 г. Х. Клинтон набрала большее количество голосов от населения, но ее конкурент получил большее количество голосов от выборных коллегий, и тем самым выиграл выборы. Стоит также отметить, что механизм выборов президента в США включает в себя еще одни выборы – членов Конгресса США.

После избрания одного из кандидатов на должность президента США, законом устанавливается переходный период для того, чтобы новый президент США смог выбрать новый кабинет министров, и составить свои планы. Официально в свои обязанности новый президент вступает после церемонии инаугурации, которая проходит в г. Вашингтоне в здании, где заседает Конгресс. Конгресс США является основным законодательным органом власти в США.

К негативным моментам данной избирательной системы относят то, что данный механизм не отражает реального волеизъявления граждан, как в случае в выборах с Х. Клинтом и Д. Трампом в 2016 г. Кроме того, систему критикуют за то, что в выборах участвуют всего две партии, и у других партий просто нет возможности принять участие в выборной гонке. Этот факт подтверждается тем, что с 1853 г. у власти находятся либо партия демократов, либо республиканцев. Таким образом, исследователи подчеркивают, что демократические выборы в США не являются вполне «демократическими».

Таким образом, механизм голосования имеет ряд положительных и отрицательных моментов. Фактически голосование проходит на уровне штатов, а не национальном уровне. Однако данный механизм пользуется безоговорочным авторитетом так как исторические корни его начинаются со времен основания самого государства США.

Список используемых источников

1. Конституция Соединенных штатов Америки [Электронный ресурс]. – URL: https://www.constitutionfacts.com/content/constitution/files/USConstitution_Russian.pdf (дата обращения 23.11.2020).

2. Мельников Н.И. Специфика непрямых выборов президента США // Вестник ВГУ. Серия: история. политология. социология. 2015. № 1. С. 95.

3. Федеральная избирательная комиссия США данные на 29.10.2020 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fec.gov/ (дата обращения 23.11.2020).

4. Мингазов С. Рекордное число американцев проголосовало досрочно на выборах президента США [Электронный ресурс]. – URL: https://www.forbes.ru/newsroom/obshchestvo/412351-rekordnoe-chislo-amerikancev-progolosovalo-dosrochno-na-vyborah (дата обращения 23.11.2020)

УДК 32(092)
ГРНТИ 11.01.53

ПОЛИТИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ПРЕЗИДЕНТА США 2016-2020

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

В данной статье рассматриваются итоги президентства лидера США – Дональда Трампа. Речь идет об изменениях в области экономики, курсе внешней и внутренней политики, успехах и неудачах президента. В статье будет сделана попытка ответить на вопрос: удалось ли Трампу воплотить лозунг предвыборной кампании «Make America Great Again» в жизнь.

Дональд Трамп, внешняя и внутренняя политика, США.

В ноябре 2016 года прошли 58-е выборы президента Соединенных Штатов Америки, на которых победу одержал Дональд Трамп. Несмотря на то, что его главный оппонент, Хиллари Клинтон, опережала его с преимуществом почти в 3 миллиона голосов, Трамп стал пятым президентом в истории США, который победил на выборах, но проиграл по количеству голосов.

Также, на момент инаугурации, он стал самым возрастным президентом и первым президентом, который не служил в армии и не занимал никаких государственных должностей.

Трамп известен как весьма эпатажный, скандальный, критичный, резкий в высказываниях человек; несколько раз он появлялся на американских телешоу, в кино, где исполнял роль самого себя. Также его образ не раз использовался в скетчах и мультипликационных фильмах. Он один из крупнейших и самых известных предпринимателей США. Можно заметить, что известность, полученная им до вступления на пост президента, также повлияла и на то, как он проявил себя в международных отношениях.

Трамп скептически относился к многосторонним торговым соглашениям, считая, что они стимулируют недобросовестную коммерческую практику, отдавая предпочтение двусторонним торговым соглашениям, поскольку они позволяют одной стороне выйти, если другая сторона поступает несправедливо.

Он отозвал США от переговоров о Транстихоокеанском партнерстве, ввел тарифы на импорт стали и алюминия, и начал торговую войну с Китаем, резко повысив тарифы на 818 категорий (общей стоимостью 50 миллиардов долларов) китайских товаров, импортируемых в США [2].

Несмотря на предвыборное обещание ликвидировать государственный долг за восемь лет, Трамп как президент одобрил значительное увеличение государственных расходов, а также снижение налогов в 2017 году. В резуль-

тате дефицит бюджета американского правительства увеличился на 50% - почти до 1 триллиона долларов в 2019 году. В 2016 году, за год до прихода Трампа к власти, государственный долг США составлял около 19 триллионов долларов; к середине 2020 года он увеличился до 26 триллионов долларов при администрации Трампа [1].

В апреле 2020 года официальный уровень безработицы вырос до 14,7% из-за пандемии *COVID-19*. Это заниженная оценка фактического уровня безработицы, но она все же больше цифр 1939 года.

Трамп отвергал научный консенсус в отношении изменения климата. Он значительно урезал бюджет программ, исследующих возобновляемые источники энергии, и отказался от вектора политики Обамы, направленного на сдерживание изменения климата. В июне 2017 года Трамп объявил о выходе Соединенных Штатов из Парижского соглашения, в результате чего США стали единственной страной в мире, не ратифицировавшей соглашение. На саммите *G7* в 2019 году Трамп пропустил заседания, посвященные изменению климата.

Энергетическая политика Трампа была направлена на увеличение добычи и экспорта угля, нефти и природного газа: он отменил федеральные ограничения, направленные на сокращение выбросов парниковых газов, загрязнения воздуха, воды и использования токсичных веществ. Одним из примеров является План чистой энергии, который смягчил экологические стандарты для федеральных инфраструктурных проектов, одновременно расширив разрешенные зоны для бурения и добычи ресурсов.

Во время своей кампании Трамп пообещал отменить и заменить Закон о доступном медицинском обслуживании (*ACA/Obamacare*), что вскоре и сделал, после вступления в должность. В мае 2017 года контролируемая республиканцами Палата представителей приняла закон об отмене *ACA* в ходе партийного голосования, но предложения об отмене были узко отвергнуты в Сенате после того, как трое республиканцев присоединились к демократам, выступившим против него [4].

Трамп хотел «позволить *Obamacare* потерпеть неудачу»; его администрация вдвое сократила период зачисления в *ACA* и резко сократила финансирование рекламы и других способов поощрения зачисления. Налоговый законопроект 2017 года, подписанный Трампом, фактически отменил мандат *ACA* на индивидуальное медицинское страхование в 2019 году, а законопроект о бюджете 2019 года, отменил налог на план *Cadillac*, налог на медицинские устройства и налог на загар.

Предложенная Трампом иммиграционная политика была предметом ожесточенных и жарких споров во время кампании. Он пообещал построить более прочную стену на границе Мексики и США, чтобы не допускать нелегальных иммигрантов; массово депортировать нелегалов, проживающих в Соединенных Штатах, и критиковал гражданство по праву рождения за создание «якорных младенцев». Он часто описывал нелегальную иммиграцию как «вторжение» и связывал иммигрантов с бандой *MS-13* (международная

ОПГ, действующая в странах Центральной и Северной Америки), хотя исследования показывают, что среди нелегальных иммигрантов уровень преступности ниже, чем у американских уроженцев.

Трамп сократил количество допущенных в США беженцев до рекордно низкого уровня. Когда Трамп вступил в должность, годовой лимит составлял 110 000 человек; он установил лимит в 18 000 в 2020 финансовом году и 15 000 в 2021 финансовом году. Дополнительные ограничения, введенные администрацией Трампа, повлекли за собой задержки в обработке заявлений о предоставлении убежища, в результате чего число принятых беженцев было гораздо меньше установленного порогового уровня.

После теракта в Сан-Бернардино в 2015 году Трамп выступил с противоречивым предложением запретить иностранцам-мусульманам въезд в Соединенные Штаты до тех пор, пока не будут внедрены более строгие системы проверки. Позже он изменил формулировку предложенного запрета на страны с «доказанной историей терроризма».

27 января 2017 года Трамп подписал указ, согласно которому прием беженцев приостановлен, и запрещен въезд гражданам Ирака, Ирана, Ливии, Сомали, Судана, Сирии и Йемена на 90 дней, ссылаясь на соображения безопасности [3].

Временный приказ был заменен президентским указом от 24 сентября 2017 года, который перманентно ограничивает поездки из первоначально выбранных стран (за исключением Ирака и Судана), а также запрещает въезд жителям Северной Кореи и Чада вместе с некоторыми официальными лицами Венесуэлы.

Заявленные цели внешней политики администрации Дональда Трампа включали в себя: акцент на безопасности путем борьбы с террористами за границей и усиления пограничной обороны и иммиграционного контроля; расширение армии США; подход к торговле и дипломатии в духе «Америка прежде всего», посредством которой «старые враги становятся друзьями».

Во время своей речи на инаугурации президента Трамп заявил, что во время его президентства США «не будут стремиться навязать кому-либо свой образ жизни, а, скорее, позволят ему «засиять» в качестве примера». Он также заявил, что его администрация «будет стремиться к дружбе и доброй воле с народами мира» и что он верит в «право всех наций ставить свои интересы на первое место».

Трамп поставил под сомнение необходимость в НАТО: будучи президентом, он неоднократно публично критиковал участие США в Североатлантическом альянсе и не раз, в частном порядке, предлагал Соединенным Штатам выйти из блока.

Внешняя политика Трампа была отмечена неоднократными похвалами и поддержкой авторитарных лидеров и критикой демократических правительств. Он придерживался изоляционистских, протекционистских взглядов, а также принципа невмешательства.

Отличительными чертами международных отношений во время правления Трампа являются непредсказуемость и неопределенность, отсутствие последовательной внешней политики, а также натянутые, а иногда и антагонистические отношения с европейскими союзниками США [5].

Резюмируя, можно сказать, что отнюдь не все обещания, данные Трампом во время выборов 2016-го года, удалось воплотить в жизнь: государственный долг погашен не был, а наоборот вырос; импортные пошлины не принесли ожидаемого результата; уровень безработицы заметно снижен не был. Что касается международных отношений, Трамп вел несколько противоположную его предшественникам политику: он трижды встречался с лидером КНДР с целью денуклеаризации Корейского полуострова, однако до соглашения между сторонами еще далеко; одной из своих целей он ставил «помирить» Россию и США, чему активно старался способствовать, однако не во всех вопросах было достигнуто взаимопонимание (а некоторые теперь стоят более остро); Трамп развязал торговую войну с Китаем, что являлось частью его протекционистской экономической политики *«America first»*, что также не совсем положительно сказалось на американской экономике.

В целом, Трамп достаточно противоречивая политическая фигура, как, собственно, и политика, которую он проводил – казалось бы, делая какой-нибудь шаг, который должен привести к успеху, зачастую всплывали всевозможные нюансы и последствия возможной неосмотрительности президента. С другой стороны, во многом причиной нивелирования экономических достижений Дональда Трампа стала разразившаяся эпидемия коронавируса.

Список используемых источников

1. *Александрова А., Логинов В.* (2020) Невыполненные обещания: как Трамп возвращал Америке былое величие // Газета.ru. URL: https://www.gazeta.ru/politics/2020/11/02_a_13344421.shtml (Дата обращения: 21.11.20)
2. *Бурак. К., Кобзарь Д.* (2020) Как Дональд Трамп изменил мировую политику // Deutsche Welle. URL: https://www.dw.com/ru/kak-donald-tramp-izmenil-mirovuju-politiku/a-55374764 (Дата обращения: 20.11.20)
3. *T. Hesson (2019)* Trump ending U.S. role as worldwide leader on refugees // Politico. URL: https://www.politico.com/news/2019/10/11/trump-refugee-decrease-immigration-044186 (Дата обращения: 20.11.20)
4. *A. Quigley* (2017) All of Trump's major executive actions so far // Politico. URL: https://www.politico.com/agenda/story/2017/01/all-trump-executive-actions-000288/ (Дата обращения: 20.11.20)
5. *A. Swanson* (2020) Trump Administration Escalates Tensions with Europe as Crisis Looms // The New York Times. URL: https://www.nytimes.com/2020/03/12/business/economy/trump-european-union-trade.html (Дата обращения: 22.11.20)

УДК 324
ГРНТИ 11.15.91

ПАРАДОКСЫ ПРЕЗИДЕНТСКИХ ВЫБОРОВ В США

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

4 июля 2020 года Соединённым Штатам Америки исполнилось 244 года. 17 сентября 1787 года, спустя 11 лет со дня их основания, появляется пост Президента Соединённых Штатов Америки. На данный пост кандидат избирается посредством непрямых (двухступенчатых) выборов. В статье будут рассмотрены парадоксы этих выборов, связанные с победой кандидатов, набравших меньше голосов избирателей, чем их оппоненты.

выборы, избиратели, выборщики, парадоксы

Первой ступенью в выборах президента является Всеобщее голосование.

Выборы проходят в начале ноября, в первый вторник после первого понедельника данного месяца. В стране проводится всенародное голосование (голосование избирателей).

Кандидат, набравший большинство голосов избирателей, получает статус Избранного президента Соединённых Штатов Америки и остается таковым в промежутке времени между всенародным голосованием в ноябре и 12 часами дня по восточному североамериканскому времени в день вступления в должность Президента США 20 января.

Второй ступенью в выборах президента является голосование коллегии выборщиков.

Оно происходит в начале декабря и представляет из себя формальность. Для избрания кандидату необходимо набрать более половины (абсолютное большинство) голосов выборщиков. На данный момент состав коллегии выборщиков представляют 538 человек. Если же никто из кандидатов не получает данного большинства, то президент выбирается Палатой представителей из трёх кандидатов.

Однако, несмотря на все установленные правила, в истории выборов президента имеют место парадоксы, когда президентом становился кандидат, который набрал меньше голосов избирателей, чем его противник.

Первый раз такая ситуация сложилась в ходе выборов 7 ноября 1876 г. Впоследствии их назвали наиболее оспариваемыми и "грязными". Тогда за президентский пост боролись демократ Сэмюэл Тилден и республиканец Ратерфорд Хейс. Тилден опередил Хейса по общему количеству голосов избирателей (на 250 тыс.), а также по голосам выборщиков - 184 против 165. Еще 20 голосов выборщиков от южных штатов Флорида, Луизиана и Южная Каролина были оспорены, так как ни одна из партий не признала там свое поражение (еще один голос выборщика в Орегоне был признан недействительным). Тогда республиканская администрация президента Улисса Гранта ввела в эти три штата федеральные войска и начала там пересчет голосов. В результате победа была присуждена Хейсу с перевесом всего в один голос (185 против 184 у Тилдена).

Победа Хейза на президентских выборах с перевесом в 1 голос выборщика, при весьма больших сомнениях по поводу честности выборов и подсчёта голосов в четырёх штатах, отдавших ему большинство, считается самой грязной в истории президентских выборов США. [1]

16 февраля 1877 г., кроме южных штатов, в связи с начавшимися волнениями в поддержку Тилдена войска были введены и в столицу США - Вашингтон. В феврале - начале марта страна находилась на грани гражданской войны Севера (республиканцы) против Юга (демократы). 2 марта 1877 г. после 18-часовых споров в Конгрессе США президентом был признан Ратерфорд Хейс. Церемония инаугурации прошла у здания Капитолия в окружении федеральных войск.

Через 12 лет, на выборах 1888 г. действующий президент-демократ Гровер Кливленд, баллотировавшийся на второй срок, обошел по числу голосов избирателей своего соперника республиканца Бенджамина Гаррисона. Разница составила около 100 тыс. голосов. Однако при этом Гаррисон получил больше голосов в коллегии выборщиков (233 против 168) и в результате стал президентом. Таким образом, повторилась ситуация выборов 1876 года, где кандидат, набравший наибольшее число голосов, тем не менее не стал президентом. [2]

Самым «свежим» примером прошедших выборов с соответствующим исходом являются выборы президента Соединённых Штатов Америки 8 ноября 2016 года, где по их итогам победителем был объявлен Дональд Трамп, кандидат от Республиканской партии. И при этом его соперник, Хилари Клинтон, представитель Демократической партии, получила больше голосов избирателей при меньшем количестве голосов выборщиков. По официальным данным, за Трампа проголосовали 62 млн 985 тысяч избирателей (45,94%) и 304 выборщика, за Клинтон – 65 млн 853 тысячи избирателей (48,03%) и 227 выборщиков. [3]

В связи с тем, что выборы президента Соединённых Штатов Америки являются непрямыми возможна ситуация, когда кандидат может побе-

дить на выборах, получив большинство голосов выборщиков, в то время как за его соперника свои голоса отдали больше избирателей.

Дело в том, что голоса подсчитываются отдельно в каждом штате. Соотношение между численностью населения и числом избираемых выборщиков различается от штата к штату, ровно, как и система подведения итогов по мажоритарному или пропорциональному признаку.

Примером этому служат выборы президента США в 2000 году, на которых борьба происходила между демократом Альбертом Гором и республиканцем Джорджем Бушем-младшим. За Буша-младшего свои голоса отдали 50 млн 456 тысяч избирателей (47,9%) и 271 выборщик, за Гора – 50 млн 999 тысячи (48,4%) и 266 выборщиков. [4]

Можно было бы вменять подобные результаты выборов Ненадёжным выборщикам, голосующим не по результату народного голосования в том или ином штате. Однако история показывает, что данные выборщики в силу своей малочисленности не могли повлиять на выборы президента США хоть как-то.

Список использованных источников:

1. HarpWeek | Hayes vs. Tilden: The Electoral College Controversy of 1876—1877 https://elections.harpweek.com/09Ver2Controversy/Overview-1.htm
2. United States presidential election of 1888 https://www.britannica.com/event/United-States-presidential-election-of-1888
3. United States Presidential Election of 2016 at the Britannica: https://www.britannica.com/topic/United-States-presidential-election-of-2016
4. United States presidential election of 2000 at the Britannica https://www.britannica.com/event/United-States-presidential-election-of-2000

УДК 32.019.5
ГРНТИ 11.25

ЭПОХА МАССОВЫХ ПРОТЕСТОВ: ПОНИМАНИЕ РАСТУЩЕЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ТЕНДЕНЦИИ

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

Кризисы начала двадцать первого века потрясли как демократические, так и недемократические государства, что привело к крупномасштабным движениям «оккупации» и восстаниям. 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, протестные движения, гражданское общество

Протест - важная мера недовольства в обществе, и другими способами его можно рассматривать как форму политики[2]. Современные реалии характеризуются, как эпоха глобальных массовых протестов, которые исторически беспрецедентны по частоте, размаху и размеру. Масштабные протесты в последние годы стали более многочисленными и географически распространенными. Изучение тенденций роста мобилизации граждан представляется важным в зарождающуюся эпоху глобальной политики.

Масштаб и частота недавних протестов затмевают исторические примеры эпох массовых протестов, таких как конец 1960-х, конец 1980-х и начало 1990-х годов. Анализ коренных причин этих глобальных протестов дает предположение, что они будут продолжаться и могут увеличиться в последующий период[5].

Факторы, которые могут увеличить уровень протестов, включают замедление глобального экономического роста, ухудшение последствий изменения климата и иностранное вмешательство во внутреннюю политику государств посредством дезинформации и других тактик. Особого внимания заслуживают три потенциальных катализирующих фактора, которые могут усилить тенденцию или сделать ее более управляемой: использование технологий протестующими и правительствами, напряженность между сменой демократического и авторитарного типов правительства и потребность в улучшении понимания и реакции между правительствами и их гражданами[3].

Сегодняшняя волна протестов относительно уникальна, затрагивает все регионы мира, с аналогичными моделями восстаний, охватывающими различные национальные и культурные контексты. Повсеместность и частота крупномасштабных мобилизаций достаточны для обозначения структурного

сдвига в том, как граждане противостоят власти и как глобальное гражданское общество организуется для решения своих проблем.

В 2008 году, в разгар мирового финансового кризиса и накануне арабской весны, бывший советник США по национальной безопасности Збигнев Бжезинский упомянул термин «глобальное политическое пробуждение». По его оценке, наступила новая эра глобального активизма. Он писал: «Впервые в истории почти все человечество политически активировано, политически сознательно и политически интерактивно»[5]. В соответствии с его предсказанием, правительства и лидеры по всему миру подвергаются испытанию, растущим ожиданиям граждан, усиленным изменениям. Протестующие все чаще атакуют государственную и частную инфраструктуру и предприятия, что имеет негативные социальные и экономические последствия.

Ключевой особенностью является то, что сегодняшние протесты вызваны множеством проблем, жалоб и озабоченностью населения. Некоторые протесты прямо направлены на изгнание правительства или режима от власти - Белорусские протесты 2020 года - серия продолжающихся политических демонстраций и протестов против белорусского правительства и президента Александра Лукашенко. Некоторые восстания подталкивают к другим типам менее драматических демократических реформ - например, протесты в Ираке в 2016 году, которые требовали более справедливой демократии с разделением власти, или протесты в Латинской Америке, стремящиеся к более широким правам для коренных меньшинств. Некоторые больше сосредотачиваются на случаях коррупции: протесты в Бразилии и Индии - два самых известных таких примера. Многие протесты на Западе были в первую очередь против сокращений режима жесткой экономии - протесты в Греции и Испании символизируют этот тип мобилизации. Другие менее точны и в большей степени выступают против капитализма и неолиберализма - например, различные национальные версии движения «Occupy». Напротив, некоторые протесты являются ответом на очень конкретные местные недовольства и преследуют относительно скромные цели - например, растущее количество протестов в России попадает в эту категорию.

Активисты и аналитики по-прежнему склонны рассматривать протесты через призму своих собственных проблем. Для тех, кто занимается коррупцией или занимается ею, нынешний всплеск протестов представляет собой глобальную борьбу с коррупцией. Для сторонников демократии и экспертов это новое восстание в пользу демократии. Для критиков капитализма и неолиберализма это часть растущего антикапиталистического восстания. Для защитников окружающей среды это, как правило, интерпретируется как результат кампании за разработку природных ресурсов и права на добычу полезных ископаемых. Активисты социальной справедливости подчеркивают идею протестующих, требующих большей социальной справедливости. Один и тот же протест в конечном итоге по-разному изображается различными частями СМИ или экспертными сообществами.

Фактически, большинство протестов сочетают в себе несколько различных характеристик. Большинство мобилизаций состоят из различных элементов, в которых участвуют непростые союзники, чьи программы и методы действий значительно расходятся. Например, часто прогрессивные силы начинают протесты, к которым затем присоединяются активисты с нелиберальной или националистически-нативистской идентичностью - отношения между новым активным гражданством и широко обсуждаемой сегодня волной популизма сложны, часто непросты, но все же значительны[1]. Активизм на Украине, в котором участвовали как прогрессивные демократы, так и более правые-националистические группы, является одним особенно примечательным примером того, как такие непростые соратники объединились в общий бунт.

В целом, нынешний всплеск протестов содержит некоторые элементы, которые являются радикальными, некоторые - консервативными, некоторые - умеренно «либеральными», реформистскими, а некоторые явно более практичными, чем откровенно идеологическими.

Пожалуй, определяющей чертой современных протестов является их эклектизм. Протесты обычно содержат сочетание требований, связанных с системой, и жалоб, связанных с политикой. Они могут быть как очень конкретными, так и выражаться в весьма общих недовольствах. Различные протесты демонстрируют различный баланс между системным и конкретным аспектами. Мотивы также могут пересекаться - например, протестующие против жесткой экономии часто также используют язык демократии как формы построения сообщества и социальной справедливости[5].

Наиболее широкая тенденция заключается в протестах на уровне сообществ, которые мобилизуются для достижения более четко определенных целей, специфичных для местного контекста.

Эта тенденция частично является ответом на репрессии со стороны режимов против новой волны в высшей степени политической гражданской активности. По мере того как во многих странах откровенно антирежимные демонстрации подавляются со все большей жестокостью, активисты приспосабливаются. Многие ставят перед собой более скромные и достижимые цели, связанные с повседневным предоставлением услуг и т.п. По этим вопросам местные сообщества продолжают объединяться даже там, где режимам удавалось подавить откровенно политическую оппозицию[3]. В этих случаях сам факт того, что граждане продолжают собираться, считается ценным, сохраняя хотя бы некоторую идентичность противостояния в сложных обстоятельствах. Примеры этой тенденции можно найти в таких странах, как Эфиопия, Кения и Уганда.

Этот зарождающийся сдвиг в сторону менее политизированных протестов на местном уровне имеет аналитические последствия. Распространенная критика в адрес протестующих новой волны состоит в том, что они не могут четко определить свои цели и неизбежно скатываются к интуитивной и неконструктивной антиполитике[4]. Однако некоторые из наиболее типичных

сегодняшних протестов делают прямо противоположное, сосредотачиваясь, по крайней мере, первоначально на очень конкретных и четко определенных вопросах, имеющих отношение к конкретному сообществу - закрытие школы или больницы, разрушительный эффект местных сетей патронажа или очень ощутимые деградация окружающей среды.

Ключевой вывод состоит в том, что, хотя массовые протесты являются глобальной тенденцией, они не организуются глобально с организационной точки зрения. В то время как активисты, безусловно, обращаются друг к другу через границы, мобилизация все в большей степени носит локальный или национальный характер, а не является неотъемлемой частью глобальной повестки дня для системных изменений, связанных с порядком.

Наиболее известным наблюдением является то, что современный протест является минималистичным в организационном отношении, даже «без лидера», сильно зависит от социальных сетей и опасается любого союза со «старыми» формами гражданской и политической организации. Действительно, большинство аналитических работ сосредоточено на этой якобы новой организационной динамике, и именно они дают комментарии о «революциях в Твиттере» и тому подобном[5].

Однако, хотя эти теперь стандартные описания отражают основные черты многих протестов, они не применимы повсеместно. Многие протестные движения взаимодействуют с основными политическими каналами, такими как НПО, партии и профсоюзы.

В некоторых случаях новая волна протеста «без организаций» является более примирительной, более политизированной и более конструктивной, чем это обычно предполагается. Стандартная картина неуправляемого протеста, несфокусированного в своих целях, абсолютистского в своей враждебности формальной политике и лишенного последовательного руководства, стала чем-то вроде карикатуры. Некоторые, несомненно, озабочены в основном разрушением или отдают предпочтение групповой идентичности над конкретными политическими идеями. Но другие являются полной противоположностью этого описания - примеры включают недавние, хорошо сфокусированные протесты против цен на электроэнергию в Армении, образовательную реформу в Чили.

Одни протесты успешны, а другие терпят поражение – это объясняется сложной комбинацией факторов. Исследователями часто используется утверждение о том, что определенные особенности политического контекста страны определяют, происходит ли противостояние и насколько оно эффективно[5]. В последние годы протесты вспыхнули в сильно автократических государствах, в устоявшихся демократиях, во взрывающихся государствах-конфликтах и в явно хорошо управляемых полуавторитарных восходящих державах. Успехи и неудачи характерны для всех типов режимов.

Таким образом, волна глобального протеста представляет собой главную тенденцию в международной политике. Однако не стоит описывать эту тенденцию чрезмерно упрощенными или радикальными способами. Различия между протестами не менее значительны, чем общие черты, которые их связывают. Многие из общепринятых представлений о сегодняшней волне протестов обоснованы, но лишь частично. По мере того, как наступает «век ярости», необходимо более детальное понимание целей, форм и последствий протестов.

Список используемой литературы:

1. Chandhoke, N. (2001). The ‘civil’ and the ‘political’ in civil society. Democratization, 8, 1–24.
2. Gale, R. (1986). Social movements and the state: The environmental movement, countermovement, and government agencies. Sociological Perspectives, 29, 202–240.
3. Hui, V. (2015). The protests and beyond. Journal of Democracy, 26, 111–121.
4. Johnston, H. (2011). States and social movements. Cambridge: Polity Press.
5. Samuel J., Brannen, Christian S. Haig, Katherine Schmidt (2020). The Age of Mass Protests. Understanding an Escalating Global Trend, 35, 6–20.

УДК 327.7
ГРНТИ 11.25.67

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖБИБЛИОТЕЧНОГО АБОНЕМЕНТА КАК ЯВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ЕВРОПЕ

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

Библиотеки обмениваются материалами, чтобы их пользователи могли получить доступ к большему объему информации. В статье дается краткая и общая информация о межбиблиотечном абонементе. Рассказывается о внешних и внутренних факторах, влияющих на проблемы и преимущества международного межбиблиотечного абонемента. Рассмотрены некоторые практики, тенденции и новые решения для совместного использования библиотечных ресурсов.

межбиблиотечный абонемент, библиотека, библиотечное дело, библиотековедение, международное сотрудничество, Европа

На фундаментальном и базовом уровне библиотеки всех размеров, типов и местоположений выбирают, приобретают, организуют, сохраняют и предоставляют доступ к информации. Помимо распространения этих материалов среди, как правило, четко определенного круга аффилированных пользователей, библиотеки также – за последние несколько сотен лет – нашли способы обмена ресурсами между собой. Принцип предоставления доступа к элементам, не принадлежащим локально, имеет глубокие корни в представлении о том, что ни одна библиотека никогда не могла или не будет владеть всей суммой знаний, как это отражено в опубликованных документах того времени. Хотя идея совместного использования ресурсов за пределами институциональных стен какой-либо конкретной библиотеки существует давно, фактическая и успешная практика этого появилась сравнительно недавно[3].

Обмен информацией лежит в основе всего, что делают библиотечные службы для удовлетворения фундаментальной потребности человека в знаниях. Библиотеки также лицензируют цифровые ресурсы, поощряют обучение и обмен информацией, предлагая программы для учащихся всех возрастов и предоставляя места для встреч и творчества. Кроме того, поскольку ни одна библиотека не может позволить себе собирать или лицензировать все информационные ресурсы, которые могут понадобиться людям в местных сообществах, они запрашивают информацию из других библиотек с помощью услуг, называемых перемежением – (от англ. *Interlanding*), доставкой или поставкой документов, совместным использованием ресурсов или межбиблиотечным абонементом *(ILL – Interlibrary loan)*. И в духе взаимности они также предоставляют свои коллекции другим библиотекам и членам своих местных сообществ[7].

Международный межбиблиотечный абонемент находится под сильным влиянием внешних политических, экономических, социальных и технологических факторов. Эти факторы, в свою очередь, ежедневно влияют на то, насколько эффективно библиотеки могут делиться материалами через границы[4].

Политические факторы, которые могут повлиять на международное межбиблиотечное пользование, можно в общих чертах охарактеризовать следующим образом: общий политический климат в конкретной стране или регионе, роль правительства в оказании влияния на библиотеки в этой стране, и отношения страны с остальным миром.

Геополитика обмена знаниями и текущая политическая философия страны также могут повлиять на библиотеки и их межбиблиотечные службы. Эта политика в последние годы повлияла на межбиблиотечный абонемент в Великобритании и Франции[1,2]. В связи с «корпоративной культурой» Соединенного Королевства государственные услуги были тщательно изучены и должны включать не только возмещение затрат, но и налог на доходы. Эта среда напрямую влияет на услуги Британской библиотеки, основного поставщика британских материалов.

Роль, которую играет правительство в оказании влияния на библиотеки в стране, может включать в себя надзор, политику, правила и бюрократию, которые могут либо способствовать, либо препятствовать межбиблиотечному обмену. Во многих странах, таких как Англия, Дания, Франция и Испания, национальные библиотеки формируют библиотечную политику и являются основными поставщиками международных заимствований и кредитов. Страны без центральной библиотеки могут страдать от отсутствия организованных систем и сетей межбиблиотечного абонемента. Неадекватная координация со стороны правительства, особенно в области инфраструктуры информационных технологий (ИТ), сказывается на библиотеках и межбиблиотечном обмене.

Роль правительства в регулировании деятельности, затрагивающей библиотеки, например, авторского права, также может влиять на межбиблиотечный обмен. Отсутствие последовательных международных руководящих принципов по авторскому праву – одна из постоянных проблем для международного межбиблиотечного абонемента. Ярким примером этого является судебный процесс по авторскому праву в Германии, который серьезно ограничил способность этой страны обеспечивать онлайн-доставку документов в другие страны[6]. И наоборот, нежелание или неспособность правительства обновить политику в области авторского права, особенно в отношении электронных материалов и материалов для СМИ, оставляет многие библиотеки в положении, когда они индивидуально пытаются интерпретировать руководящие принципы авторского права, лицензирование и договорное право.

Наконец, на международный межбиблиотечный абонемент могут повлиять отношения страны с остальным миром. Напряженность между странами может повлиять на успех или неудачу совместного использования ресурсов.

Могут развиваться неравноправные партнерские отношения с более развитыми странами. И наоборот, политическая напряженность также может побуждать библиотеки создавать межнациональные консорциумы, способствующие совместному использованию ресурсов, или присоединяться к ним.

Экономические факторы, которые следует учитывать при рассмотрении международных *ILL*, могут включать текущий международный экономический климат, экономический климат на национальном уровне и растущие расхождения между экономической ситуацией в развитых и развивающихся странах[4].

Международная финансовая ситуация серьезно влияет на библиотеки и межбиблиотечный абонемент. Сокращения штатов местных библиотек влияет на их работу в целом, а также способность библиотек своевременно обеспечивать как внутреннее, так и иностранное перемежение материалов. На национальном уровне библиотеки и их отделы межбиблиотечного абонемента могут испытывать неадекватное финансирование или отсутствие институциональной финансовой поддержки.

Общими экономическими проблемами всех стран, влияющими на межбиблиотечный абонемент, являются расходы на почтовые услуги, оборудование, персонал и телекоммуникации.

Социальные факторы, влияющие на межбиблиотечный абонемент, сильно различаются в развитых и развивающихся странах. В развитых странах высокий уровень грамотности и компьютерной смекалки в сочетании с пониманием важности стипендий и исследований подпитывают потребность в материалах, в том числе предоставляемых через межбиблиотечный абонемент. В развивающихся странах социальные факторы могут препятствовать библиотекам и межбиблиотечному обмену. Эти факторы могут включать высокий уровень неграмотности, отсутствие национального языка, отсутствие традиций чтения книг и библиотек и, в более широком смысле, отсутствие зданий и помещений.

Технологии, и особенно развитие Интернета, оказали глубокое влияние на способность библиотек совместно использовать ресурсы из разных стран. Однако на успех межбиблиотечного абонемента в значительной степени влияет инфраструктура информационных технологий (ИТ) в любой стране. Что еще более важно, технологические проблемы также могут сильно различаться между развитыми и развивающимися странами. Это несоответствие часто называют «цифровым разрывом». В развивающихся странах стоимость технологий может быть непомерно высокой, во многих странах отсутствует технологическая инфраструктура, включая нехватку функциональных серверов, прикладных платформ и программных приложений, доступа в Интернет, развития широкополосного доступа, квалифицированной рабочей силы в сфере ИТ, ограниченного количества компьютеров и средства на обслуживание компьютеров и серверов.

Растущая угроза межбиблиотечному абонементу – это практика лицензирования электронных книг и электронных журналов[4]. К сожалению, «он-

лайн» не означает «бесплатно». Подавляющее большинство издателей электронных книг не рассматривают ILL в своих лицензионных соглашениях. Плата за просмотр угрожает свободному доступу к электронному контенту и является актуальной проблемой.

Как обнаружили библиотеки по всему миру, технологии предоставили большую легкость обнаружения запросов и управления ими. В то же время сами по себе технологии не уменьшают неравенства и не устраняют политические, экономические или социальные барьеры для доступа.

Одна из основных сильных сторон международного межбиблиотечного абонемента – это его люди, и, особенно, общий менталитет пользователей. Сообщество межбиблиотечного абонемента известно своим положительным отношением к партнерству, сотрудничеству, а также готовностью не только делиться материалами, но и знаниями и навыками. Кроме того, сообщество межбиблиотечного абонемента имеет прекрасную поддержку и инфраструктуру со стороны профессиональных ассоциаций, таких как ИФЛА, а также национальных и региональных библиотечных ассоциаций, и консорциумов.

Другие сильные стороны включают в себя богатые библиотечные фонды, а также национальные онлайн-каталоги во многих странах, всемирные каталоги, такие как *OCLC WorldCat*, пакеты управления программным обеспечением *ILL*, такие как *ILLiad, Relais и CLIO*, а также программное обеспечение для передачи документов, такое как *Ariel и Odyssey*.

Таким образом, прояснив некоторые важные проблемы, с которыми сталкиваются библиотеки и информационные агентства, становится возможным сформировать процесс стратегического планирования, а также привлечь персонал и администраторов к целенаправленному обсуждению отдельной проблемы, всей услуги или продукта.

Важно, чтобы все практики совместного использования ресурсов не поддавались искушению возложить вину за текущие проблемы или возможное будущее на издателей, политиков, коммерческие предприятия, законодательные органы или администраторов агентств. Столь же важно признать, что проблемы, представленные здесь, вряд ли исчезнут и не могут быть решены без активного участия библиотечного сообщества.

Библиотекари и библиотеки должны оставаться известными как места и профессионалы, которые могут помочь людям овладеть информацией и навыками. Что касается совместного использования библиотечных ресурсов, нет сомнений в том, что любое видение позитивного будущего предполагает участие библиотекарей, которые помогают всем людям учиться и вносить свой вклад в общество; это зависит от доступа к информации, которую продолжают предоставлять услуги межбиблиотечного абонемента. Во все более глобальной цифровой среде информация и знания будут принадлежать тем, кто найдет инновационные способы их организации, обнаружения, навигации, запроса, извлечения, обмена и, в конечном итоге, использования.

В мире, который часто бывает разделен, обмен информацией может объединить в признании наших общих потребностей и человечности, а также в разработке и принятии решений.

Список используемых источников:

1. Appleyard, Andy. British Library Document Supply – A Fork in the Road. Interlending & Document Supply. 2010; 38(1):12–16.
2. Colinmaire, Hervé. Science and Technology at the Bibliothèque Nationale de France: A New Policy, a New Electronic Library and a New Access to Information. Interlending & Document Supply. 2010; 38(1):22–25.
3. Miguel, Teresa M. Exchanging Books in Western Europe: A Brief History of International Interlibrary Loan. International Journal of Legal Information. 2007; 35(no. 3):499–513
4. Munson, K., Thompson, H. H., Cabaniss, J., Nance, H., & Erlandsen, P. (2016). The world is your library, or the state of international interlibrary loan in 2015. Interlending & Document Supply, 44(2), 44-57
5. Pritting, S., Jones, W., Jackson, T., & Mulligan, M. (2016). Enhancing Resource Sharing Access Through System Integration. Journal Of Interlibrary Loan, Document Delivery & Electronic Reserves, 26(1), 11-24.
6. Rosemann, Uwe, Brammer, Markus. Development of Document Delivery by Libraries in Germany Since 2003. Interlending & Document Supply. 2010; 38(1):26–30.
7. Seal, Robert A. Interlibrary Loan: Integral Component of Global Resource Sharing. Resource Sharing & Information Networks. 2002; 16(2):227–238.

УДК 913.1/913.8
ГРНТИ 03.91

ФЕНОМЕН «ЗОЛОТОГО ВЕКА РАДИО» В ИСТОРИИ АВСТРАЛИИ

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

Развитие радио в Австралии оказало значительное влияние на культуру данной страны и нескольких других государств. Также развитие радио оказало значительное влияние на развитие австралийской науки и техники.

радио, Австралия, золотой век радио, развитие науки и техники

По общепринятой в нашей стране версии, радио было изобретено в 1886 году А. Поповым [1]. Примерно в это же время это сделали в других странах Герц, Маркони, Тесла и Лодж, так что доподлинно установить кто же был первым, невозможно: идеи передачи информации через электромагнитные волны буквально витали в воздухе в международном научном сообществе тех времен.

Изобретение быстро распространилось по земному шару, сначала для военных и спасательных целей, а затем и для развлечения: в 1909 калифорнийский изобретатель Чарльз Херрольд запатентовал технологию, позволяющую передавать по радио речь и музыку, и ввел в оборот термин Broadcasting [2]. В 1912 он начал регулярное радиовещание в Сан Хосе, которые было вскоре прервано запретом на использование радио гражданскими лицами во время ПМВ. В 1919 запрет был снят, и Херрольд возобновил вещание, а одна из его станций, KCBS (ранее KQW), существует до сих пор. Начиная с ранних 20-х годов и до 50-х – 60-х годов, когда главным источником развлечения стало телевидение, начался золотой век радио. Радио стало первой широковещательной сетью, 4 из 5 американцев в 40-е использовали радио для развлечения [3].

По радио транслировались концерты, спектакли, постановки, читались рассказы и повести, шли прямые трансляции спортивных событий. Радио было центром притяжения для семей, вокруг него собирались по вечерам для совместного досуга.

Золотой век радио – интернациональный феномен, и существовал он не только в США.

Первый эксперимент по передаче музыки посредством радиоволн был проведен англичанином Эрнестом Фиском, который проходил стажировку у Маркони в 1906 году [4]. В 1913 году Фиск перебрался в Австралию и основал компанию AWA, которая получила права на изобретения как Маркони, так и немецкой Telefunken.

Наняв лучших местных специалистов, он погрузился в исследования и эксперименты, и в 1918 году осуществил первый официальный сеанс радиосвязи с Британией (на расстоянии примерно 17 000 км), что тогда казалось абсолютно немыслимым. В 30-х после череды интриг (британцам не нравилось то, что использовались в том числе зарубежные технологии), AWA тем не менее показала себя лучшим подрядчиком для постройки радиостанций в большинстве британских колоний, и к концу 40-х стала одной из крупнейших частных австралийских компаний, с шестью тысячами сотрудников и оборотом в 4 миллиона тогдашних фунтов (примерно миллиард долларов на современные деньги).

Параллельно с ней развивалась государственная ABC, которая, тем не менее, значительно страдала от государственной цензуры во время BMB и от недостаточного финансирования практически все остальное время.

Золотой век австралийского радио продлился примерно с 1923, когда там появились первые коммерческие радиостанции, по приблизительно 1960 год, когда телевидение окончательно перехватило у радио пальму первенства.

К началу 1950-х годов австралийское радио достигло своего пика. Радиостанции вещали 24/7, несколько десятков крупных и сотни маленьких локальных.

Самым популярным у слушателей форматом радиовещания были различные сериалы. За неделю, по оценке австралийского историка Джонсон-Вудса, в эфире в среднем могло быть до 40 часов различных сериалов на различных радиостанциях [5], ими заслушивалась вся страна.

Радиостанции старались угодить широкой аудитории, и до конца 50-х специализированных программ практически не было (кроме как женских и детских) [6].

Формат радиосериала был наиболее распространенным, примерно как и телевизионные сериалы сегодня, в первую очередь потому, что он не зависел от прихотей актеров, выступающих в постановках вживую, и его можно было в любой момент повторить, да и производство радиосериалов было достаточно дешевым и простым по сравнению с остальными формами вещания.

Продукция австралийских радиостанций была предназначена не только для внутреннего потребления. Самым очевидным рынком для экспорта была Новая Зеландия, жителям которой был близок австралийский менталитет и акценты (хотя в ранние годы австралийского радио, примерно до окончания ВМВ, местный акцент допускался только в юмористических передачах, в остальных случаях использовалось британское нормативное произношение).

Также большой популярностью они пользовались и в других англоязычных странах, особенно Южной Африке и Ямайке, бывшими тогда еще британскими колониями. Они не практически попали в США, поскольку американский рынок радиовещания был закрыт и самодостаточен.

В середине-конце 1950-х австралийское радиовещание претерпело значительные изменения.

В первую очередь, это было связано с распространением телевидения в крупных городах, Сиднее и Мельбурне. Произошло это аккурат к проведению Олимпийских игр 1956-го года в Мельбурне.

Вторым потрясением был переход на транзисторные радиоприемники, которые были достаточно дешевыми, чтобы их могли позволить почти все, включая молодежь, и достаточно портативными, чтобы их можно было брать с собой на работу или устанавливать в автомобиль.

Это подтолкнуло радиостанции к поиску своей узкой ниши, будь то музыкальные радиостанции, спортивные, нацеленные на подростковую аудиторию, или разговорное политическое радио (которые по различным мотивам было полностью узаконено только в 1967 году) [6]. Радио постепенно перестало быть основным источником информации и развлечений, и уже к середине 60-х его сменило телевидение, став основным семейным времяпрепровождением в Австралии. Почти в каждой гостиной появился телевизор, и австралийские семьи быстро привыкли собираться вечером возле него, а не возле радиоприемника.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что радио и феномен «золотого века радио» оказал значительное влияние на развитие как культуры Австралии 1920-х – 1960-х гг., так и местной науки и техники, и даже в какой-то мере помогал экспорту мягкой силы Австралии в еще более периферийные регионы. Историческое наследие, связанное с радио, сохранено как в ряде частных специализированных музеев (Kurrajong Radio Museum в Сиднее, City Park Radio Museum в Лонсестоне), так и в экспозициях Национального музея Австралии.

Список используемых источников:

1. Изобретение радио А. С. Поповым. Сборник документов и материалов. Вып. 2 / Под ред. А. И. Берга. — М.-Л.: Издательство АН СССР, 1945. — 309 с.

2. Gorden G, Adams M. Charles Herrold: Inventor of Radio Broadcasting. 2003. Pp 44-51.
3. The Golden Age of Radio [Электронный ресурс] // SPARK Museum of Electrical Invention URL: www.sparkmuseum.org (дата обращения: 10/10/2020).
4. Ernest Fisk: The man who gave us wireless messaging, and also the heebie-jeebies [Электронный ресурс]// The Big Smoke, 2019 URL: https://www.thebigsmoke.com.au/2019/07/17/ernest-fisk-the-man-who-gave-us-wireless-messaging-and-also-the-heebie-jeebies/ (дата обращения: 10/10/2020).
5. The golden age of radio [Электронный ресурс]// ABC (Australian Broadcasting Corporation), 2007 URL: https://www.abc.net.au/radionational/programs/archived/mediareport-1999/the-golden-age-of-radio/3211582#transcript (дата обращения: 10/10/2020).
6. Potts, J Radio in Australia. Randwick, Australia: USNW Press, 1989.

Секция 6.3.

Экология формирования информационного пространства

УДК 504.062
ГРНТИ 87.24.23

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН В Г. КУДРОВО

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

В статье поднимаются важные проблемы, более всего затрагивающие экологию городов, а также являющиеся предметом обсуждения и изучения в нескольких предметных областях. Дается определение рекреационных зон и рассматриваются основные проблемы их создания и использования на примере такого быстро развивающегося и динамичного поселения, как город Кудрово Ленинградской области. Обозначаются противоречия между законодательными актами и действительным положением вещей. Даются рекомендации по дальнейшей работе в области рассматриваемой проблематики.

экология города, рекреационная зона, озелененные территории общего пользования, парк

Рекреационные зоны — это зоны массового отдыха людей. Их основное назначение — восстановление физических и моральных сил человека. С научной точки зрения проблематика рекреационных зон является междисциплинарной и затрагивает не только экологические аспекты, но и такие предметные области, как социология и экономика [2].

Рекреационные зоны имеют различные критерии классификаций. По степени посещаемости и по удаленности от жилых застроек различают три вида рекреационных зон [3]:

1) ближняя рекреационная зона, доступная для посещения каждый день или раз в неделю;

2) средняя рекреационная зона (частота посещаемости этой зоны — от одного раза в неделю до одного раза в 2-3 месяца);

3) дальняя рекреационная зона (посещаемая горожанином, как правило не чаще одного раза в год).

Далее речь пойдет о ближних рекреационных зонах, находящихся на территории г. Кудрово, которые доступны для посещения каждый день. Эти территории являются наиболее важными для повседневной жизни тысяч горожан и общей экологической ситуации в городе.

Согласно градостроительному кодексу, в состав зон рекреационного назначения могут включаться зоны в границах территорий, занятых городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, пляжами, береговыми полосами водных объектов общего пользова-

ния, а также в границах иных территорий, используемых и предназначенных для отдыха, туризма, занятий физической культурой и спортом [5].

В России согласно ГОСТ 28329-89 «Озеленение городов. Термины и определения», озеленённые территории подразделяются на три категории: общего пользования, ограниченного пользования и специального назначения [4].

В данной статье мы рассмотрим озеленённые территории общего пользования, как наиболее поддающиеся регулированию муниципальными органами.

Озеленённые территории общего пользования — к этим территориям относятся общегородские, районные парки культуры и отдыха. Также детские, спортивные парки (стадионы) для детей, парки для прогулок и тихого отдыха. Кроме того — бульвары, сады в жилых районах и микрорайонах; озелененные участки возле административных и общегородских торговых центров скверы, а также лесопарки и т.д.

На 1 января 2020 года по данным Росстата население города Кудрово составляло 41102 человека, что классифицирует его как средний город . Согласно нормативам, площадь озелененных территорий на 1 человека должна составлять 7м^2 для озелененных территорий общего пользования в составе общегородской площади и 6 м^2 озелененных территорий общего пользования в составе жилой застройки [4].

Таким образом, для обеспечения населением необходимым количеством озелененных территорий общего пользования, под них необходимо отвести 28,7 га.

В состав озелененных территорий общего пользования входят зоны рекреационного назначения.

В городе есть территории, являющиеся зонами рекреационного назначения и использующиеся как рекреационные зоны, однако так же много территорий, по факту не являющимися зонами рекреационного назначения, но использующимися населением как рекреационные зоны (см. рис. 1).

Как видно из генерального плана города, рекреационные зоны занимают небольшую часть фактического парка Оккервиль, водоохранную зону вокруг реки Оккервиль и небольшой участок рядом с малоэтажной застройкой частного сектора.

На данный момент в городе есть два крупных парка.

Лесопарк Оккервиль – по грубым подсчетам, площадь, используемая как парк равна 22 га, включая реку Оккервиль. Однако согласно публичной кадастровой карте на этой территории занято зонами рекреационного назначения примерно 7,5 га, зона для размещения объектов здравоохранения, на которой строится поликлиника – 6 га, несколько участков для строительства объектов торговли более 4 га, несколько неразграниченных участков сельхозземель.

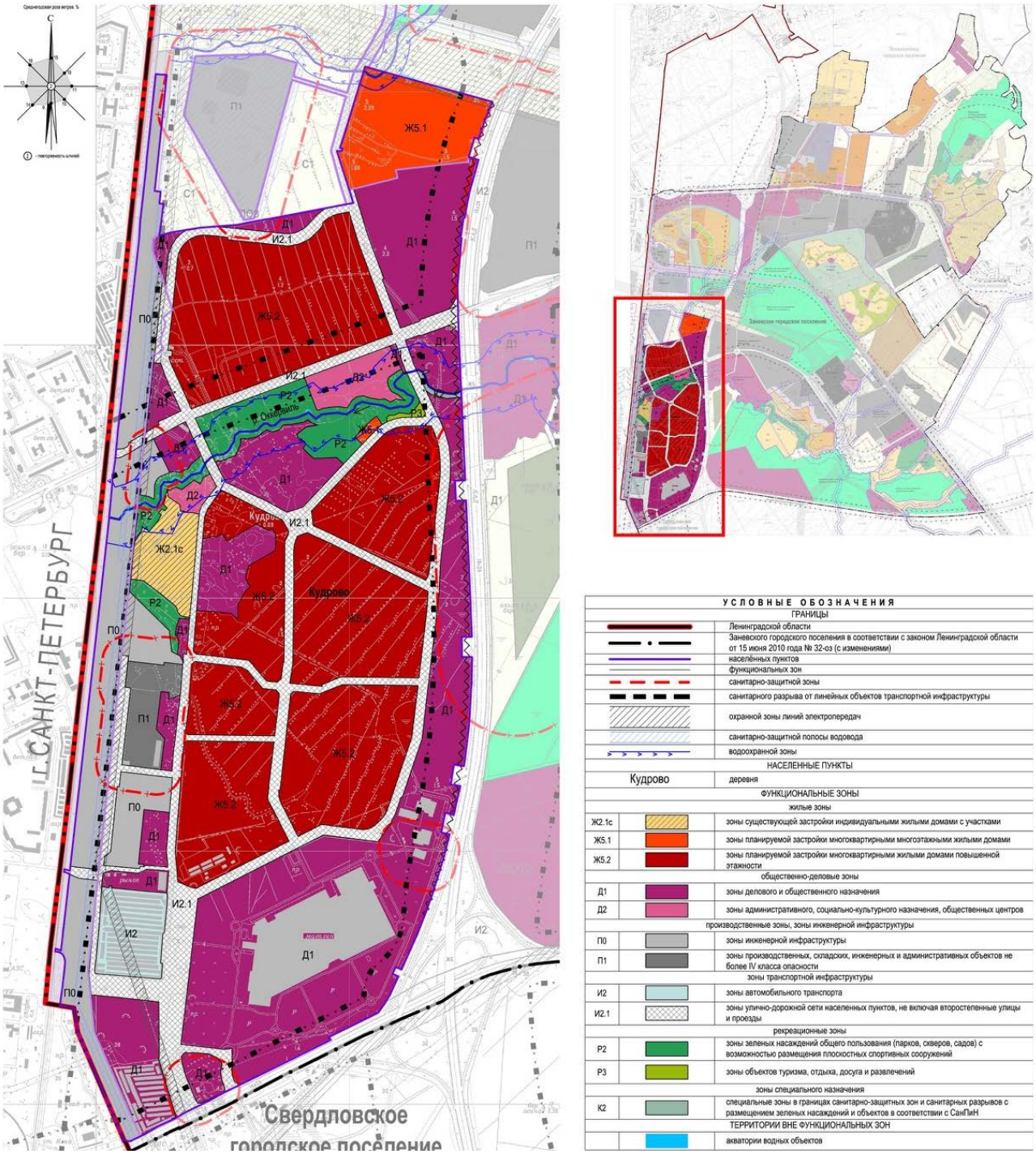


Рис. 1. Генеральный план г. Кудрово

Таким образом, парк Оккервиль состоит из участков разного назначения подобно лоскутному одеялу. За последние пять лет территория, доступная жителям для рекреации значительно сократилась за счет использования некоторых участков по назначению.

Мега-Парк площадью 9 га. Находится на частных землях, предназначенных для торговли, в составе торгового комплекса Мега.

Скверы и бульвары, тоже входящие в озеленённые территории общего пользования не были рассмотрены, так как существующие входят в состав придомовых территорий.

Небольшой участок рекреационной зоны рядом с частным сектором, напротив, не используется по назначению, территория не благоустроена, на общих картах участок никак не обозначен и не является фактически парком или лесопарком, практически не используется населением.

Таким образом, по примерным подсчетам, площадь, использующаяся как рекреационная зона, удовлетворяет потребности города в озеленённых территориях общего пользования, но документально площадь земель рекреационного назначения крайне мала, даже с учетом малоиспользуемого участка рядом с железной дорогой.

Так как население города растет быстрыми темпами, учитывая продолжающееся жилищное строительство, а территории, используемые как парки сокращаются, администрации Заневского городского поселения, в которое входит г. Кудрово, следует предпринимать меры для сохранения и увеличения таких зон, а так же перевода земель, иных категорий, использующихся как рекреационные зоны, в земли категорий рекреационного назначения, а так же более продуктивного использования имеющихся зон рекреационного назначения.

Соблюдению экологических нормативов в ближних рекреационных зонах, расположенных на территории города и удобных для посещения, должно быть уделено повышенное внимание. Этим должны заниматься органы местного самоуправления, санитарно-эпидемиологические и природоохранные органы. Поскольку в этих местах, особенно летом, существует большой риск загрязнения грунта бытовым мусором. Это в большинстве случаев связано с невысокой культурой отдыхающих и с отсутствием служб сервиса. [1].

При увеличении населения в результате как постоянного, так и сезонного притока возрастает потребление природных ресурсов, потенциальные резервы которых имеют определенные пределы.

Список используемых источников

1. Ю.В. Трунцеский, Н.Е. Саввич, Экологическое право: учебное пособие, ЮрИнфор, Москва 2001

2. Н.В. Королева Рекреационная зона как структурная территориальная единица экономики государства. Вестник Адыгейского государственного Университета. Серия 5: Экономика. https://cyberleninka.ru/article/n/rekreatsionnaya-zona-kak-strukturnaya-territorialnaya-edinitsa-ekonomiki-

3. СП 42.133330.2016, Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. ГОСТ Р 517721–2001.

4. ГОСТ 28329-89 «Озеленение городов. Термины и определения»

5. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 31 июля 2020 года) (редакция, действующая с 28 августа 2020 года)

УДК: 628.477.6
ГРНТИ 61.13.19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В РАСТВОРАХ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ

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

В работе рассмотрена переработка электронных отходов на основе гидрометаллургических методов. Определены наиболее значимые направления развития и совершенствования указанных методов и технологий переработки электронных отходов. Показана возможность применения метода реагентной ультрафильтрации, позволяющему извлекать из разбавленных растворов ионы цветных металлов. Рассмотрен метод атомно-эмиссионной спектрометрии для определения металлов в растворах.

гидрометаллургические методы переработки электронных отходов, метод реагентной ультрафильтрации, метод атомно-эмиссионной спектрометрии.

Разработка новых и совершенствование существующих методов переработки отходов электрического и электронного оборудования сейчас является актуальным направлением. При переработке деталей и элементов отслуживших электронных устройств, применяют как механические, так и химические методы переработки, среди которых значительное место занимают гидрометаллургические методы. В ряде случаев на некоторых технологических стадиях образуются разбавленные растворы, содержащие, ионы различных металлов, в том числе редкоземельных.

Из полученных растворов, содержащих металлы в виде растворимых соединений, если извлечение этих металлов экономически целесообразно, их выделяют и концентрируют с помощью различных химических и физико-химических процессов, таких как экстракция с применением органических растворителей, осаждение, цементация, ионный обмен и дистилляция. Альтернативой указанным процессам, могут служить методы мембранной технологии обратный осмос, нанофильтрация, а особенно метод реагентной ультрафильтрации [1].

Если сопоставить гидро- и пирометаллургические методы, то можно сделать вывод, что первые являются более гибкими и энергосберегающими, а, следовательно, во многих случаях экономически более эффективными. Гидрометаллургический метод позволяет восстанавливать металлы без какой-либо дополнительной обработки, остальные же материалы в плате перед повторным использованием или захоронением должны подвергаться дополнительной термической обработке. Основным недостатком этого метода является едкость и

ядовитость используемых жидкостей – сильных кислот и щелочей, а также различных солей [2,3].

Рассмотрим более подробно реализацию гидрометаллургической технологии получения редких металлов на примере лантаноидов. При этом в основном используют два способа переработки РЗМ:

- кислотное вскрытие (серной кислотой);
- щелочное вскрытие (растворами гидроксида натрия).

Кислотное вскрытие.

Этот способ переработки состоит в разложении концентрата серной кислотой с последующим выщелачиванием водой сульфатов РЗЭ.

Так, например, перерабатывают монацитовый концентрат. Измельченный монацитовый концентрат которые содержит различные лантаноиды до 0,1 мм разлагают концентрированной серной кислотой при 180-200 °С в течение 2-4 ч.

Основные реакции, протекающие при разложении:

$$2LnPO_4 + 3H_2SO_4 = Ln_2(SO_4)_3 + 2H_3PO_4$$
$$Th_3(PO4)_4 + 6H_2SO_4 = 3Th(SO_4)_2 + 4H_3PO_4$$

Щелочное вскрытие.

В основе процесса лежит реакция взаимодействия РЗЭ с растворами гидроксида натрия:

Также на примере монацитового концентрата это происходит:

$$LnPO_4 + 3NaOH = Ln(OH)_3 + Na_3PO_4$$

Эффективным методом для извлечения РЗМ, могут служить методы мембранной технологии, а особенно метод реагентной ультрафильтрации. Данный метод может реализован в разных вариантах, однако наиболее доступными являются:

-добавление в раствор химических реагентов, при взаимодействии с которыми нужный компонент переводится в нерастворимую форму.

-добавление комплексообразователя более крупных комплексных ионов по сравнению с исходными ионами выделяемого элемента [1].

Для анализа могут быть использованы различные методы такие как:

Химические методы:

- Гравиметрические (данный метод основан на точном измерении массы вещества. Использует закон сохранения массы веществ при химических превращениях.)

- Титриметрические (основан на измерении объёма раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом.)

- Колориметрические (метод количественного определения содержания веществ в растворах, визуально, либо с помощью приборов, таких как колориметры.)

Физико-химические методы:

- Электрохимические (метод основанный на использовании электролиза.)

- Термические (изменение свойств материалов под воздействием температуры.)

- Хроматографические (Основан на распределении веществ между двумя фазами — неподвижной и подвижной.)

- Спектральные (основан на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры электромагнитного излучения.) [5].

Для определения малых концентраций редкоземельных металлов особенно эффективным является метод атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС).

Это способ определения элементного состава вещества по оптическим спектрам излучения атомов и ионов анализируемой пробы, возбуждаемым в источниках света. В качестве источников света для атомно-эмиссионного анализа используют пламя горелки или различные виды плазмы обычно эмиссионные спектры регистрируют в наиболее удобной оптической области длин волн от ~200 до ~1000 нм. Он широко применяется в различных областях науки и техники для контроля промышленного производства, поисках и переработке полезных ископаемых, в биологических, медицинских и экологических исследованиях.

Важным достоинством АЭС по сравнению с другими оптическими спектральными, а также многими химическими и физико-химическими методами анализа, являются возможности бесконтактного, экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с достаточно высокой точностью при использовании малой массы пробы [5].

Поскольку содержание металлов в электронном оборудовании достаточно небольшое, в среднем до 5% от общей массы, данный метод хорошо подходит для определения концентраций металлов при переработке электронных отходов.

С помощью этого метода можно определять точные концентрации металлов в водных растворах. На данный момент уже отобрана методика определения металлов в воде методом ультразвукового распыления индуктивно связанной плазмо-атомно-эмиссионной спектрометрии.

Суть метода заключается в следующем:

-аликвота хорошо перемешанного однородного образца точно взвешивается или измеряется для обработки образца. Для полного извлекаемого анализа образца, содержащего нерастворенный материал, анализируемые вещества сна-

чала солюбилизуются путем мягкого рефлюкса с азотной и соляной кислотами. После охлаждения образец доводят до объема, перемешивают и центрифугируют или дают отстояться в течение ночи перед анализом. Для определения растворенных аналитов в фильтрованной аликвоте пробы или для "прямого анализа" общего извлекаемого определения аналитов в питьевой воде, где мутность пробы составляет <1, проба подготавливается к анализу соответствующим добавлением кислот и перекиси водорода, а затем разбавляется до заданного объема и смешивается перед анализом [6].

-анализ, описанный в настоящем методе, включает в себя многоэлементные определения с помощью АЭС с использованием последовательных или одновременных инструментов. Приборы измеряют характерные спектры излучения атомных линий методом оптической спектрометрии. Образцы распыляются, и полученный аэрозоль десольватируется перед транспортировкой в плазмотрон. Спектры специфического излучения элементов создаются радиочастотной индуктивно связанной плазмой. Спектры рассеиваются с помощью решетчатого спектрометра, а интенсивность линейных спектров контролируется на определенных длинах волн с помощью фоточувствительного устройства. Фототоки от фоточувствительного устройства обрабатываются и контролируются компьютерной системой. Для компенсации переменного вклада фона в определение анализируемых веществ требуется метод коррекции фона. Во время анализа фон должен измеряться рядом с длиной волны анализируемого вещества [6].

Определение концентрации редкоземельных металлов проводилось в испытательной лаборатории ООО «Эко-Экспресс-Сервис» (город Шлиссельбург) на атомно-эмиссионном спектрометре параллельного действия фирмы «Shimadzu» (Япония) (рис. 1.).

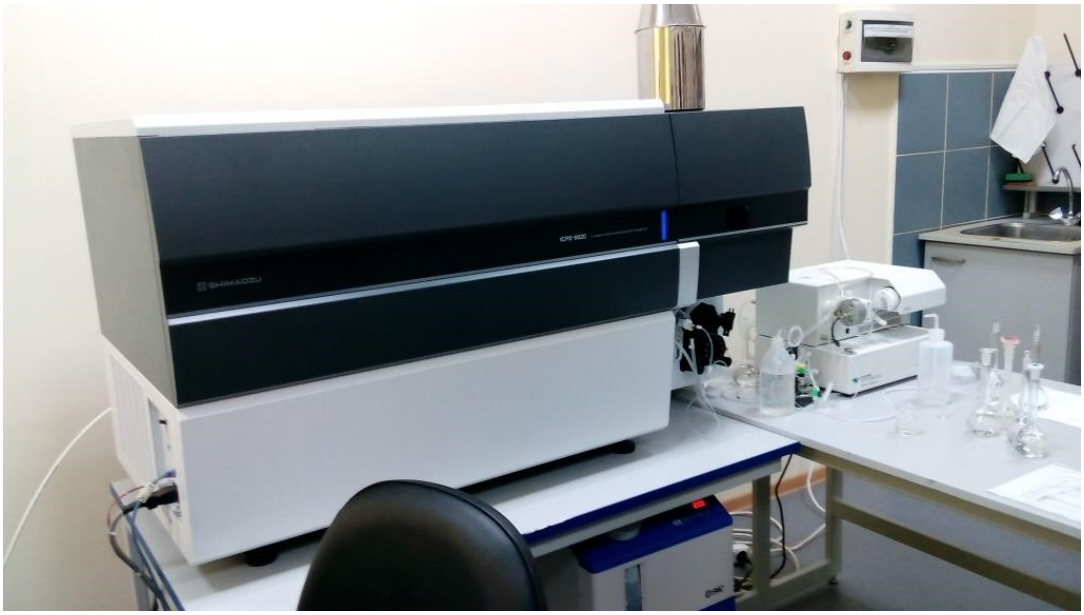


Рис. 1. Атомно-эмиссионный спектрометр параллельного действия серия ICPE -9800[4].

Применение методов реагентной ультрафильтрации и микрофильтрации является весьма перспективным для извлечения редкоземельных металлов при переработке электронных отходов, а также доступным в реализации и выгодным с экономической точки зрения, а для определения малых концентраций редкоземельных металлов наиболее перспективен метод атомно-эмиссионной спектрометрии.

Список используемых источников

1. Свитцов А.А., Абылгазиев Т.Ж. Мицеллярно-усиленная (реагентная) ультрафильтрация // Успехи химии. 1991. Т.60. Вып.11. С.2463-2468.
2. Экологические аспекты обращения с ОЭЭО / Смирнова // Твердые бытовые отходы. 2015. №7. С. 24-28.
3. Медведев А., Арсентьев С. Утилизация продуктов производства электроники//Компоненты и технологии. 2008. №10. С.153-159. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/utilizatsiya-produktov-proizvodstva-elektroniki (дата обращения: 16.07.2020).
4. Атомно-эмиссионный ICP-спектрометр параллельного действия серия ICPE - 9800. [Электронный ресурс]. URL: https://www.shimadzu.ru/icpe-9800 (дата обращения: 16.11.2020).
5. Чернышева Н.Н., Воронова О.А. Основы аналитической химии и химического анализа (для геологов): учебное пособие/Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета.2012. - 308 с.
6. Method 200.15, Revsion 1.2: Determination of Metals and Trace Elements in Water by Ultrasonic Nebulization Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry [Электронный ресурс]. URL: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/method_200-15_rev_1-2_1994.pdf (дата обращения: 07.11.2020).

УДК 504.75.05
ГРНТИ 87.15.21

РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

В работе представлена информация об радиологическом контроле. Приведены и проанализированы данные радиационного мониторинга почв строящегося объекта в Ленинградской области.

радиационный контроль, экологический мониторинг.

В целях обеспечение организаций данных о состоянии и загрязнении окружающей природной среды, необходимой им для осуществления деятельности по сохранению и восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, предотвращению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию его последствий проводится производственный экологический мониторинг (ПЭМ).

Производственный экологический мониторинг (ПЭМ) – это осуществляемый в рамках производственного экологического контроля мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, включающий долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей среды, ее загрязнением и происходящими в ней природными явлениями, а также оценку и прогноз состояния окружающей среды, ее загрязнения на территориях субъектов хозяйственной и иной деятельности (организаций) и в пределах их воздействия на окружающую среду.

В таком случае объектом мониторинга является природный, техногенный или природно-техногенный объект, или его часть, в пределах которого по определенной программе проводятся регулярные наблюдения за окружающей средой с целью контроля за ее состоянием, анализа происходящих в ней процессов, выполняемых для своевременного выявления и прогнозирования их изменений и оценки.

Согласно существующим нормативным и законодательным актам производственный экологический мониторинг (ПЭМ), включает в себя радиационный контроль.

Радиационный контроль земельного участка производится в соответствии с требованиями следующих нормативно-технических документов:

- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;

- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)»;

- МУ 2.6.1.2398-08 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности»;

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 30108-94 "Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

В период прохождения производственной практики были получены данные природоохранной документации морского порта Усть-Луга (Ленинградская область). Рассматривая состояния почво-грунтов на территории строящегося морского порта Усть-Луга, можно отметить что радиационная обстановка, в рассматриваемом районе осложнена последствиями аварии на Чернобыльской АЭС, имевшей место в 1986 году.

Так называемый «Чернобыльский след» в своем движении на северо-запад от места аварии затронул в процессе выпадения радиоактивных осадков район южного побережья Лужской губы (рис. 1).

В результате верхний слой почво-грунтов здесь местами оказался загрязнен относительно долгоживущими техногенными радионуклидами «чернобыльского» возникновения. В настоящее время здесь в верхнем слое почво-грунтов местами по-прежнему остаются сравнительно большие показатели удельных активностей двух долгоживущих «осколочных» техногенных радионуклидов: 137Cs с периодом полураспада 30 лет и 90Sr с периодом полураспада 29 лет.

Тем не менее, несмотря на это, почвы и грунты территории в целом не представляют опасности по радиационному фактору риска. Значения мощности эквивалентной амбиентной дозы внешнего гамма-излучения (МАД ГИ) на обследованной территории практически соответствуют фоновым для западной части Ленинградской области. Значения МАД ГИ варьируют от <0,10 до 0,15 мкЗв/ч, что не превосходит значение регионального естественного фона на уровне земной поверхности. На исследованной территории МТП Усть-Луга и на расстоянии до 250 м от ее границ участков радиоактивного загрязнения (УРЗ) площадной поисковой гамма-съемкой выявлено не было. Значения плот-

ности потока (эксхаляции) радона с поверхности почвы, не превосходит предельных допустимых значений, при строительстве производственных зданий - 250 мБк/м^{2}с.

Рис. 1. Карта поверхностного распределения техногенного радионуклида 137Cs в почвах западной части Ленинградской области.

Измеренные значения удельных активностей, отмеченных долгоживущих техногенных радионуклидов (ТРН) в целом ряде проб, отобранных, на территории земельного участка, предназначенного под строительство Комплекса по перегрузке сжиженных углеводородов (СУГ) в Южной части МТП Усть-Луга, довольно значительны и существенно превышают фоновые значения, характерные для региона Ленинградской области (не более 10 Бк/кг по 90Sr и 137Cs). Это является результатом того, что исследуемый район подвергся влиянию радиоактивного следа, прошедшего через изучаемый район в апреле 1986 г. после аварии на Чернобыльской АЭС. Хотя измеренные значения удельных активностей 137Cs и 90Sr в почвах земельного участка и превосходят на порядок фоновые значения, достигая 200 – 400 Бк/кг, они все же заведомо ниже тех показателей минимально значимых удельных активностей (МЗУА) 137Cs и 90Sr, представленных в НРБ-99/2009 для радиоактивных отходов, подлежащих государственному учету и контролю. Таким образом, какие-либо специальные мероприятия по дезактивации, санации, захоронению почво-грунтов обследованных земельных участков с повышенным содержанием ТРН при зафиксированном в них уровне удельной активности 137Cs и 90Sr не требуются.

Рассчитанные значения плотностей поверхностного загрязнения почвы в южной части МТП Усть-Луга радионуклидом 137Cs находятся в границах от

0.04 до 3.60 Ки/км^2, а радионуклидом 90Sr – в границах от 0,01 до 0,61 Ки/км^2, что также в ряде случаев превышает региональные фоновые значения плотности поверхностного загрязнения почвы этими ТРН на порядок и более (рис. 1).

Следовательно, исследуемый в нашей работе участок южного побережья Лужской губы в пределах которого осуществляется сегодня строительство МТП Усть-Луга, попадает в зону влияния «Чернобыльского следа», вызвавшего загрязнение почвы при выпадении радиоактивных осадков в 1986 году, затронувшего западные районы Ленинградской области. Однако по состоянию на сегодняшний день, активность как 137Cs, так и 90Sr в поверхностном слое почвы значительно, в 3 – 4 раза, ниже исходных значений, (рис. 1). Снижение активности ТРН в почве произошло в результате, как радиоактивного распада ТРН, так и в ходе геохимических миграций, а также транслокации цезия и стронция в биосфере, в верхней части геологического разреза и в гидросфере. Следовательно, в результате проведенного детального радиационного обследования большей части территории МТП Усть-Луга, установлено, что данная территория не представляет опасности по техногенной и природной составляющим радиационного фактора риска для природной окружающей среды, населения и персонала морского порта в ходе его строительства и последующей эксплуатации.

Список используемых источников:

1. ГОСТ Р 56059-2014 Производственный экологический мониторинг. [Электронный ресурс] URL:http://docs.cntd.ru/document/1200111617
2. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». [Электронный ресурс] URL: http://docs.cntd.ru/document/902170553
3. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)»; [Электронный ресурс] URL: http://docs.cntd.ru/document/902214068
4. МУ 2.6.1.2398-08 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности» [Электронный ресурс] URL: http://docs.cntd.ru/document/1200069978

УДК 504.055
ГРНТИ 87.15.91

НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

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

Воздействие электромагнитного излучения на организм человека начало изучаться ещё в середине XX века, при этом лишь к начала 60-х и 70-х годов XX века накопился достаточное количество материала, позволяющего заявить о том, что воздействие электромагнитных полей на организм человека является вредным для здоровья человека фактором, который требуется нормировать. В статье представлен краткое сравнение отечественного и за рубежного нормирования по данному фактору.

электромагнитные поля, электромагнитная безопасность, нормирование

Нормирование электромагнитных полей в России началось в 60-е и 70-е годы XX века с появлением первых нормативных документов устанавливающих нормативы по работе с радиопередающим оборудованием.

В то время проходили медицинские исследования по воздействию электромагнитных полей на организм человека, в результате были разработаны СанПиН 2971-84 и СанПин 2.1.2.2645-10 регламентирующий влияние электрического поля как составляющей электромагнитного поля, т.к. на тот момент не было выявлено влияние магнитного поля на организм человека. Данный нормативный акт нормирует напряжённость электрического поля, создаваемого линиями электропередач, также он устанавливает предельно допустимые уровни для жилых помещений (0,5 кВ/м), селитебной территории (1 кВ/м) и т.д. К тому же, данный СанПиН регламентирует размер санитарно-защитной зоны для линии электропередачи (табл.1) и методику измерений электромагнитных полей [1, 2].

ТАБЛИЦА 1. Размеры ССЗ высоковольтных линий согласно СанПиН2971-84

Напряжённость ЛЭП, кВ	Размер СЗЗ, м
330	20
500	30
750	40
1150	55

Магнитное поле регламентирует ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07, устанавливающий предельно допустимый уровень магнитных полей промышленной частоты внутри жилых помещений, селитебной территории и т.д. (табл. 2) [3].

ТАБЛИЦА 2. ПДУ магнитных полей промышленной частоты согласно ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07

Тип воздействия, территория	Интенсивность МП частотой 50 Гц (действующие значения), мкТл (А/м)
В жилых помещениях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных и медицинских учреждениях	5(4)
В нежилых помещениях жилых зданий, общественных и административных зданиях, на селитебной территории, в том числе на территории садовых участков	10(8)
В населенной местности вне зоны жилой застройки, в том числе в зоне воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ; при пребывании в зоне прохождения воздушных и кабельных линий электропередачи лиц, профессионально не связанных с эксплуатацией электроустановок	20(16)
В ненаселенной и труднодоступной местности с эпизодическим пребыванием людей	100(80)

Также, следует отметить, что СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, регламентирующий санитарно-защитные зоны, в частности устанавливает, что на границе СЗЗ ЛЭП ПДУ электрического поля должен быть равен 1 кВ/м [4]. Также, можно отметить Постановление Правительства РФ от 24 февраля 2009 г. № 160, регламентирующее возможность использования территории с обременением в виде санитарно-защитной зоны [5].

За рубежом нормированием электромагнитных полей занимается ряд государственных и неправительственных организаций. К неправительственным можно отнести следующие:

- Международную комиссию по защите от неионизирующего излучения, -
- Международную электротехническую комиссию;
- Международный радиотехнический союз;
- Всемирную организацию здравоохранения [6].

Из государственных выделяют следующие:

- Европейский комитет по электротехническому нормированию;
- Немецкий институт по нормированию;
- Национальный американский институт стандартов,

Также осуществляются национальные программы нормирования электромагнитного излучения и электромагнитных полей в Дании, Японии, Шве-

ции, Финляндии, Франции, Великобритании, Австралии, Канады, а также в ряде других стран [2, 8, 9, 10, 11]. Неправительственные организации занимаются международными исследованиями в области электромагнитной экологии и производственной санитарии, а также в изучением биологического эффекта электромагнитного излучения. Государственные организации устанавливают национальные стандарты.

В целом, можно отметить, что национальные и международные стандарты ПДУ электромагнитных полей и излучений отличаются в десятки и сотни раз, что может говорить лишь о том, что данная тема до сих пор слабо изучена и требует более пристального внимания со стороны мирового сообщества [12].

Список использованных источников

1. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях : [Электронный ресурс] / http://docs.cntd.ru/document/902222351.

2. СанНиН 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. М., 1984. 8 с. (утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 23.02.1984 № 2971-84). : [Электронный ресурс] / http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102214/.

3. ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 августа 2007 г. № 60.: [Электронный ресурс] / http://base.garant.ru/12156058/.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (новая редакция). Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74. : [Электронный ресурс] / http://base.garant.ru/12158477/.

5. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 г. № 160. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон. : [Электронный ресурс] /http://base.garant.ru/12165555/.

6. Envinronmental Healt Criteria 238.EXTREMELY LOW FREQUENCY FIELDS. – World Health Organization, 2007. – 519 p.

7. Григорьев О. А. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы : [Электронный ресурс] / О. А. Григорьев, Е. П. Бичелдей, А. В. Меркулов и др.; Центр электромагнитной безопасности. : [Электронный ресурс] / http://www.tesla.ru/publications/index.php.

8. Григорьев О. А. Проблема экологических нормативов в условиях электромагнитного загрязнения окружающей среды / О. А. Григорьев, А. В. Меркулов // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования : материалы 3-й междунар. конф. (17-24 сент. 2002 г., Москва). – СПб., М., 2002. – С. 25-27.

9. ICNIRP. Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment. Proceedings : International Seminar on Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment (Ismaning, Germany, October 4 and 5, 1999) / ICNIRP. – 2000. – 280 p.

10. Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on human health Expressed at the 27th CSTEE plenary meeting Brussels, 30 October 2001. : [Электронный ресурс] / https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf.

11. Sixth Environment Action Programme. Environment 2010: Our future, our choice : [Электронный ресурс] / http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2001/en_501PC0031.pdf.

12. EMF Exposure Standards. Applicable in Europe and Elsewhere = Стандарты воздействия ЭМП. Применяется в Европе и других странах. March 2006. Ref: 2006-450-0006 : [Электронный ресурс] / http://www.eurelectric.org/Download/Download.aspx?DocumentID=19100.

A N N O T A T I O N S

1. Scientific Direction «Radio Technologies of Communication»

1.1 Radio Systems and Antennas

Boyko I. Synthesis of the adaptive antenna array radiation pattern by the method of the Widrow adaptive gradient algorithm. – 15 PP.

The applied issue of using adaptive antenna systems to improve the quality of signal reception in multipath communication channels is considered. The proposed approach provides adaptive formation of the optimal radiation pattern using the Widrow's least mean square error adaptive algorithm.

Key words: active phase antenna array, directional pattern, adaptive algorithm for minimum Widrow root-mean-square error.

Vorobkov V. Using the particle swarm algorithm for calculating the radiation pattern of a phased array. – 21 PP.

The report describes promising methods for processing the radiation pattern of a phased array using the particle swarm algorithm. Main types of antenna arrays, principles of their operation, advantages. Goals of synthesis of amplitude distributions and suppression of spatial interference.

Key words: Radiation pattern, antenna array, algorithm, synthesis, distribution.

Ivanov B., Design of a vibrator-whip direction-finding receiving antenna for decameter range. – 25 PP.

This article discusses the development of a receiving antenna using the specialized software MMANA-GAL.

Key words: receiving antenna, antenna design, MMANA-GAL software.

Kartashev V. Angular Coordinate Meter. – 29 PP.

The article develops a method for forming a space-temporal emitted signal using complex phase-shift keyed signals. The calculation of the bodies of uncertainty of the space-time signal in the coordinates τ.

Key words: Angular Coordinate Meter, MATLAB, Uncertainty Body

Labis A., Korovin K. Using a genetic algorithm to calculate the directional pattern of a phased array antenna – 32 PP.

Phased array antennas are widely used in industries such as radar, radio navigation, radio communications and many others. An urgent task is to synthesize the required antenna pattern.

Key words: Phased Array, Directional Pattern, Side Lobe, Optimization.

Petrov S. Simulation of satellite communication channels – 36 PP.

The 5G New Radio (NR) standard defines new frequency bands below 6 GHz and assumes a further transition to frequencies in the millimeter wavelength range, where wider and continuous frequency bands are available for organizing communication channels with high bandwidth. The report covers: standardization and the main standardizing organizations of 5G; the purpose and purpose of 5G networks and the practical benefits of 5G; frequencies and frequencies for 5G in Russia; 5G New

Radio technologies (5G NR); architecture of the core network (Core Network) 5G and slicing network resources (Network Slicing); CRAN, Cloud RAN, cloud-based RAN, Centralized RAN.
Key words: networks, 5G, services, architecture.

Sivakova O. Calculation of communication channel with unmanned aerial vehicle. – 42 PP.
The article discusses the calculation of the communication channel with an unmanned aerial vehicle (UAV) for various signal propagation conditions and different communication ranges. The characteristics and properties of the channel depend on the operating conditions (range, height), the amount of information transmitted (data transfer rate), resistance to noise and external interference (type of signal), battery life and device dimensions (power, hardware implementation). The subject of the study was the radio communication channel between the ground control point (NPU) and the UAV.
Key words: unmanned aerial vehicle, ground control station, transmitter power, track losses.

1.2 Radio Communication and Radio Access

Badin A. Analysis of the reliability of technologies that provide the operation of intelligent transport systems. – 49 PP.
In recent years, the vehicle-to-everything (V2X) system has gained huge interest, as it is able to solve traffic problems in large cities, improve road safety, and provide Autonomous driving. However, V2X communication requires various performance requirements, often defined in terms of latency, reliability, and data rate. This article discusses the theoretical reliability of future technologies that support the operation of V2X systems: IEEE 802.11bd and NR-V2X.
Key words: reliability, V2X, 802.11bd, NR-V2X.

Baranov A. Analysis of the problem of data transmission of optical-electronic systems of UAVs by means of mobile networks. – 54 PP.
Today, unmanned aerial vehicles are used in many areas. At the same time, the tasks of control and data transmission from the UAV do not lose their relevance. Standard control systems usually allow you to control the drone, as well as transmit and receive data from it at a limited distance not exceeding 200 km. Mobile and satellite communication systems can be used as a solution to this problem. This work is devoted to the problem of data transmission from UAVs via mobile networks, the extensive coverage of which can potentially provide an almost unlimited communication range between the UAV and the control point.
Key words: UAV, mobile networks, 4G, 5G, data transmission, unmanned aerial vehicle

Grigoryev S. Statement of the problem of studying the mechanisms of interaction between segments of modern heterogeneous radio access networks when introducing Wi-Fi Offload technology. – 58 PP.
Every year the number of subscribers to mobile networks is growing steadily. With an increase in the number of subscribers, the volume of transmitted information increases, and, consequently, the load on the network. The main load on the network is currently provided by the batch component, for example, communication on social networks, streaming videos, on-line broadcasts, downloading documents and applications, as well as voice communication via instant messengers (VoIP). To avoid overloading the radio access network, various technologies are used to redistribute traffic. This technology is dedicated to the Wi-Fi Offload technology.
KeyWords: Wi-Fi Offload, LTE, unlicensed band, radio access network.

Eshnikova A. Features of measuring the parameters of the HF band signal – 63 PP.
The article discusses the features of measuring signal parameters in the HF range. An example of measurement of natural noise and phase noise for one of the HF receivers is given. Knowing the noise coefficient and gain of individual stages of the receiving system, you can control the entire system as a whole. Often, the noise factor is considered the parameter that distinguishes one receiver from another.

Key words: HF range, measurement of signal parameters, measurement features, fading of radio signals.

Kokin S. Solution for using a pilot signal in a HF radio channel with fading – 68 PP.
The paper presents a solution for increasing the bandwidth of the short-wave physical layer. The new physical layer will improve the adaptability of the waveform to channel changes, in particular, to limit retransmissions due to errors. Taking into account the existing employment of the HF band and its high level of interference, the proposed approach relies on a narrow-band (3 kHz) non-contiguous connection of channels.
Key words: HF transmission, high-speed data transmission, broadband HF communication, adaptive waveform.

Komlyak M. Comparative analysis of ultra-wideband receivers for use in modern infocommunication solutions. – 72 PP.
Ultra-wideband technology offers attractive solutions in many wireless communications applications, including wireless private networks, wireless telemetry and telemedicine, and wireless sensor networks. Due to its wide operating range, ultra-wideband can potentially provide much higher bandwidth for short-range applications than existing narrowband systems. The paper presents a comparative analysis of coherent and incoherent ultra-wideband receivers, highlights the similarities and differences. Conclusions on the advisability of choosing one or another receiver when designing a network using ultra-wideband are presented.
Key words: UWB systems, receivers, RAKE, pulse radio.

Korotin V., Pavlov T. The refarming approaches on behalf of 4G, 5G mobiles and IoT resourses. – 77 PP.
The article touches upon the legal aspects of refarming procedures, however, the most attention is devoted to the technical component. Based on the existing experience of refarming in Russian Federation and abroad, the overall representation of happening in this sphere and estimated trends for technical solutions are depicted. As a basis and starting point for our investigations the studies of foreign colleagues concerning various forms of GSM and CDMA technologies spectrum refarming on behalf of 4-th generation of mobile communications were taken. First of all, it is the concept of Dynamic Spectrum Sharing and OFDMA and CDMA underlay technology providing OFDMA networks operation within the spectrum allocated to CDMA network.
Key words: refarming, GSM, LTE, M2M

Kushnareva A. Digitalization of methods for noise immunity of radio access channels – 81 PP.
Reliable transmission of information is the main task of radio communication in General, and the development of methods that contribute to achieving this goal has accompanied the development of radio communication and radio access methods. With the advent of digital communication systems, there was an active digitalization of methods for noise immunity of radio communication channels. The report shows that the requirements for the quality of radio channels in modern digital communication systems significantly exceed the requirements in analog communication systems.
Key words: methods of noise immunity, noise immunity of analog radio channels, noise immunity of digital radio channels.

Lunev V., Shulipa D. Security in networks 5G – 85 PP.
Implementation of fifth-generation networks is a complex and time-consuming process that requires many costs, both financial and technological. Network security is a key requirement for a reliable connection. Protection of the integrity of signaling and transmitted messages, mutual authentication of the subscriber and the network, encryption of messages in the radio channel, protection of subscribers - all this is important for ensuring security in the network.
Key words: security, 5G networks, security procedures, identifiers, encryption keys.

Mamontov D., Massive-MIMO technology in 5G mobile networks – 90 PP.

This paper discusses the key issues of Massive MIMO technology in fifth generation mobile networks (5G). The aspects of the implementation, the design options for antenna arrays, legal difficulties, advantages and disadvantages of the technology are considered.
Key words: Massive MIMO, 5G

Matveeva E. Research of methods for forming directional patterns. – 94 PP.
When designing any antenna system, the most important design parameters are usually the number of elements, the distance between the elements, the excitation (amplitude and phase), the half-power beam width, the directivity and the level of the side lobes.
Key words: directional pattern, side lobe level, antenna arrays.

Migrov S. Analysis of noise immunity and spectral efficiency 5G/IMT-2020 – 97 PP.
The need for high-speed wireless communication services is constantly growing, and consequently, the requirements for the radio interface of multi-station access methods are also growing. This trend dictates the need to research the noise immunity and spectral efficiency of such systems. A method for improving the existing multi-station access by introducing additional filtering into the signal conditioning path is considered.

Moshnina A. Li-Fi Technology Research– 101 PP.
In the article, the author talks about Li-Fi technology. The author describes the problematic of the emergence of this technology. Compares with Wi-Fi technologies. Tells in what areas its use will be popular, gives advantages and disadvantages of Li-Fi.
Key words: Li-Fi, visible light, data transmission

Nasledova D. Positioning technologies in 5G networks. – 106 PP.
5G networks, in contrast to previous generations of mobile networks, attach particular importance to location technologies. An opportunity to develop and integrate mobile localization technology in 5G networks has presented itself at this early stage. This report analyses innovative technologies related to positioning in 5G networks, considers the MIMO system and evaluates it.
Key words: 5G, positioning, localization, LOS, MIMO.

1.3 Design and Technology of Radio Electronic Means

Drozdov A. Interactive guidelines for performing independent work in the KOMPAS-3D software environment. – 111 PP.
Design graphics in the design of electronic devices is a discipline, the subject of which is various design documents, including drawings, parts, sketches, models, etc. The development of any detail in modern times is accompanied by the creation of project documents, which contain the information necessary to describe the form, operation and other parameters of the product. Thus, in order for students to master the discipline "project graphics" and to modernize the educational process, it is necessary to develop a set of laboratory works. The work considers the area of design graphics, the advantages of the selected software, and also developed guidelines for independent work.
Key words: *design graphics, independent work, solid modeling, KOMPAS-3D.*

Kirik D., Tretiakov I. Thermal control of semiconductor devices operating under conditions of the low temperature. – 115 PP.
The article discusses the issues of ensuring the required quasi-stationary thermal regime and its effect on the mechanical stability of a semiconductor device. A method is proposed for maintaining the optimal temperature regime of a semiconductor device, due to which stable operation is ensured, and the probability of failure and abrupt changes in material properties is reduced.
Key words: Thermal conditions, semiconductors, semiconductor devices, cryonics, low temperatures, conductivity, electrical conductivity, heat and mass transfer.

Manakov E., Kirik D. Application of 3d printing tools for antenna design. – 119 PP.
3D printing technology is quite firmly entrenched in many technological processes and industries. 3D printing is especially effective in prototyping, creating piece samples of products or, if necessary, manufacturing objects of complex shapes. With the development of radio electronics, it became necessary to manufacture "smart skins" and antenna arrays with a large number of emitters, and 3D printing can be used to solve these problems.
Key words: *antennas, 3D printing, 3D printer, production technology.*

Raimzhanov T. The choice of the method of mutual coupling between elements for constructing a mathematical model of the PAA used to solve the problems of synthesis of RP. – 122 PP.
The use of spatial signal processing is one of the directions of development of radio engineering. The basic concept of spatial filtering is to modify the radiation pattern according to some criterion. Antenna arrays are the main tool for implementing this concept. The task of the antenna pattern synthesis includes consideration the characteristics of each emitter in the antenna. This paper describes methods of mutual coupling between elements useful for solve the problems of synthesis of RP.
Key words: antenna array, phased array, synthesis of radiation patterns, genetic algorithm.

1.4 Digital TV and Radio Broadcasting

Vdovenkov E., Guzeva Y. Ultra-high-definition image decomposition formats and their application in panoramic videos. – 128 PP.
High-quality images are becoming increasingly popular. They allow you to immerse yourself in scenes that are almost indistinguishable from the reality. This technology requires a wide field of view, both horizontally and vertically. We can also emphasize that the emergence of many devices that support ultra-high-definition formats allows users to enjoy video technology discoveries from the comfort of their homes.
Key words: TV, 4K, 8K, HDTV, UHDTV, HDR, panoramic video.

Ershov I. S. Algorithm for recognition of state registration signs of cars by road cameras. – 132 PP.
For clear control of traffic over the roadway, video cameras are installed, the main function of which is to read state registration signs. How is the reading performed? This article describes one of the popular algorithms that allows a video camera to register car license plates.
Key words:, recognition, state registration signs, *video camera, auto*

Zakharov K., Tumanova E. – Development of a method for determining object dimensions in three-dimensional space. – 136 PP.
This paper describes a way to automate production by accelerating the loading / unloading of goods in the warehouse. For this, surveillance cameras and special software are used with the help of which an automatic calculation of the dimensions of the cargo will be made. The software part is based on the Kenny boundary detector algorithm.
Key words: Computer Vision, Python, object dimension, automate production.

Krashchenko P. Analysis of the regional center for the formation of a multiplex of a digital terrestrial signal of the DVB-T2 standard. – 141 PP.
At the moment, digital terrestrial television broadcasting in the Russian Federation is carried out in the Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2) standard. Regardless of the choice of the standard, the signal delivery systems may differ in versions from each other. Therefore, every year the task is to find a universal, economical and simple way to transmit signals of federal and regional significance.
Key words: DVB-T2, center for the formation of a multiplex, elementary stream, transport stream, NMX.

Kryukov V. The Importance of school and additional education for the formation of engineering thinking for the formation of engineering thinking and its impact on the quality of training of graduates of higher technical educational institutions. – 145 PP.
Over the past 30 years, the quality of applicants to higher technical education institutions has changed significantly for a number of reasons, which has affected the training of their graduates. The report examines the causes and suggests solutions for closing the gap between school and University education.
Key words: Pre-University education, secondary school, additional extracurricular education, higher education, linking theory and practice, stimulating education, engineering thinking, master's degree, bachelor's degree.

Kulikov S. Study of stability of single-frequency network operation from delivery path architecture. – 150 PP.
This article discusses the dependence of the quality of operation of a single-frequency network on the configuration of digital television signal delivery paths. The practical part of the work shows the results of measurements of time delays of propagation of the signal of the first multiplex for several objects.
Key words: terrestrial digital TV, DVB-T2, SFN

Mukhin A., Fedorov S. Visual security of real estate objects using drones – 153 PP.
In the digital age, it has become possible to obtain the necessary information from anywhere in the world. And one of the scenarios for using such digital information networks is video surveillance. As part of the topic of this article, the possibilities of an alternative method of video surveillance and visual control of real estate objects using remotely piloted drones equipped with a camera system with wide-angle optics for shooting panoramic images will be reflected.
Key words: CCTV, drone, panoramic camera, visual security, patrolling.

Nikolaev R. Qualitative analysis of switching processes in class D modulators – 157 PP.
To research distortions, their magnitude, calculate losses in the elements of the throttle modulator circuit and its efficiency, a detailed review of the operation of various active devices (transistors, triodes, tetrodes) is required in order to select the optimal parameters and operating modes of the device. The article describes a class of modulator model D, fairly accurately reflects the physical processes taking place therein with the parasitic parameters. Analyzed processes taking place in the circuit, and compares the experimentally obtained data.
Keywords: modulator, class D, active element, PWM

Pogonov V. H.266 video encoding principles – 162 PP.
According to the Cisco AIR report, 66% of the world's population will become Internet users by 2023, while in Russia this figure will increase to 78% of citizens. More than 28 billion devices will be connected to the global network, of which in Russia - 895.5 million or more than 6 devices per person. The video effect of devices on traffic is more pronounced due to the introduction of Ultra-High-Definition (UHD) streaming video. The requirement for higher video compression efficiency is critical in this context. This was one of the reasons for the creation of the team, the Joint Video Experts Team (JVET), which was tasked with developing a new video coding standard, Universal Video Coding (VVC), aimed at 50% compression gain over HEVC.
Keywords: video, compression, H.266

Prokhorov.K., Rogozinsky. G. Mathematical models of FM sound synthesis – 167 PP.
The existing mathematical models describing the audio signals synthesis based on frequency modulation are not well-suited for describing more sophisticated audio FM synthesis. In this regard there is a need to develop models able to describe adequately sophisticated audio FM synthesis. In this article new approaches are introduced and directions for future research are presented.
Keywords: FM synthesis, operator, algorithm, mathematical model.

Rekichinskiy A. "Analysis of transport streams of digital multiplexes for the task of control and monitoring of digital terrestrial television broadcasting equipment" - AB. – 171 PP.
In 2019, Russia passed the last stage of the transition to digital television broadcasting in the DVB-T2 standard. The new broadcasting standard has significantly improved the quality of broadcast content. Broadcasting in the "new" standard required a completely different approach to building a broadcasting system, and as a result, building completely new monitoring systems. This paper will consider a part of the control and monitoring system intended for the center of the multiplex formation, using the example of the equipment of the branch of the RTRS "Saratov Regional Broadcasting Center".
Key words: Multiplex formation center, traffic flow, signal, analysis.

Romanova M., Fedorov S. Analysis of digital television transport flow with the enensys referee 2 measuring receiver. – 175 PP.
The modern world is at the stage of a complete transition to digital communication systems, which entails colossal changes in the entire concept of transmission and reception of information. This breakthrough has not spared such communication sphere as television. Within the framework of the topic of this article, the possibilities of analyzing and controlling digital television information using the receiving equipment Enensys Referee 2 will be reflected. Such an approach will allow you to get an overall picture of the structure of a digital television signal, specifically, about the totality of audio, video and additional data, otherwise called transport stream , as well as about the possible adverse effects on this signal and about all the necessary service information that the considered transport stream should combine.
Key words: DVB-T2 standard, Enensys Referee 2, transport stream, HF parameters, multiplex, service information tables.

Tsvetkova A., Features of receive television programs on sea vessel – 180
Today most of vessels one way or another using satellite channel for certain purposes. Satellite receiving and transmitting systems are sophisticated complexes of software and hardware. This article discusses features of receive television programs on sea vessel
Key words: Satellite connection, satellite antenna, pitching.

1.5 Digital Signal Processing

Ayedh H. Overview of the elemental base of low- and ultra-low power to implement compute the continuous wavelet transform – 186 PP.
This paper is devoted to the consideration of the element base with low and ultra-low power consumption, which is suitable for calculating continuous wavelet transform. The paper provides the latest element bases with ultra-low power consumption and describes their based characteristics and, according to these characteristics, a more suitable base was chosen.
Key words: Wavelets, Continuous wavelet transform, Low power consumption, Ultra-low power consumption, Microcontrollers and processors with ultra-low power consumption.

Gorbacheva L. On the Application of Wavelet-Neural Networks in Digital Signal Processing – 191 PP.
The article discusses one of the main developing areas - the area of digital signal processing. In solving problems in this area, various signal processing methods are used. Today, the most relevant method of this kind is a wavelet neural network. Such a network combines a wavelet transform and a neural network. It is mainly used in problems of approximation, optimization, classification. Also, the article describes the main aspects of wavelet neural networks, its structure, approaches to creation, the learning process and the main advantages and disadvantages.
Key words: wavelet neural network, activation function, wavelet, neural network, signal processing.

Purshel V. About implementation artificial neural networks of programmable logic integrated circuits. – 195 PP.

The question of the implementation of artificial neural networks by a hardware method, namely, the use of programmable logic integrated circuits, is considered. Conducted main advantages and disadvantages of using the programmable integrated circuit to implement the artificial neural networks. Proposed solutions to the main problems when implemented on programmable logic integrated circuits.

Key words: artificial neural networks, FPGA, hardware implementation.

Smirnov S. Implementation of video compression algorithms on the ARM Cortex-A53 processor. – 199 PP.

To transmit video data in real time and reduce the channel resource, data compression algorithms are used which are implemented in special systems – codecs. The development and improvement of compression is an urgent task to preserve high quality video data and reduce transmission time. A high-quality codec allows you to adaptively change the transmission channel width and data compression rate. Depending on the scope of the codecs, the article discusses technical solutions for the development of data compression algorithms.

Key words: Video compression, compression standards, H.264, microprocessor, ARM, Cortex-A53.

Tolmatov D. Dual-core microprocessor system using FPGA. – 202 PP.

The article presents the possibility of creating a multi-core microprocessor system based on Field-Programmable Gate Array (FPGA) using the Nios II processor system and the Qsys tool. We also consider the types of building a multi-core system, their capabilities, pros and cons.

Key words: microprocessor, multiprocessor, Altera, Nios II, Qsys, FPGA, mutex

2. Scientific Direction «Infocommunication Networks and Systems»

2.1 Multiservice Telecommunication Systems and Technologies

Aptrieva E., Elagin V., Spirkina A. Research on the implementation of Blockchain technology in the SDN network**.** – 208 PP.

In the article, the authors talk about the possibility of using blockchain in the SDN network. The authors write down what network characteristics were obtained as a result of the experiment. The authors describe how they put Blockchain on the SDN network. The article discusses the problems associated with the transmission of Blockchain data in the network. How does traffic on the network affect how much the network is loaded, is it possible to load the network using Blockchain. The authors presented the results of experiments and carried out an analysis based on the data obtained (graphs of the results of the experiment and evaluating the effectiveness of the experimental network).

Key words: Blockchain, Ethereum blockchain, SDN, PCS, Software Defined Networks.

Afanasieva V.I., Morokina G.S. Technology of Control Module Design in Trace Mode6 for Devices. 5– 213 PP.

We consider the technology of developing a control module in this work when designing a production line. The algorithm is presented and the design technology using the Techno ST language is shown. The design was carried out with the involvement of specialized editors.

Keywords: redactor, channels, generators, control, receiver, source, parameter.

Vasyutkin A., Vlasov D., Savelieva A., Shvidkiy A. Assessment of packet processing technologies in user space. – 218 PP.

This article discusses the principles of packet processing in user space using the DPDK framework as an example, software switching technologies using the DPDK framework. The advantages and disadvantages of this approach to packet processing are highlighted.

Key words: Kernel-bypass, SDN, DPDK, userspace, Vector Packet Processor, Open vSwitch.

Vasyutkin A., Vlasov D., Shvidkiy A., Savelieva A. The impact study of broadcast traffic on the performance of the Open vSwitch default network. – 223 PP.

The article presents an assessment of the impact of broadcast traffic on the performance of a software-defined network built on a bundle of Open vSwitch and VxLAN. In addition, the article provides an overview of existing overlay network technologies, provides the results of measurements of the CPU load when creating a load on the overlay network with broadcast traffic.

Key words: overlay networks, Open vSwitch, VxLAN, broadcast traffic, SDN, SDN performance, SDDC

Gorbunov D., Pantyukhin O. Aspects of the development of a computer testing system for students and specialists. – 228 PP.

The article discusses the issues of researching methods of developing and conducting computer testing, presents the results of analysis and comparison of available system computer testing, considers the requirements and aspects of designing a computer testing system from the side of developers, teachers and trainees.

Key words: testing methods, computer testing system, adaptive testing.

2.2 Internet of Things and Heterogeneous Networks

Antonenko A. Development of wlan planning guidelines for hostel Wi-Fi – 234 PP.
The availability of wireless LAN in student residences is currently very relevant. This article presents an analysis of the network using the Ekahau program, put forward the necessary requirements for a wireless network and proposed options for planning a wireless LAN with two different access points.
Key words: Wireless LAN, Wi-Fi, access point, radio planning.

Volkov A., Kovalenko V., Muthanna A., Rodakova A. Structure of multilevel cluster interaction of the flying network segment with the communication network 2030. – 238 PP.
Every year the number of devices with network access increases significantly. As a result, the demand for new types of services such as collecting data from sensor fields, transmitting data between remote users and providing communication in the event of an emergency (natural disaster) also grows. The existing infrastructure will not be able to meet all the challenges in the future. The development of unmanned aerial vehicle technology will solve many of the problems described above.
In this article, based on the analysis of current developments in the field of flying networks, as well as the trend in the development of backbone and mobile networks, an approach to organizing clusters of flying networks with the possibility of migrating services to them is proposed.
Key words: Flying networks, network 2030, decentralization of networks and services, cluster, SDN, base station.

Ermolenko D., Kilicheva K. Research of the reliability of a distributed computer system for Internet of things applications. – 243 PP.
In recent years, the Internet of things (IoT) has been widely used in various areas of human activity, such as healthcare, finance, transport, security systems, smart city elements, etc. This paper is devoted to the study of the reliability of a distributed computing system for IoT applications, which is built using the SDN and NFV concepts and tools for automating deployment, scaling, and service management in new-generation networks. In the report will be analysed the use of the Kubernetes orchestrator and its capabilities for providing access to the application in terms of the reliability of the clustering approach for computing resources. Attention will also be paid to the security of the service from denial-of-service attacks, because the issue of data security is acute when implementing such services. If the IoT application server is attacked, there will be a big threat in data theft and ensuring the correct operation of the infrastructure for which IoT services are responsible.
Key words: cluster computing, IoT, orchestration, Kubernetes, reliability.

Zadorozhnyaya A., Reutova D., Kirichek R. Development of models and methods of interaction between self-driving vehicles and network infrastructure. – 248 PP.
The development of unmanned vehicle technology is bringing new applications to the market for various industries. The use of BPA is possible both in shipping and passenger transport, and in the delivery of products. The issue of the safety of the use of technologies is becoming extremely urgent.The scientific community is faced with the task of providing network support for the car, that is, creating a new structure for the interaction of unmanned vehicles with the network infrastructure. This structure was named "Concept of the second generation of BPA".
Key words: self-driving vehicle, network infrastructure, sensors, lidars, radar scanners.

Parfenova A., Kirichek R. Models and methods for collecting and processing forecasting data from portable electronics for medical applications. – 252 PP.

The article discusses methods for collecting data from wearable electronics for possible further analysis and prediction of possible diseases for medical applications. The collection and analysis of data is necessary for the implementation and optimization of remote monitoring of human vital activity. The considered methodology can be used to develop medical applications for tracking vital signs and predicting diseases.
Key words: Internet of things, fitness tracker, heart rate measurement.

Petrova A., Savronova E., Sleptsova N., Paramonov A. Simulation of network traffic of LoRaWaN standard. – 257 PP.
This article contains an analysis of network architecture and LoRaWaN technology. Authors examined application of LoRaWaN in telemetry, built general model and introduced imitational model for traffic analysis and operation of the network. Based on gathered data, conclusions were made about general nature of LoRaWaN network traffic.
Keywords*:* LoRaWaN technology, radio, metering device, traffic, telemetry

Podgornaya K. Research of the issues of positioning of nodes in wireless networks with mesh topology – 262 PP.
The penetration of information technology into various fields of activity has led to the creation of wireless sensor networks, which are an integral part of departmental networks or public communication networks. One of the new types of wireless networks is LPWAN technology. To implement a mesh network, consider building a three-dimensional model of a mesh network section.
Key-words: LPWAN, Mesh, Matrix, RSSI, Radio Wave, SDS-TWR.

Sklyarova M., Kirichek R. Approaches to developing simulation models using machine learning. – 267 PP.
Artificial Intelligence is one of the most discussed topics now. The development of Artificial Intelligence is taking place very quickly and is already being used in the recognition of living beings, things and languages; also, AI can play and calculate moves. Machine learning is a branch of Artificial Intelligence, and such learning is based on the study of a huge amount of data for future forecasting.
Key words: Artificial intelligence (AI), machine learning, deep learning, neural networks**.**

Timets K. Modeling high-density internet of things networc traffic. – 271 PP.
The paper provides an analysis of the features of the high-density Internet of things network, as well as an approach to the study of the traffic properties of such a network, and a model is developed to solve this problem. Traffic modeling calculates the influence of network nodes on each other, which in a high-density network leads to a significant decrease in the signal-to-noise ratio, and also takes into account the functioning of the radio channel idle check mechanism. This mechanism is used in most of the data link layer standards used in IOT networks. The model allows you to take into account its impact on traffic properties. The results obtained can be used in research and modeling of traffic in networks with wireless access in conditions of high device density.
Key words: Internet of things, traffic patterns, node, signals, interference, probability, power level

2.3 Optoelectronic Technologies (Photonics) in Infocommunications

Berezin V., Reznikov B., Polyanskii K. Computer simulation and research of the transmitter of an optical communication system – 277 PP.

The article discusses the modeling of a fiber-optic information transmitter. The modeling process and experimental stands for research are described. The research results for transmitters with external and direct modulation are presented.
Key Words: Modeling, fibre-optic communication, transmitter, computer, modulation

Bykov A., Potapov I., Shevchenko M., Andreeva E. Feature of Optical Soliton Sequence Propagation in High-Speed Fiber-Optics Transmission System – 281 PP.
Estimates of information capacity of the optical system as product of maximum data rate in single soliton channel and long span distance are considered. The linear (fiber group velocity dispersion and optical losses) and nonlinear (self-phase modulation and Raman self-frequency shift) effects, the signal/noise ratio of pulse source are included in pulse evolution description. It was shown, that maximum optical system capacity can be achieved with NZDS-fiber.
Key words: bit rate, nonlinear effects, soliton

Bylina M., Gultyaeva L. ROADM multiplexers: application and construction features – 284 PP.
This paper discusses the principles of constructing tunable optical add/drop multiplexers ROADM used in modern optical networks using spectral compaction technology. The design of both ROADM as a whole and its main components is considered. The prospects for the development of such devices are shown.
Key words: optical multiplexer, ROADM, WDM, MEMS, optical network, optical switch.

Bychkov A. Modeling and study of variable optical attenuator. – 289 PP.
The principles of operation, designs and parameters of variable optical attenuators are considered. The possibilities of changing the attenuation by introducing a radial displacement of the cores of the optical connected fibers are analyzed.
Key words: dispersion, Chromatic dispersion compensation, Standard Fiber, SF, Dispersion Compensation Fiber, DCF, variable period fiber Bragg grating attenuator, variable optical attenuator, VOA, optical fiber, MEMS, DWDM, fiber-optic transmission line.

Dudkin V., Morozov A. Research of a generator based on dynamic chaos for use in communication lines – 293 PP.
The attractiveness of dynamic chaos from the point of view of its application to communication systems is primarily determined by the very properties of chaotic signals and systems. The ability to obtain complex vibrations with a continuous spectrum; with the help of electronic devices of simple structure, a large number of different chaotic modes can be realized in one source of chaos; chaotic regimes are controlled by small changes in system parameters; the possibility of "embedding" a large amount of information into a chaotic signal; increased modulation speed compared to traditional modulation methods.
Key words: dynamic chaos, generator.

Larina A. Research of defects features in optical fibers on trunk lines – 298 PP.
In the modern world, optical means of data transmission are widely used in order to increase speed and to increase the reliability of transmitted information. Fiber-optic cables are used on transmission lines too. As with any other data transmission system, it is necessary to consider possible problems that arise both at the manufacturing stage and at the operation stage of these systems. To ensure high-quality and uninterrupted operation of the fiber-optic communication line, it is necessary to know the features of the defects that may be.

Using the maintenance and servicing of the fiber optic link, which includes measuring the parameters of the optical fiber using an OTDR, it is possible to monitor and timely detect defects in the fiber, which can lead to losses on communication lines. Such defects include losses at the input / output, losses at the joints of building lengths, external damage to the optical cable, etc.
This article will discuss the features of the main defects of optical fibers that occur on trunk lines, and methods for measuring losses on a fiber optic link.
Key words: optical fiber, communication line, optical time domain reflectometer (OTDR)

Malyarov M. Computer simulation and research of an optical amplifier EDFA. – 303 PP.
The report considers the issues of modeling the EDFA amplifier, considers the physical principles of operation, design options and dependence on such parameters as the pump power level and the input signal level. Simulation was carried out using the GainMaster program, graphs of the dependences of the gain on the pump signal power and the input signal level were obtained. The results obtained are in agreement with the theoretically expected and can be used in the development of EDFA amplifiers.
Key words: EDFA.

Melnik I. Research of problems of realization of remote power supply via optical fiber. – 308 PP.
Power over Fiber is an emerging power transmission technology for powering electronic devices using fiber optic cable. The use of this technology eliminates the need for metal conductors and batteries in cases where their use is fraught with serious difficulties. However, fiber-optic remote power systems also have limitations. This article will discuss some of the problems of such networks.
Key words: Power over Fiber, power, optical fiber, attenuation, losses, catastrophic damage, fuse-effect, diameter.

Pak V., Frolova A. Modeling and research of an optical splitter of 4x4 alloy construction. – 313 PP.
In fiber-optic communication networks, there are problems of separating and combining optical radiation streams, which are solved using optical splitters. There are integrated optical and fiber-optic splitters. In this paper, we consider fiber-optic splitters of alloy construction and simulate a 4-way splitter with uniform power division.
Key words: fiber optic transmission system, optical splitter, biconic splitter, alloy structure splitter, Fused Biconical Taper Splitter, FBT splitter.

Popovskiy N.I. Fiber-optic communication line with code division of channels. – 318 PP.
The necessity of research of the fiber-optic communication lines with code division multiplexing is justified. The structural diagrams of transmitters and signal receivers of fiber-optic communication lines with code division multiplexing is presented. The features its design are established. The investigation results are presented.
Key words: fiber optic communication line, laser radiation, code division multiplexing, narrowband and impulse noise.

Rybintseva I. Develop recommendations applying the optical method for compensating for chromatic dispersion. – 323 PP.
Methods for compensation of chromatic dispersion are considered, fiber-optic communication systems are simulated using two methods of compensation for chromatic dispersion - using a special optical fiber DCF and a fiber Bragg grating with a variable period, based on the analysis of the simulation results, recommendations are formulated on the use of optical methods for compensating for chromatic dispersion.

Key words: dispersion, Chromatic dispersion compensation, Standard Fiber, SF, Dispersion Compensation Fiber, DCF, variable period fiber Bragg grating

Trushkin V. Use of spectral densal multiplexors in communication systems – 328 PP.
The classification, principles of operation, designs and parameters of optical wavelength division multiplexers are considered. A comparative analysis of multiplexers of various designs for WDM systems with different spatial arrangement of spectral channels is carried out.
Key words: Fiber optic communication systems, Wavelength Division Multiplexing, WDM, CWDM, DWDM, MUX, diffraction grating, AWG, optical wavelength division multiplexers

Fraz A., Nikolaenko A. Analysis of a laboratory installation for researching losses in bended optical fibers. – 333 PP.
The article presents the results of theoretical and experimental studies of the dependence of the attenuation coefficient of a bent optical fiber on the bending radius and wavelength. Theoretical research has shown that the attenuation coefficient increases with decreasing bend radius and increasing wavelength. The experimental study was carried out at the Laboratory of Photonics and Optoinformatics, St. Petersburg State University of Technology. In the course of the study, the shortcomings of the laboratory installation were identified and proposals for their elimination were formulated.
Key word: optical fiber, bending, attenuation, stress, single mode optical fiber, multimode optical fiber, laboratory setup.

Khoroshenkova E., Optical isolators and circulators: principle of operation, design, application. – 338 PP.
The article discusses the design, parameters, and application features of optical insulators and circulators – passive optical devices whose operation is based on the transformation of the polarization state of transmitted radiation.
Key words: optical insulator, optical circulator, Faraday rotator, half-wave plate, birefringent polarizer.

2.4 Security of Computer Systems and Communication Networks

Anisimov D. Implementation script of privilege escalation vulnerability (BDU:2020-03099). – 344 PP.
This article discusses a privilege escalation vulnerability in Microsoft Windows Defender antivirus program that allows a user with a standard account to delete an arbitrary directory. Briefly described the mechanism of its operation. Based on the vulnerability analysis, provided a script of implementation the threat.
Key words: information security, attack script, privilege escalation, Windows Defender.

Akhmetshina M., Mankaev R. Audit of information security of organizations using network analyzers and penetration tests. – 349 PP.
The modern world can no longer be imagined without gadgets, fast Internet access and other modern devices that people are used to using every day. They become indispensable attributes of our life that accompany a person in everyday life: both at home and at the workplace. All processes in modern society flow into information systems, which play a central role in ensuring the efficiency of commercial, state-owned enterprises and educational organizations. The widespread use of

information systems, which are used for storing, processing and transmitting information, determines the relevance of the problem of protecting and preserving information in them.
Key words: information security audit, sniffers, network traffic, Snort.

Berezina E., Vitkova L. Malicious information countermeasures database development – 354 PP.
Information technology and online interaction are a part of our lives today. The question of developing a system to detect and counteract malicious information seems to be topical. In this article, the authors offers the structure of the malicious information countermeasures database. It is suppose that the database can interacts with the countermeasure selection and supporting decision-making module.
Key words: malicious information, countermeasures databases, monitoring and counteraction systems, decision support system (DSS)

Bukshin I., Korzhik V. Elaboration of the method using digital watermarking technology against paper certificates attacks cloning. – 359 PP.
Paper certificates are a popular technology to provide an originality of products and copy right for their owners. Both bar codes and data matrices are examples of such certificates. However, such approach is not sufficient copy-past cloning attacks on paper covers even in the case of digital watermark execution. Algorithm of cloning attack detection is suggested and investigated performance at the proposed method in them at the probability of errors is consider defending on system parameters.
Key words: paper certificate, cloning, digital watermarking, probability of cloning detection.

Valieva K., Vitkova L. Preparatory processing of information objects in the monitoring systems of the internet– 364 PP.
The purpose of the study, elements of which will be presented in the article, is to increase the level of security from unwanted information on the Internet. The article presents the diagram of classes of an abstract news aggregator. Proposed diagram allow to update existing monitoring systems for research on dynamic objects, specifically social networks and news aggregators.
Key words: fake news, model of communication, social networks analysis, SNA, information security.

Vitkova L.A., Smirnov E.V. Counteraction malicious information in social networks – 368 PP.
Currently, the issue of information security in the social network is very important and to protect against malicious information exist various solutions based on operating systems, browsers and extensions. However, each solution only protects against some of the existing threats. The article discusses their main features and draws conclusions about their feasibility.
Key words: social networks, counteraction, malicious information, component architecture, information security, database of countermeasures.

Grishin N., Kosov N., Mazepin P. Relevance of methods of combating bruteforce – 373 PP.
The article discusses the main currently existing methods of combating brute force. The assessment of the possibility of their application is given. Possibilities of improving methods of combating brute force are considered.
Key words: bruteforce, security, CAPTCHA, two-factor authentication, authentication, authorization, identification

Gurbatov G., Panichev A. Kubernetes basic security – 376 PP.

Containerization technologies have greatly simplified the work with applications, and also made it possible to use computing resources more efficiently by running a set of only the necessary libraries in a container. Convenient container deployment and management systems such as Kubernetes have appeared. But along with the convenience and speed of working with new technologies, new vulnerabilities have appeared that need to be eliminated by security tools to ensure data safety and correct operation.
Key words: Kubernetes, Docker, containers, cluster, security, attack, encryption

Derevyanko V. Development of methods for detecting hidden channels in computer networks. – 381 PP.
Computer networks are a system that performs data exchange between various computing devices. In the modern world, technologies and information systems are constantly developing, so the topic of computer networks needs to be paid more attention. This is due to the fact that various threats to systems, hacking methods, introduction of malicious codes, and so on continue to develop. One of these threats is hidden channels, after the creation of which the violator exerts influence on the protected information resources.
Key words: hidden channel, computer networks, information systems, security methods, security threats, data.

Diorditsa V. Steganographic data hiding in modern messengers. – 386 PP.
This article will examine in detail the communication systems of modern instant messengers with support for VoIP connections, and also consider the method of embedding a hidden message in network packets transmitted over a communication network. Special attention is paid to the issues of practical implementation and application of the method of steganographic embedding of hidden information in the communication channel between clients.
Key words: Network steganography, data hiding, messenger, voip, lack, discord, vk, python3

Esalov K., Severjanov V., Perebeynos U. Developing a locator app for tracking android devices in the background in production. – 391 PP.
This article discusses the development of a mobile application that allows you to track the locations of employees in enterprises using mobile phones. During development, the functionality of the application in the background was implemented, and also invisibly to the employee.
Key words: android, tracking.

Ilyin M, Krylov A. Assessment of vulnerabilities that allow implementing a man-in-the-middle attack based on a basic CVSS score. – 396 PP.
The article deals with the issues of assessing the threat "Man in the middle " on the Common Vulnerability Scoring system scale and conducted vulnerability studies using the software of the Federal service for technical and export control ScanOVAL on several workstations, as well as identified the main threats to unauthorized access.
Key words: man-in-the-middle threat, MITM, vulnerability, OpenSSL, CVSS score, HTTP, HTTPS

Kovalev A., Khusamov D. The complex problems of identification of macro viruses – 401 PP.
The scientific article is devoted to the modern problem of correct analysis of macro viruses - malware written in macro languages. It provides a modern definition, a corresponding up-to-date view of the problems of accurate identification of macro-virus software in documents. This work contains analysis of the identification problem different types of malware in the document. A partial solution to the task

of protecting documents from macro-virus software was considered
Key words: Macrovirus, identification, antivirus, macro, template, scanner

Kozlov D.. Vitkova L. Detecting abnormal behavior of an iot device in the network based on a traffic model – 404 PP.
The article discusses the CoAP protocol that regulates the transmission and reception of information traffic by end devices in IoT networks. A description of the legitimate traffic model of the CoAP protocol based on UML flow diagrams is provided. The main mechanisms of a denial-of-service attack (DDOS) are considered and a traffic model is provided for this attack. The relevance of the topic of the article is due to the wide spread of the Internet of things.
Key words: IoT, protocol CoAP, Internet of things, IDS/IPS, DDOS-attack, anomaly detection, диаграммы потоков CoAP flow charts.

Koptelova V., Zelichenok I., Vitkova L. Overview of types of automated programs and bot counter-measures. – 408 PP.
Widespread digitalization has made our lives easier in many ways. However, modern technology can also be used for illegal and unethical activities such as espionage, theft, or the dissemination of false information over the Internet. This article describes how bots are becoming one of the foremost e-commerce and information-sharing tools on the Internet. Bots (short for robots) are automated programs that execute specific commands when instructed to do so. The paper examines various types of bots and identifies available countermeasures to defend against bot attacks.
Keywords: automated program, bot, bot detection, spambots, countering bots.

Koromyslov K. Investigation of ways to search for network steganography based on deliberate delays. – 413 PP.
This report will provide basic information on the network steganography method based on deliberate time delays. The main attention will be paid to the description of this method, its features, practical implementation and detection methods. As a result, two main methods of detecting this method are described, as well as the experimental implementation of one of them.
Key words: Methods of network steganography, changing the packet transfer structure, Wireshark, Pcap4j.

Kulikov I., Akhrameeva K. Relevance of steganography in computer games – 418 PP.
The article discusses the methods of steganographic systems in computer games. Separation of systems by methods of hiding and creating digital water signatures is proposed.
Key words: steganography, content-aware steganography, steganalysis, computer games.

Lipatova M. Certification systems of information security facilities – 422 PP.
The article is dedicated to one of the most effective methods of information security provision — certification of information security facilities. This article review aspects related to certification systems of information security facilities for compliance with information security requirements. The types of certification systems are briefly described and their characteristic features are formulated.
Key words: information security facilities, certification, certification system, declaration, conformity assessment, information security.

Mardanov R. Technique for detecting speech signal falsification in biometric authentication systems using deep neural network. – 427 PP.

The paper presents a technique for detecting falsified speech with decomposition into a sound spectrum. The obtained numerical characteristics of the sound form a feature vector for training a deep neural network. The neural network weights are adjusted in such a way that the input vector describing the characteristics of speech is classified in the output vector as falsified or ordinary speech.
Key words: deep neural network, biometric data, authentication, classification

Orlov D. Analysis of electrinoc voting system based on secret sharing schemes. – 432 PP.
The article provides a brief overview of the mathematical apparatus used to construct electronic presentation schemes based on secret sharing schemes. In fairness, the concepts of an electronic voting scheme based on homomous and modular secret sharing schemes are considered.
Key words: e-voting, secret sharing scheme, participants, representatives, ballot.

Starodubov R., Petriv R. Current state of wireless networks security – 437 PP.
Currently the number of users who access Internet via wireless devices increases permanently, that provokes growth of number of malicious users who try to access their sensitive data for their personal use. This work reveals the present state of wireless networks security, which should be monitored to ensure confidentiality integrity, availability of information in modern computer networks.
Key words: Information security, wireless networks, Wi-Fi networks.

Starodubova D., Starodubov R., Ushakov I. Machine learning methods analysis for network traffic anomaly detection. – 441 PP.
Network anomaly detection itself is one of the most important issues in network security. This work concerns analysis of machine learning methods for network anomaly detection. In this paper, brief reviews of each method are presented and relevant existing research work is analyzed.
Key words: Information security, network traffic, anomaly detection, machine learning, network attacks.

Targonskaya A. Method of organization of distributed controlled development of protected software. – 445 PP.
An important step in the creation of software is organizational aspects, namely the method of developing this application. Most of the final success is determined by the chosen approach. Among the popular methods can be distinguished Program Evaluation and Review Technique and Critical Path Method, which have both advantages and disadvantages.
Key words: life cycle of the software, development of the software, project management, methods of management of projects.

Temchenko V. Statistical analysis of vulnerabilities of computers and cyberphysical devices. – 449 PP.
With the development of the world, the amount of data that has to be processed is growing steadily. These data are of a very different nature and analysis of the aggregate of this data can show different results, for example, predict the future level of the world's population. The whole set of such data will be called statistical data. They are a set of objects and features that characterize them. This information undergoes various processing, in which various methods of statistical analysis are used, and then appears in an easy-to-understand form, most often these are graphs, diagrams and the like. The author, using the approaches of statistical analysis, analyzes the vulnerability data provided by the National Institute of Standards and Technology.
Key words: Statistical analysis, data statistics methods, vulnerabilities, statistical data processing

Ushakov I., Fedorov V. Analysis of relevant firewall optimization solutions for their application in corporate computer networks. – 454 PP.

In this article the peculiarities of development and application of next generation firewalls are considered. Attention is paid to the acceleration of firewalls, as well as the accuracy of detection of various threats in corporate computer networks. Relevant solutions aimed mainly at optimizing security policies of existing firewalls are considered.

Key words: Cisco, D-FRI, firewall, security policies, stateful.

3. Scientific Direction «Information Systems and Technologies»
3.1 Intelligent Communication Technologies

Babaeva A., Litvinov V. Intellectualization of the system for detecting fraudulent schemes in the banking sector. – 460 PP.
Legalization (laundering) of money or other property is a serious economic crime. The introduction of new intelligent technologies for data analysis will increase the efficiency of the preventive measures of the Central Bank of the Russian Federation and the banking system as a whole in this area.
Key words: combating money laundering and financing of terrorism, analysis of transactions of credit institutions, intelligent decision support systems, banking sector.

Bondarenko I. Dedovsky D. Testing the software. – 465 PP.
Currently, the need for automated testing in software development is generally recognized and indisputable. Traditional manual test development methods can no longer provide fast and high-quality testing of modern software systems. Automated testing will help not only eliminate the influence of the human factor, but also quickly put the created product into operation. In the first part of the work, the problem of manual testing will be considered. In the second part, statistical indicators will be provided that will demonstrate the effectiveness of automated testing by companies. The third part will describe the types of testing that can be automated. Part 4 will describe special tools that can be used to perform automated tests. In the fifth part, we will look at the modern methods that are used to develop automated tests. The final part will summarize.
Key words: Automated software testing, Problems of manual software testing, Test automation methods, Types of testing, Benefits of automated testing, Automated testing tools.

Bondarenko I., Nikolaev K. Problems of prediction of electronic functions in reliability tests – 470 PP.
Ensuring high reliability of complex electronic systems is the most important task in their development, production and repair. To accomplish this task, it is necessary to perform many actions, one of which is predicting the probabilities of failures of electrical elements. The article discusses such problems in predicting failures as the imperfection of methods for assessing reliability, the lack of information about failures when testing a small sample of highly reliable electrical elements, the lack of relevant data for calculating mathematical models of the probability of failure of electrical systems.
Key words: forecasting, reliability, accelerated testing, failures, electronic means

Vlasova V.A., Zikratov I.A. Assessment of the impact of personalization of the learning trajectory on student performance – 475 PP.
The situation of application of personalization of the educational trajectory in the university has been actualized. A methodology for assessing the impact of personalization of the learning path on student performance is proposed. The concept of using the results of personalization of the trajectory of student learning is described to recommend trajectories of learning to future students, on the basis of which a recommendatory system for constructing a personalized trajectory of a student can be built.
Key words: personalization of education, individual educational trajectory, higher education, elective disciplines.

Gubin A., Pasynkova V. Artificial vision systems. – 479 PP.
The article discusses the definition and main principles of the implementation of artificial vision systems, the relevance of their application at the moment, as well as the main trends in the development of technologies for the development of appropriate systems.
Key words: artificial vision systems, technical vision, computer vision, object recognition, segmentation.

Zikratov I., Morera Borroto M. Analysis of architecture of software testing tools with artificial intelligence. –484 PP.
The purpose of the article is to develop practical recommendations on the use of test automation tools that apply artificial intelligence. Various options for testing tools were considered, which make it possible to significantly reduce the time of software testing engineers. The general advantages and disadvantages of the tools are revealed when implemented into existing automated tests and when creating automated tests from scratch. The research results can be used by software developers and testers.
Key words: software testing, test automation, artificial intelligence.

Zikratov I., Yusupova A. Analysis of VANET transport information protocols for control of unmanned vehicles. – 489 PP.
This article describes the general principles of VANET technology. An overview of the articles on the transport information network was made. Network interfaces are considered. The network architecture was analyzed. The main threats to the security of the VANET network are also considered.
Key words: *vanet, vehicular ad hoc networks, intelligent transport, unmanned vehicles.*

Ivanova A., Litvinov V. Intellectual data analysis in customer relationship management systems. – 495 PP.
For successful work and competitiveness, companies must build relationships with their customers: retain old ones and attract new ones. For these purposes, customer relationship management systems are used. The main business tasks for working with clients are provided by data mining methods.
Key words: customer relationship management, data mining, CRM.

Kalmyk M. The influence of intelligent systems on the quality of learning foreign languages. – 499 PP.
The article provides an overview of digital technologies, the main purpose of which is to help people learn a foreign language. Modern education, in particular in the field of foreign languages, involves not only the help of teachers and paper textbooks, but also self-education through the use of Internet technologies and mobile applications. A comparative analysis of the technologies most often used in the study of a foreign language is presented. The commonly used technologies featured in this article were selected through a survey of language learners.
Key words: information technology, multimedia, training, system, resource, information system, digital technologies, mobile applications, web applications, artificial intelligence.

Litvinov V., Radnaeva I. The impact of using masks during COVID-19 pandemic to the accuracy of object recognition on images. – 504 PP.
Video object recognition systems are widely used to ensure public safety. In the realities of the constantly changing quarantine environment caused by COVID-19, security issues are gaining special relevance. The use of personal respiratory protection equipment creates a physical obstacle to face recognition, thereby reducing the accuracy of object identification on images.
Key words: object recognition, statistical image models, computer vision.

Moshak N., Kharitonov G., Approaches to building LTE core models. – 509 PP.
The article considered the architecture of the Long Term Evolution network core - Evolved Packet Core. Also provided description of the nodes of the Long Term Evolution network core. The analysis of the possibility of simulating the core of the Long Term Evolution network by software is considered.
Key words: LTE network core, LTE network infotelecommunication system, LTE network core architecture, software simulation, network modeling.

Moshkina N., Smorodinov G. Technology for assessing competencies in the higher education system. – 515 PP.

The results of the analysis of technologies for assessing competencies that have found application and use for updating the needs of employers in decent, competent employees are presented.
Key words: assessment technologies, competencies, and methods.

Nikiforov K. Advantages of a mixed type of training using information systems and multimedia tools. – 518 PP.
Blended learning is widespread in the territory of the Russian Federation. This is due to the availability of Internet communications and the level of computer literacy of the population, as well as the COVID-19 pandemic. The mixed type of training involves the use of information systems and technologies, information resources. This type of training replaces the traditional type of training. The possibility of a mixed type of training for solving problems of schoolchildren in kinematics is considered.
Key words: information technology, multimedia, training, system, resource, information system.

Romanov M., Filippov F. Recognition of metal defects using the neural network. – 523 PP.
Topical issues affecting the recognition of metal defects by signals from a non-destructive testing device. A method of implementing a neural network, which allows separating signals from defects of various types, is presented. The principles of construction and features of the operation of the neural network are analyzed.
Key words: metal defects, non-destructive testing device, neural network.

Sokolov S., Filippov F. Neural networks in personnel certification processes. – 528 PP.
The article discusses the problem of the need to evaluate personnel in organizations using some assessment methods and the use of neural networks for this process. Data on personnel assessment methods are presented, advantages and disadvantages of each method are described.
Key words: staff certification, testing methods, neural networks, interview, tests, analytics.

Staskevich L. Structural method for constructing the efficiency criterion of the radio channel of the LTE – 533 PP.
A complex functional criterion of the efficiency of the information and telecommunication transport system of the radio channel of the LTE network is built on the basis of the user plane architecture. The structure of protocol primitives and formalization of functions of the layers of the architecture of the user plane of the LTE network are given.
Key word: infotelecommunication transport system, LTE radio access, LTE user plane architecture

Filippov F., Shigapov A. Application of neural networks in the automatic generation of musical compositions. – 539 PP.
Traditionally, music was treated as an analog signal and was generated manually. In recent years, technologies have been developed and developed that can generate a set of music automatically without any human intervention. This article provides a brief introduction to music and its components, as well as citation and analysis of relevant work done by various authors in this field.
Key words: neural networks, generative models, musical compositions

Khabirov I., Kozlova L. P. Control system for the operation of large-scale network infrastructures. – 544 PP.
In the modern world, the number of large companies is growing daily, eventually turning into Internet giants. Their networks are expanding and becoming large-scale. The creation of a management system for large-scale network infrastructures will centralize network management and programming, automate the equipment administration process, and save money on inexpensive switches and managed controllers.
Key words: Control system, automation, large-scale network infrastructures.

3.2 Information Technology in Design

Anikieva A, Gunina E. Features of creating virtual tours based on 3d panoramas – 549 PP.
This article briefly introduces the process of creating virtual tours. The basic structure and capabilities of programs for creating virtual tours based on 3D panoramas are described. The positive and negative aspects of each of the resources that arise when creating interactive virtual tours are formulated.
Key words*:* 3D panorama, virtual tour, 3D tour, interactive visualization, 3D image.

Arkhipova M. Research of lightning methods in the Unity development environment– 554 PP.
The article is devoted to one of the important components of the computer game development process – creating lighting. This paper examines the basic principles of working with lighting in the Unity development environment. Various lighting methods are described and Unity tools available for creating various lighting effects are considered.
Key words*: Unity, global lighting, real-time lighting, baked lighting, real-time precomputed lighting.*

Buldakov A. Methods for geometric design of hexagonal maps in turn-based strategy games. –560 PP.
The use of hexagonal cells for building maps in computer games is gaining more and more popularity due to a clearer visual perception, as well as a simpler implementation of movement on the map. Hexagonal maps are especially widely used in turn-based strategy games, where developers can use hexagons to generate such complex shapes as massive continents, as well as set certain properties for each cell, for example, more difficult passability.
Key words: unity, c#, game design, game development

Vladykin M, Used attendance registration system issues – 564 PP.
An important part of the educational process for a student is attending classes. At the same time, attendance is controlled by the university administration. Adequate resources such as CBT, staff, time are needed to effectively carry out this process. The article examines the used in the St. prof. Bonch Bruevich attendance registration system. There is also a proposal for the development and implementation of an automated system for the department's registration of student attendance.
Key words: attendance control, automated attendance record system, educational process

Voloshinov D., Glotova E. Methods for creating interactive elements to improve site usability – 568 PP.
Article is devoted to the development of interactivity of the interface in the modern world. An analysis of the views of researchers on this topic is given. Based on the analysis of literature sources, the existing advantages and disadvantages of interactive technologies are revealed. The characteristic features of interactive elements and how they can affect the user interface are highlighted and described. Much attention is paid to the development of a methodology for creating interactive elements to improve the usability of the interface.
Keywords: *Interactive elements, interface, user experience, web technologies, interactive site*

Goncharenko E. Learning K-POP choreography with AR – 572 PP.
The ability to use augmented reality technologies to improve the learning process of k-pop choreography. The use of AR technologies in the process of training anyone with minimal costs will help to improve physical activity.
Key words: k-pop, augmented reality, choreography, physical activity.

Gordeiko A. Influence of interface of multimedia components of educational resources on the quality of learning of children – 577 PP.
Recently, new methods of presenting information in the field of education have appeared. Various electronic educational resources are coming to the fore, thus opening up new opportunities for both

students and teachers. This article analyzes the interface of electronic educational resources and assesses its impact on the quality of children's education.
Keywords: electronic educational resource, interface of electronic educational resource, multimedia in education, quality of education

Gorokhovets A. Methods for assessing the efficiency of territorial branding abroad and in Russia. – 582 PP.
The creation of a territorial brand is a laborious and costly process, but it has its own effectiveness. Therefore, an assessment of the effectiveness of the introduction of a territorial brand is needed to understand the feasibility of costs and adjust the development vectors. The article reviews the existing methods for assessing the effectiveness of a territorial brand, identifies the areas of influence of a territorial brand, and compiles the characteristics of determining the effectiveness for each of them. The results of the article can be used for further research and search for problems in this area.
Key words: Geo-brand, development of territories, performance assessment

Gorokhovets A., Musaeva T. Importance and problems of territorial branding in Russia. – 587 PP.
Business competition isn't just about products or companies. On the example of developing and promoting companies through branding, cities took the idea of creating their own brand. The purpose of this article is to show the effectiveness of the introduction of territorial branding for the image and economic development of the territory, as well as to identify, based on a comparison of Western and domestic experience, the problems in the formation of territorial branding in Russia for further work and research on this topic.
Key words: Territorial branding, territorial branding problems, urban development, economic development.

Gorshenina A. Analysis of digital publications. – 593 PP.
The article considers the phenomenon of the transition of the printed editions market to a digital environment, identifies the reasons that influenced the need for transformation, and identifies the main types of electronic journals.
Key words: media, magazine, digital publications.

Gutman A. Analysis of interactive internet platforms for teaching engineering disciplines to middle and high school students. – 597 PP.
The article explores interactive Internet platforms that allow children to learn engineering and technical disciplines in an innovative format. Also find positive and negative aspects of each resource are identified and compared directly.
Keyword. Online platform, education, educational materials, interactive resources

Davydkin V. Research and Content Development of the Expert System based on the Alvarado Scale – 601 PP.
Expert systems (ES) appeared as a result of the development of systems with artificial intelligence. Solving problems using logical inference is possible only if the ES knowledge base contains high-quality knowledge about the subject area, then the inference mechanism will contain information on how to use this knowledge effectively. The aim of this study was to assess the Alva-rado scale and create content for an expert system in the complex diagnosis of acute appendicitis.
Key words: Acute appendicitis, Alvarado scale, expert system.

Druzenko V. Methodology of accessible web resources for various users – 606 PP.
The article is devoted to identifying the shortcomings of modern websites. The article substantiates the need to develop a methodology for the formation of accessible web resources for various categories of users. On the basis of the studied shortcomings, recommendations for creating websites are proposed. The article focuses on websites, broad audiences, which take into account the requirements for modern web resources and the capabilities of their left-wing audience. The goal and objectives of future research are outlined.

Key words: web resource, interface, accessibility, adaptability, development requirements, users with disabilities.

Ivanova S. Optical illusions in advertising. – 610 PP.
The article deals with optical illusions in advertising and advertising messages. A study is presented that allows you to find out how people perceive optical illusions. The relevance of this research lies in the fact that optical illusions have begun to appear more often in the field of advertising and there is a need to clarify the nature of illusions for further practical application.
Key words: color, illusion, optical illusions, advertising, perception, design.

Kozlov A., Musaeva T. Technologies of "Smart Home" for adaptation to elderly people. – 615 PP.
The work deals with systems of smart home to meet the needs of the elderly.
Key words: Smart Home, elderly, medicine, internet of things.

Koloskov N. Overview of existing technologies in augmented reality interfaces – 619 PP.
The article is devoted to an overview of existing technologies in augmented reality interfaces. The stages of technology development are considered. A review of existing and promising augmented reality output technologies is carried out. The positive and negative aspects of these technologies are also discussed.
Key words: augmented reality, AR, inference technologies, interfaces.

Koltsov P., Musaeva T. Using the interactive capabilities of Musixmatch service in learning a foreign language – 623 PP.
This article describes how to use the interactive capabilities of Musixmatch service in learning a foreign language. The service provides synchronized lyrics for users and is used as a companion application. The article discusses the capabilities of the service, as well as its integration into other applications.
Key words: Musixmatch, service, lyrics, foreign language, study

Korgov A., Shiyan A. Analysis of automated information systems for search and data collection based on internet resource parsing. – 628 PP.
Due to the ever-increasing volume of information on the Internet, automated data search and systematization systems are becoming more and more popular among various user groups. The emergence of many software products undoubtedly leads to competition, the victory in which is ensured both by the search system itself and the convenience of its use.
Key words: parsing, website, usability.

Kosov P., Pinkhasova Y., Fedorova A. Features of the educational process in master's and postgraduate studies when using distance educational technologies. – 632 PP.
The article discusses the specifics of the educational process in educational institutions using distance learning technologies. There are revealed the common features characteristic of distance education of all types of students and the peculiarities associated with the use of DOT in teaching undergraduates and postgraduates. Some problems are outlined and ways to solve them are proposed. The most popular and currently used in universities LMS and platforms for video conferencing are listed. The Discord video conferencing system is described in more detail by way of illustration. The positive and negative aspects of studying in master's and postgraduate studies using DOT are formulated.
Key words: Distance learning, educational technologies, LMS, university teachers, features of the educational process, videoconferencing platforms.

Kravchenko A. Educational process in the conditions of application of the augmented reality means – 638 PP.
The educational process in educational institutions is constantly developing. To generate interest in the learning process, it is necessary to use various means, including the latest, developing technical communication. The article discusses the idea of obtaining skills using augmented reality.
Key words: Augmented reality (AR), education, technology.

Makhortov S., Fedorova A. On the issue of branding of banking organizations. – 642 PP.
This article is devoted to the study of changes in the modern branding of banking organizations, in conditions of rapidly developing information technologies. The article defines such terms as branding, rebranding, identica. By the example of innovations in the design of Sberbank, the further vector of banking brands development is considered.
Key words: branding, bank, identity, logo, rebranding

Mironov N. Creation of subtractive method for voxelization of polygonal models. – 645 PP.
At this moment in time there are two different methods for creating 3d models – polygonal and voxel-based. Both methods have advantages and disadvantages. Polygonal models are easy to produce and require relatively small amount of memory for storage. Voxel-based models are capable of showing physical properties of the object and easy to use when simulation of physical interactions is required. One of the main way of combining both methods is voxelization of polygonal models. This way models can be created and store as polyogan and transformed into voxel-based when required.
Key words: 3D models, polygonal models, voxel-based models, voxelization

Pak E., Rogozinsky G. The application of Csound for FM-Synthesizer Yamaha TX-81Z modelling and user interface design – 649 PP.
The article focused on the issue of hardware synthesis' systems modelling and sound processing in the case of the Yamaha TX81Z synthesizer which can be used for sound synthesis based on frequency modulation (FM-synthesis). The specialized language Csound is applies for programming modelling. The review of the main FM-synthesizers, description of sound's synthesis devices modelling method, analysis of the results achieved with modelling are provided.
Key words: sound synthesis' systems, modelling, computer music languages, Csound, FM-synthesis

Platonova M. Methods for testing the user interface of a software product. – 654 PP.
An important aspect in determining the quality of software performance is its usability. There are many methods for assessing the effectiveness and usability of a software product interface. This article discusses some of these methods, its advantages and disadvantages, and the conditions under which it is best used to get the best test results.
Key words: user interface, usability testing, testing methods.

Platonova M. Comparative analysis of systems of dynamic geometry. – 659 PP.
The study of descriptive geometry is an integral part of the training of specialists in various fields. This article discusses software products that are most often used as tools for solving geometric modeling problems, its functionality, advantages and disadvantages.
Key words: descriptive geometry, geometric modeling, dynamical systems, Simplex, GeoGebra, AutoCAD.

Pogadaeva O. SEO and design: features of promotion through design – 664 PP.
Search engines play an important role in promotion. Search engine optimization techniques, often abbreviated to "SEO," should lead to top positions in search results. The article contains the most important factors that can help improve the positioning in search results. The purpose of the article is to determine if the search engine optimization of the website will increase in search results and, accordingly, if the increase leads to traffic.
Key words: SEO promotion, web design, website, online clients, visual communication.

Polenichkina E. Modern Principles of Using Animation in Interface Development. – 669 PP.
This article discusses such concepts as UI and UX animation, reveals the modern principles of animation, identifies the main functions that animation performs in the user interface, reveals the important role of animation in interface design and justifies the need for its use.
Keywords: UX animation, UI animation, user interface, user experience.

Puzanov I. Investigation of the user's interaction with the device on the example of designing fluid interface. – 673 PP.
The article discusses the evolution of the interface for mobile devices. Issues related to the design of new interfaces are considered. This article provides an overview of the fundamental concepts of developing flexible interfaces using the iPhone x example. The concepts of designing flexible interfaces based on user needs are identified.
Key words: Apple, iPhone, fluid interface, designing

Rogozinsky G., Kuzmina D. Models of control of sound synthesis systems. – 677 PP.
One of the most important hardware sound synthesizers that determined the further development of electronic dance music at the turn of the 80s and 90s of the twentieth century was Roland TB303. To investigate the hypothesis about the importance of the control features of this synthesizer, the authors present several corresponding models.
Key words: modeling, computer music systems, roland tb303, control

Rozhdestvenskiy D. Analysis of musical applications for learning playing on different instruments. – 682 PP.
The article explores musical applications for learning to play various instruments. A brief description of the educational processes provided by the applications is given. The positive and negative aspects of training when using these applications are considered.
Keywords. Application, musical instrument, musical composition, training.

Sviridov A., Rogozinsky V Investigating Qt Frameworks for Sound Synthesizer Interface Design Problems. – 686 PP.
Application user interaction design is gaining popularity in software development companies because the end product has a goal-oriented approach to performing user tasks and an intuitive interface for quickly understanding the tool. The appearance of programs with preliminary design of interactions gives the user an understanding of how the product works and an intuitive principle of obtaining a solution to his problem.
Key words: Interactive interfaces, IDE, music programming languages, UX design.

Sergiyenko S. Problems Of Perception Of Modern Interfaces By Different Categories Of Users. – 690 PP.
The article is devoted to the problems of perception of interfaces by various categories of users, in particular by the older age group. In the course of observations, the main shortcomings of modern interfaces are revealed, a user research is carried out on the example of three online stores and a comparison of their functionality. A summary table of the advantages and disadvantages of a particular service is provided, depending on the expectations and difficulties encountered by the respondents during the study.
Key words: disadvantages of interfaces, UX for the older generation, user research, problems of perception of interfaces

Skorobogatov K., Gromov V. Basic program interface components selection for storage and sharing of electronic scientific materials. – 695 PP.
The article is devoted to the choice of basic technologies for the server part of the program interface. It contains comparison of Django and Flask Python frameworks and analysis of database management systems: MySQL, MariaDB and PostgreSQL.
Key words: software interface, server, Python, framework, DBMS

Truntyagin I. Gamification in Education: Development of a Learning Model Based on DOTA Ideology– 700 PP.
This article focuses on an innovation in teaching, which is a learning model based on the ideas and principles of the Dota game. This game, built on the idea of defending a fortress, is of great interest to various user groups. Dota provides learning opportunities that can be applied to the learning model you are developing. The algorithm described in the learning model gives students the opportunity to

develop critical thinking, organize competition, participate in teamwork, and feel the competitive spirit between teams. The research conducted in this article is based on the ADDIE (Analysis-Design-Development-Implementation-Assessment) model.
Key words: Gamification, learning model, design, game learning, motivation

Uktainets Y. Features of organization of client-server interaction for persons with disabilities – 705 PP.
In the twenty-first century, it is impossible to deny that digital technology is evolving very quickly. They have become an integral part of human life. Modern people willingly take advantage of the opportunities that the Internet space provides them. Currently, a person can easily solve not only work, but also everyday tasks with the help of innovative technologies in the IT sphere. For example, he can buy clothes in an online store or order food using a mobile application. These simple actions undoubtedly make our lives easier, but the question "can everyone equally enjoy the opportunities this market offers us?" remains open.
Key words: Design system, disabilities, user behavior patterns, web technologies, assistive technologies..

Ushanov I., Research of the implementation of interactive virtual reality user interaction in the educational process. – 710 PP.
The article will consider approaches to the development of educational methods of adaptive learning, providing a subject immersion in the disciplines of the natural science cycle, taking into account the characteristics of individual subjects. With the use of virtual reality technologies, based on the application of educational methods with a game component and direct interaction between users in a virtual environment.
Key words: hardware and software complex, adaptive learning, virtual reality technologies, subject immersion, educational methodology, level of immersion in the discipline, prototype, software, guidelines

Chernomyrdin V. Analysis of methodologies for developing it projects and developing an agile-concept for a beginning team of software developers – 715 PP.
IT project management implies a large number of different methodologies and concepts. For a beginner team, existing methodologies can seem complex and confusing. The most popular "flexible" methodologies for developing IT projects are considered, a comparative analysis with other methodologies is carried out, options for integrating elements of several approaches into one methodology are proposed, which is relevant for a small, novice software development team.
Key words: development, project management, agile, novice developers, methodologies.

Chernomyrdin V. Analysis of feedback platforms between citizens and authorities within the framework of the national digital economy project – 720 PP.
The issue of feedback between the authorities and ordinary citizens has always been quite acute. In addition to the obvious things in the form of letters describing problems from citizens, new ways and methods of communication are constantly being introduced. One of these projects is the Digital Economy, which has implemented a number of tools designed to help the authorities collect feedback from citizens, thus drawing attention to the really important issues. At the same time, feedback is collected not only on problems, but also on suggestions, albeit with slightly different tools.
Key words: state, citizens, feedback, platforms, development.

Shishov E.A. Features of motion-design development and technical features of animation graphics – 724 PP.
The article explores the interaction of design and technology that forms animated graphics. With the development of computer technology, animation design (or motion-design) has received a huge arsenal of tools that have opened up new horizons for designers for creativity, and has also become an integral part of many information systems. Since the generally accepted definition of animated graphics is still an open question, this article attempts to address this problem from a technical and historical perspective.
Key words: motion design, motion graphics, graphic design, digital space.

3.3 Intelligent Technologies in Automation and Digital Control Systems

Baev V.D. Development of personnel condition monitoring system.. – 730 PP.
During the completion of the thesis, a system for remote monitoring of personnel condition was developed.Various analogs of the device under development that already exist on the market at the moment are considered, and actual problems in the operation of these devices are identified. To automate the process of diagnostics and theropy, it was decided to develop a system called ITmed.
Key words: Bracelet, The System, The Patient, The Sensor, Function.

Vaganov A., Seregin S. Modern ICS Power Supply Design. – 734 PP.
This paper is directed towards the questions of power supply design in modern ICS production facilities. A review of existing PSUs was given along with a structure that complies with the primary requirements for them. Specifics for building a PSU with a new method were also given. Some practical recommendations were given for building primary and secondary PS devices for ICS, connecting them into blocks and placing them inside the systems in a way that would allow for increased reliability and decreased influence of the noise on other ICS systems.
Keywords: PSU, ICS, automation, power supply, power allocation.

Davletshina E. Object model of the participant's electronic portfolio for the unified cyber environment of post-industrial society. – 739 PP.
The article presents the results of research and development of an object model of an electronic portfolio (e-portfolio) of a participant in the cyber environment of Industry 4.0. The e-portfolio is used to accumulate information about the achievements of a cyber user throughout his professional career and to form an electronic reputation (e-reputation). The e-portfolio will provide the transfer of information about the user according to a given template to various organizations by "pressing one button", as well as automatic calculation of ratings.
Key words: cyber-physical environment, cyberspace, Industry 4.0, e-portfolio, e-reputation, automation, virtual enterprise, calculation of ratings.

Deshin V. Analysis and development of the Smart Home system». – 744 PP.
Modern development of communication networks is rapidly capturing platforms that solve various practical problems. The Smart home system is based on wireless data transmission technologies. Usually, the "Smart home" system is considered to be the integration of systems into a single intelligent management system. Its main purpose is to automate operations for managing various engineering systems in the house. ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth can be used to build a smart home. Considering the great success in the field of creating neural systems, the introduction of neural networks in smart home systems can be considered as the next stage in the development of Smart home system»
Key words: analysis, control systems, wireless networks, neural networks, automation, development

Ivanov A., Vaganov A. Features of building a modern signal preprocessing system. – 749 PP.
The article discusses issues related to the construction of a modern system for preprocessing signals from measuring transducers (sensors) in various systems. The necessity of preliminary signal normalization for its subsequent processing is explained. The choice of a modern element base for the development of a system in the form of discrete-analog dynamically programmable electronic circuits has been substantiated. Recommendations for the use of the mathematical apparatus and the study of models were formulated. An example of implementation of a fragment of a signal preprocessing system in a specialized graphical programming environment with its subsequent modeling is given.
Key words: discreate analog, digital microcircuits, signals, processing.

Karelkin N., Volynkin P. Methods of formation frequency portraits. – 755 PP.
Each person is characterized by a unique set of features of speech behavior, which can be used for identification. Methods of such analysis can be divided into two large groups – expert and formal. By means of mathematical methods and algorithms it is possible to form a so-called frequency portrait of the author of the text. From the point of view of the presentation logic, the algorithm of frequency analysis methods is based mainly on the auto-examination, a mathematical model of the sequence of letters of the text is used. The article considers the prerequisites for creating an algorithm for determining the authorship of the text, as well as identifying the non-belonging of the text to a particular author.
Key words: frequency portrait, chart, frequency of letters, frequency bigrams, statistical analysis, lingvoanalyzer.

Kupcov A. Research and development of models for interactive visualization of the functioning of genetic algorithms. – 761 PP.
Graphical interface is an essential component of modern programs that adds interactivity and decreases the entry threshold for new users. Visualization of internal processes is a major player in solving multiple challenges, such as data analyzing. Graphical interface is more easy-to-read than a dry stream of numbers.
Key words: optimization, genetic algorithms, traveling salesman problem, evolutionary algorithms.

Kucherevskiy K., Aduevskiy A., Savin M., Soloviev D. Artificial neural networks in the detection of low-intensity denial-of-service attacks on an information system – 766 PP.
This article discusses modern network threats and DoS and DDoS attacks. The most common network threat at the moment is a low intensity DDoS attack. To predict and detect these attacks, security systems using artificial neural networks (ANNs) are used. This method is the most effective, since ANNs are able to learn in the process of work in real time.
Keyword: Attack detection, DoS attack, DDoS attack, low intensity DDoS attack, artificial neural network

Martynov D., Rogachev V. Mathematical model of the image transfer function in the aquatic environment – 771 PP.
The characteristics of the image when observing a Secchi disk in an aquatic environment by a television system are considered. It is shown that the clarity of the resulting image decreases almost linearly depending on the observation range. The general tendency of decreasing the brightness of image parts using the observation range is shown.
Key words: aquatic television surveillance, Secchi disc, image clarity.

Novozhilov I., Romanov V. Overview of identity management system «Gigya». – 777 PP.
Relevance of identity and access management systems for modern web-applications is justified. This article provides overview of identity management system «Gigya» which is part of Customer Data Cloud solution provided by SAP company. Main features are presented and practical guidance given.
Key words: web-applications security, identity and access management, personal data, authentication, authorization.

Popova M. Object model of the subject domain for the system of continuous monitoring of the level of studying of learning materials by students. – 780 PP.
The results of constructing an object model of the system. Dependencies of entities are considered, as well as their necessity for describing the educational process in higher educational institutions. To describe it, the concepts of competence, ZUN, indicator, KIM and others are used. The resulting model will be used for further development of the system. For model systems have been described and built a model of competence and a model student.
Key words: object model, continuous monitoring, competence, knowledge, abilities, skills, educational process.

Savin M., Kucherevsky K., Aduevsky A., Solovev D. Smart Security Audit. – 785 PP.
The article deals with issues related to the provision of automated audit of information systems using neural networks. The review and definition of neural networks and information security audit are given. The General scheme of the neural network and the structure of the automated expert audit system are presented. Separate provisions of the method intended for constructing such systems are indicated.
Keywords: IZ, NS, automation, IP audit

Fyodorov N. Unified architecture of unmanned underwater vehicle control system. – 791 PP.
Unmanned underwater remotely controlled vehicles are a promising type of technology capable of performing a wide range of underwater operations in automatic and semi-automatic modes. The advantages of autonomous underwater vehicles are their low cost, high versatility and no risk to operators. This type of technology can be used for the tasks of searching and tracking underwater objects, as well as performing various manipulations with them. Ensuring stable control of an underwater vehicle requires the involvement of complex mathematical algorithms and various technical solutions. The article discusses the problems of creating an architecture for the control system of an underwater remote-controlled vehicle, and also proposes a hierarchical architecture of such a system, which ensures the independence of modules that implement algorithms for data processing and control of various actuators.
Key words: underwater unmanned remote-controlled vehicles, stabilization, architecture of control systems.

Hvostov M. Methods and algorithms for constructing and optimizing a route with sufficient accuracy. 795 – PP.
One of the most important tasks of managing objects operating in an autonomous mode in two-dimensional or three-dimensional dimensions with minimal operator involvement is the construction of an optimal route of movement with sufficient accuracy, for example, in difficult terrain conditions. The solution to this problem requires a grid approximation of the space in which the control object operates, transformation of the grid into a graph, and finding the optimal path on this graph. The article presents the results of the analysis of methods for constructing a graph to determine the optimal path taking into account several factors. Grids with a uniform, random distribution of vertices, a distribution of vertices during triangulation, mapping of grids to a graph and algorithms for finding the optimal path on the resulting graphs are considered.
Key words: path finding, algorithms, graphs.

Shabanov A. Research of the problem of formation of the digital ecosystem of higher education. – 799 PP.
The article presents the results of research on the problem of forming a unified digital ecosystem of higher education and the formation of a unified academic cyberspace on its basis. It is shown that the formation of an ecosystem requires a single academic cyber environment, which will become its basis.
Key words: digital ecosystem, unified academic cyber environment, cyberspace, higher education.

4. Scientific Direction «Theoretical Foundations of Radio Electronics and Communication»

4.1. Microwave Technology: Materials, Components, Devices

Bocharov E., Podolskaya M., Sedyshev E. Synthesis of microwave amplifier using power division circuits. – 803 PP.

Low noise microwave amplifier in many radio engineering systems is the main device. The development of low noise amplifiers is a difficult engineering task. We offer the construction of strip amplifiers, with several active elements, included in the circuit using various bridge devices. The work presents models of amplifiers.

Key words: very high frequency, directional coupler, ring adder, microstrip line, amplifier, intensifying diode.

Vaschenko S., Sedishev E. Investigation of the Slot Spiral Structure in microwave range. – 806 PP.

This paper presents the results of studying slotted planar spiral structures with different geometries. The simulations of the equivalent models of slotted spirals were made, the results of measurements of the layouts were presented with subsequent comparison.

Key words: Spiral antenna, Archimedean spiral, Stripline Slot antenna, Slot Archimedean spiral, Spiral Slot antenna.

Zorikov A., Nikitin Y. Simulation of direct-frequency synthesizer in nanosecond range. – 810 PP.

A frequency synthesizer is a device that receives one frequency in a given range and with a given step (interval between adjacent frequencies), made in the form of a structurally independent device. Synthesizers are used wherever accurate or programmed setting of the operating frequency is required, continuity when changing frequencies, as well as precise and flexible control of the output oscillation, for example, in the formation of information signals or automatic measurements.

Because of the fact that the direct-frequency digital synthesizer is performed on circuits with exclusively digital elements, then for the synthesis of microwave oscillations it is required to use the fastest logic.

Key words: frequency synthesizer, passive digital synthesis, cumulating adder, nanosecond range

Katkova T., Sedyshev E., Sokovykh R. Equivalent circuit synthesis planar ring elliptical resonator. – 815 PP.

The work is devoted to the study of microwave ring resonators on planar transmission lines. The paper investigates the influence of the line type on the parameters of an elliptic ring resonator. Ring resonators are compared on a symmetrical and asymmetrical transmission line, linear parameters are estimated, including losses. Mathematical modeling was performed, models were made, an experiment was carried out.

Key words: micro-strip line, symmetrical line, ring resonator, resonance frequency.

Landa A., Larkov E. Distortion Suppression in Double Feedback System. – 819 PP.

A new method of linearization of a nonlinear amplifier was experimentally researched (linearization by double feedback). Linearization is achieved through the combination of two feedback rings (one negative feedback ring, the other positive feedback ring), which includes an auxiliary amplifier. In the course of the study, a new technique for evaluating noise suppression by a linearization device was experimentally tested.

Key words: microwave nonlinear amplifier linearization, double feedback, noise suppression

Landa A., Mugu L. Adjustable frequency separator on ferrospinel substrate – 823 PP.
In this paper, an attempt was made to investigate the possibility of creating a tunable filter on a ferrospinel. In microwave electronics, there is a need for tunable filters, and the creation of filters on a ferrite substrate controlled by a magnetic field could help solve this problem.
Key words: Microwave, resonator, microwave filters, ferrite substrate, ferrospinel.

Nikitin Y., Tsygankov G. Schemical simulation of phase detectors of various types. – 826 PP.
The characteristics of pulse-phase detectors, built on the basis of such elements as: RS-flip-flop, PPD with a charge pumping circuit are considered, a phase detector circuit based on a four-bit reverse counter and a digital comparator is proposed. The operation of a pulse-phase-locked loop (PLL) using a counter-based detector and a D-flip-flop detector is considered.
Key words: PLL, frequency spectrum, phase detector, automatic frequency control

Rozhkov A., Sedyshev E. Conformal microwave emitter in the form of a logarithmic spiral with a screen. – 832 PP.
In this paper, we consider a planar logarithmic spiral, namely the "golden" spiral in microstrip design. The result of computer simulation of the proposed structure is presented, as well as the result of an experiment with a model.
Key words: spiral antennas, microstrip antennas, resonant structures, logarithmic spiral, Golden spiral, Fibonacci spiral.

Sinichkin A., Nikitin Y., Schematic simulation of the deceleration of a nanosecond device. – 836 PP.
The article is devoted to circuit simulation of a controlled delay device based on real electronic components. The construction of a modified finite automaton (MCA) with controlled delay device is performed in the Mirco-cap 11 software package. The finite automaton model is built on the basis of a frequency divider with a fractional-variable division ratio and an accumulating adder for controlling the controlled delay device.
Key words: divider with fractionally variable division coefficient, controlled delay device, Mirco-cap 11, sawtooth generator**.**

Tsygankov G., Nikitin Y. Simulation a PLL with nonlinearity – 840 PP.
The model of a multiplying ring for a pulse-phase-locked loop (PLL) in a MicroCap12 environment is considered. The analysis uses a non-linear model of a tunable generator with a user-defined control characteristic. Circuits with charge pumping based on D-flip-flops and a reversible counter are considered as pulse-phase detectors, a divider with a fractional variable division ratio is implemented on the principle of a first-order delta-sigma modulator. Transient processes in the ring are considered, as well as the spectrum of the output oscillation in the steady state (stationary) mode.
Key words: *PLL, frequency spectrum, phase detector, automatic frequency control*

5. Scientific Direction «Digital Transformation, Innovation, Business»

5.1. Digital Transformation, Innovation, Business

Aleksandrov M., Makarov V. Digital economy and digital transformation in business – 846 PP.
The article deals with the essence and definitions of the digital economy and digital transformation in business, affecting the priority business processes of the organization. The relationship between digital transformation and the digital economy is analyzed. Particular attention during the transformation is paid to the synergy of the telecommunications industry and the oil industry. Both of these industries, having a modern technological base, are two drivers of the economy, so this example is the most illustrative and, at the same time, the simplest.
Key words: Digital transformation, digital economy, digital transformation in business

Degtiarewa A. Using Big Data technologies to minimize customer churn of a cellular operator. – 852 PP.
For telecommunications companies, increasing loyalty and customer retention are priority areas of activity, as competition is high and subscribers easily move from one telecom operator to another. The article is devoted to the problem of early identification of customers most prone to churn, based on the patterns obtained as a result of the analysis of accumulated customer data. The stages of solving the problem of data analysis are described.
Key words: customer churn, mobile operator, big data, data analysis.

Elagin V., Pinkovskaja S. Problems of implementing business intelligence systems in companies. – 856 PP.
Business intelligence systems are being to optimize and visualize the collection and processing of the necessary data in real time with a simple and convenient interface. One of the main advantages of these systems is to provide information in accordance with the relevance of the request in the form of applications and standard analytical reports with the obligatory possibility of their detailing. These information systems help to identify patterns in a timely manner, monitor the achievement of set goals, simulate development scenarios and help choose the best solutions.
The main goal of the work is to consider the main problems of introducing business intelligence systems in a company, related to setting goals and objectives for the system, with the quality and completeness of data, problems with the methodology for assessing the company's performance.
Key words: Information systems, business analytics, implementation, optimization, information, data**.**

Zolotukhin K., Skorniakova E. Improvement data exchange process of verification measurement instruments within digital transformation of metrology. – 861 PP.
The article Considers the prerequisites for digital transformation of Metrology. The process of transmitting data on verification of measuring instruments to the FGIS "Arshin" at the enterprise under consideration. Measures for improving of this process have been identified.
Key words: Digital transformation, verification, measuring instrument, FGIS «Arshin».

Kuznetsov Y. Digital transformation of business in the pandemic period – 866 PP.
Digital business transformation is a process that has been going on for quite some time. However, the Covid-19 pandemic has greatly accelerated the transition of businesses to digital solutions. In the current reality, companies have to adapt and engage in transformation or to be in a state of downtime.
Key words: Digital business transformation, pandemic, apps, digital products.

Morozov D. Automation of the information resources management processes of the university structural unit. – 869 PP.

The volume of information resources of the structural divisions of the university is increasing every year. Despite the obvious progressiveness of automation and increased attention to it, the introduction of automated systems is proceeding at a slow pace. This article discusses the difficulties of introducing an automated system, possible solutions and analyzes the most profitable solution for further implementation.

Key words: Automated system, process, management, solutions, development, boxed software, SaaS.

Morokina G. Teaching Experience of Using Information And Educational Electronic Technologies. – 874 PP.

This article considers the experience of teaching with using distance technologies at a technical University. The paper is concerned to capability of creating on-line training classes and remote access training. A common overview of the application of schemes is given for the organization of educational space for technical specialties.

Key words: Online, social networks, methodological support, quality of training, consultations, mobility.

Nikanova T., Smirnova E. Digital culture as a method for forming professional mobility. – 878 PP.

The article displays the key points reflecting the concept of digital culture and pedagogical mobility, as well as the historical prerequisites for the formation of digital culture. Digital culture can be considered a way of forming pedagogical mobility, and social networks are a tool for organizing the educational process.

Key words: Digital culture, pedagogical mobility, learning process, society, virtual communication, community.

Sokolenko A. Digital transformation in the security business. – 883 PP.

The instability and dynamism of the external environment put forward new requirements for modern enterprises. Changes in the internal and external situational variables of the enterprise lead to a violation of its equilibrium, which provokes a decrease in efficiency. The flexibility and adaptability of an enterprise are among the main factors in increasing its economic sustainability.

Key words*:* digital transformation, business process optimization, information technology, innovation, business ecosystem

6. Scientific Direction «Humanitarian and Environmental Problems of Information Space»

6.1 Advertising and Public Relations in a Digital Society

Vazhenin.V. Censorship in video games. – 887 PP.
Video games are becoming a part of modern creativity. But, like any other type of creativity, they can be censored. The reasons and examples of censorship in video games can range from drugs to violence.
Key words: censorship, video game.

Dolgopolova K., Goals and ways of promoting business in social networks. – 890 PP.
Annotation: the article is devoted to the goals and forms of business promotion in social networks, among the goals is the direct sale of goods and services, as well as brand communication with users to increase the awareness of the company, its products and services.
Key words: social networks, promotion in social networks, business, purpose of promotion, role of social networks, audience of social networks.

Kobelev E. Specifics of organizing concerts during the period of restrictions related to the COVID-19 – 895 PP.
The sphere of mass events, in particular, the organization of concerts, was among the most vulnerable in connection with the COVID-19 pandemic. The article discusses ways to adapt the concert industry to the restrictions imposed by the government of St. Petersburg.
Keywords: mass events, concert organization, restrictions, COVID-19.

Nisckevich S. Participation of celebrities in PR-campaigns of various brands. – 901 PP.
There is a tendency in society to decrease trust in the information stated in the advertisement. Because of this, brands are looking for new ways to grab audience attention. One of these is the celebrity-marketing method, which involves the involvement of well-known people in a PR-campaign. The article examines the features of this PR technology and its different aspects, and also concludes that the choice of a star can both positively and negatively affect the brand image.
Key words: celebrity-marketing, brand ambassador, testimonial, the brand.

6.2 Regional Studies in the Digital Age

Kalimanova P. Informatization of museums in modern Europe: features and trends. – 905 PP.
In addition to their main role, which is to preserve and transfer collections, modern museums should surprise the public and encourage them to visit, fulfilling their main role – serving society. The article is devoted to an overview of museums in modern Europe, namely, how European museums are changing today with the help of Informatization. The article discusses the ways of Informatization of the Museum space, which are used by European museums for their harmonious existence with the world of modern technologies of the XXI century.
Key words: museum, modern Museum, virtual Museum, interactive, multimedia, information technologies, digital technologies, Informatization, modernization, exhibition, collection.

Lvova O. The procedure for nominating candidates for president of the united states (on the example of the 2020 campaign). – 909 PP.
The article examines the procedure for nominating candidates for President of the United States of America, the requirements for presidential candidates, analyzes the features of holding primary

elections and Caucuses throughout the state in 2020 due to the current situation in the world, as well as the features of holding final conventions for selecting presidential candidates and provides their announcement.
Key words: elections, democracy, electoral law, USA, primary, caucuses

Osipova K.,Yakovlev O.- Us presidential election mechanism. – 914 PP.
The article examines the mechanism of the US presidential elections. The purpose of the study is to comprehensively analyze the mechanism of functioning of this system. Presidential elections in the United States are one of the oldest traditions in the modern world. The relevance of the topic is due to the fact that with the growing influence of the United States to the presidential elections, special attention of the world society is riveted.
Key words: president, USA, electoral system, voting, elections.

Rudenko Y. Political digest of US's president 2016 - 2020 – 919 PP.
This article examines the results of the US leader Donald Trump's presidency. It is a question of changes in the field of economics, the course of foreign and domestic policy, the president's successes and failures. The article will attempt to answer the question: did Trump succeed in translating the campaign slogan "Make America Great Again" into reality.
Key words: Donald Trump, Foreign and Domestic Policy, USA.

Siapponi Y. The paradoxes of the U.S. presidential election. – 923 PP.
On July 4, 2020, the United States of America turned 244. On September 17, 1787, 11 years after their founding, the post of President of the United States of America appeared. The candidate is elected through indirect (two-stage) elections. The article will examine the paradoxes of these elections, related to the victory of candidates who received fewer votes than their opponents.
Key words: elections, voters, electors, paradoxes

Skalatskiy V. The age of mass protests: understanding the growing global trend. – 926 PP.
The crises of the early twenty-first century shook both democracies and non-democracies, leading to large-scale "occupation" movements and uprisings. 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, protest movements, civil society

Khomenko E. Problems and prospects of interlibrary loan as a phenomenon in modern europe. – 931 PP.
Libraries share information with each other, through interlibrary loan services, so that their library users can access more of the world of information than is available in any one library. In this article a brief and general background for interlibrary loan in libraries is given. Explains the external and internal factors influencing the challenges and benefits of international interlibrary loan. Some practices, trends and new solutions for library resource sharing are reviewed.
Key words: interlibrary loan, library science, librarianship, Europe, library, international cooperation

Yuzhakov M. The phenomenon of the Golden Age of Australian Radio. – 936 PP.
The development of radio in Australia has had a significant impact on the culture of the country and several other states. The development of radio has also had a significant impact on Australian science and technology.
Key words: radio, Australia, golden age of radio, development of science and technology.

6.3 Ecology of Information Space Formation

Perevyshko A. Problems of formation and functioning of recreational areas in Kudrovo – 941 PP.
The article raises important issues that most affect the ecology of cities, as well as being the subject of discussion and study in several subject areas. The definition of recreational zones is given and the main problems of their creation and use are considered on the example of such a rapidly developing and dynamic settlement as the city of Kudrovo in the Leningrad region. Contradictions between legislative acts and the actual state of Affairs are indicated. Recommendations are given for further work in the field of this issue.
Key words: Ecology of the city, recreation area, green areas of common use, park

Fedorov A. Use of atomic emission spectrometry for the determination of metals in solutions formed during the processing of electronic waste. – 946 PP.
The paper considers the processing of electronic waste based on hydrometallurgical methods. The most significant areas of development and improvement of these methods and technologies for processing electronic waste are identified. The possibility of using the reagent ultrafiltration method, which allows extracting non-ferrous metal ions from dilute solutions, is shown. The method of atomic emission spectrometry for the determination of metals in solutions is considered.
Keywords: hydrometallurgical methods of electronic waste processing, reagent ultrafiltration method, atomic emission spectrometry method.

Fedorov Y. Radiological control as part of environmental monitoring on the example of a facility in the Leningrad region. – 951 PP.
The paper presents information about radiological control. Data of radiation monitoring of soils of the object under construction in the Leningrad region are presented and analyzed.
***Keywords**. Radiation control, environmental monitoring.*

Shirokov M. Regulation of electromagnetic fields in Russia and abroad – 955 PP.
The impact of electromagnetic radiation on the human body began to be studied back in the middle of the 20th century, while only by the beginning of the 60s and 70s of the 20th century, a sufficient amount of material had accumulated, allowing to declare that the effect of electromagnetic fields on the human body is harmful to health human factor that needs to be normalized. The article presents a brief comparison of domestic and foreign rationing for this factor.
Key words: Electromagnetic fields, electromagnetic safety, regulation.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ДОКЛАДОВ

АДУЕВСКИЙ Александр Михайлович	студент группы ИСТ-951м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича Sashabommm341@gmail.com
АЛЕКСАНДРОВ Михаил Александрович	студент группы БИ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, aleksandrov_mihail@list.ru
АНИКИЕВА Анастасия Валерьевна	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nastya97397@gmail.com
АНИСИМОВ Даниил Густавович	студент группы ИКТИ-05м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, anisimovdd@outlook.com
АНТОНЕНКО Анастасия Дмитриевна	студент группы ИКТИ-05м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, glutton02@gmail.com
АЙЕД Хумэйд Мансур Мурад	аспирант кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, humaidayedh@gmail.com
АНДРЕЕВА Елена Ивановна	кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФиЛС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, andreevaelenafils@gmail.com
АПТРИЕВА Елизавета Алексеевна	студент группы ИКТС-03м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича Elizaveta.aptrieva@yandex.ru ,
АРХИПОВА Мария Максимовна	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, m.m.arkhipova@yandex.ru

АФАНАСЬЕВА
Виктория Игоревна
студент группы 4841 Санкт-Петербургского государственного университета авиационного приборостроения, victoria_afanaseva@mail.ru

АХМЕТШИНА
Милена Энверовна
студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, akhmet-mil@mail.ru

АХРАМЕЕВА
Ксения Андреевна
кандидат технических наук, доцент кафедры защищенных систем связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича, wyzzus@gmail.com

БАБАЕВА
Алла Васильевна
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, beljaeva-a@list.ru

БАДИН
Алексей Дмитриевич
студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, badin_al@mail.ru

БАЕВ
Вадим Дмитриевич
студент группы ИСТ-041м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
barv.vadim@mail.ru

БАРАНОВ
Артем Андреевич
студент группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
baranov.artyom97@gmail.com

БЕРЕЗИН
Владимир Алексеевич
студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Bereziin@yandex.ru

БЕРЕЗИНА
Елизавета Олеговна
студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, berezina.eo@yandex.ru

БОЙКО
Игорь Андреевич
студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, iboyko7991@mail.ru

БОНДАРЕНКО
Игорь Борисович
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
igorlitmo@rambler.ru

БОЧАРОВ Евгений Иванович	кандидат технических наук, доцент кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, bocharov.ekp@gmail.com
БУКШИН Иван Дмитриевич	студент группы ИКТЗ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, trace.bn@yandex.ru
БУЛДАКОВ Александр Владиславович	студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alexbyldakov@gmail.com
БЫКОВ Александр Владимирович	студент группы ИКМ-92з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, by.alexandr.v@mail.ru
БЫЛИНА Мария Сергеевна	кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, BylinaMaria@mail.ru
БЫЧКОВ Алексей Викторович	студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, marcobychkov@gmail.com
ВАГАНОВ Александр Валерьевич	старший преподаватель кафедры АПС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sut-ispiu@mail.ru
ВАЖЕНИН Валерий Валерьевич	студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им.проф. М.А. Бонч-Бруевича, valera.vazhenin-1997@yandex.ru
ВАЛИЕВА Кристина Альбертовна	студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А.Бонч-Бруевича, kristinavalieva@icloud.com
ВАСЮТКИН Артем Васильевич	студент группы ИКТМ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, artemcoman98@mail.ru
ВАЩЕНКО Святослав Дмитриевич	студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mr.vashenko97@gmail.com

ВДОВЕНКОВ Егор Андреевич	студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, egorvdov.666@gmail.com
ВИТКОВА Лидия Андреевна	старший преподаватель кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича; научный сотрудник лаборатории проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра РАН (СПб ФИЦ РАН), vitkova@comsec.spb.ru
ВЛАДЫКИН Максим Валерьевич	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, vladykinmv@gmail.com
ВЛАСОВ Дмитрий Владимирович	студент группы ИКТМ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича dimavlasow1998@gmail.com
ВЛАСОВА Виктория Алексеевна	студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vviktoire@bk.ru
ВОЛКОВ Артем Николаевич	аспирант 2 курса Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, artemanv.work@gmail.com
ВОЛОШИНОВ Денис Вячеславович	заведующий кафедрой информатики и компьютерного дизайна, доктор технических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевич, denis.voloshinov@ya.ru
ВОЛЫНКИН Павел Александрович	кандидат технических наук, доцент кафедры АПС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
ВОРОБКОВ Владислав Дмитриевич	студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича voro.vladik@yandex.ru
ГЛОТОВА Елизавета Вячеславовна	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, liza.glotova21@mail.ru

ГОЙХМАН Вадим Юрьевич	кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
ГОНЧАРЕНКО Евгений Игоревич	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, evgenij.goncharenko.98@mail.ru
ГОРБАЧЕВА Любовь Сергеевна	аспирант кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 777gls@mail.ru
ГОРБУНОВ Дмитрий Викторович	студент группы ИКМ-83з Санкт-Петербургского Государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, gorbunov1996dima@mail.ru,
ГОРДЕЙКО Анна Владимировна	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mysunsettime@gmail.com
ГОРОХОВЕЦ Анастасия Викторовна	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, AnastasiyaGorokhovets@gmail.com
ГОРШЕНИНА Александра Никитична	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gorshenina@bonch.dev
ГРИГОРЬЕВ Сергей Алексеевич	студент группы РТ-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, serg19981008@gmail.com
ГРИШИН Никита Александрович	студент группы ИКТЗ-01м , Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, smerh-8@yandex.ru
ГРОМОВ Владислав Витальевич	кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gromov_vladislav@hotmail.com
ГУБИН Александр Николаевич	кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, gan50_60@mail.ru

ГУЗЕВА
Евгения Дмитриевна
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, jain.g@inbox.ru

ГУЛЬТЯЕВА
Людмила Александровна
студент группы ИКТО-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, lyudmila150@gmail.com

ГУНИНА
Елена Викторовна
кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, e.v.gunina@yandex.ru

ГУРБАТОВ
Глеб Олегович
студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 12345678987654321geb@mail.com

ГУТМАН
Анастасия Романовна
студент группы ИСТ-032м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, a.gutman14@gmail.com

ДАВЛЕТШИНА
Элеонора Ринатовна
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, eleonora.davletshina@mail.ru

ДАВЫДКИН
Владислав Васильевич
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, swawy@outlook.com

ДЕГТЯРЕВА
Анастасия Владимировна
студент группы БИМ-91з, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, degtiarewa.nastya@yandex.ru

ДЕДОВСКИЙ
Денис Николаевич
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ddedovskiy@gmail.com

ДЕРЕВЯНКО Владимир
Сергеевич
студент группы ИКТЗ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича vladimirderevyanko@bk.ru

ДЁШИН
Владимир Александрович
студент группы УСМ-81з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vusjara@yandex.ru

ДИОРДИЦА
Вячеслав Николаевич
студент группы ИКТБ-98м Санкт-Петербургского государственного университета им. Проф. М. А. Бонч-Бруевича, dior.slavik@gmail.com

ДОЛГОПОЛОВА
Карина Александровна
студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dolgopolova.kira@gmail.com

ДОЦЕНКО
Сергей Эдуардович
инженер кафедры фотоники и линий связи (ФиЛС) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 0472895@gmail.com

ДРОЗДОВ
Егор Александрович
студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций, borisolegovich1964@gmail.com

ДРУЗЕНКО
Виктория
Валерьевна
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, druzenko.98@mail.ru

ДУДКИН
Валентин Иванович
доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры фотоники и линий связи, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vidoodkin@mail.ru

ЕЛАГИН
Василий Сергеевич
кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, e-mail: elagin.vas@gmail.com ,

ЕЛАГИН
Владимир Сергеевич
студент группы БИМ-81з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, voldemar280596@gmail.com

ЕРМОЛЕНКО
Даниил Владимирович
студент группы ИКТИ-05м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, daniil-ermolenko@mail.ru

ЕРШОВ
Илья Сергеевич
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Бонч-Бруевича, il.ershov1@yandex.ru

ЕСАЛОВ
Кирилл Эдуардович
начальник НОЦ ИКНС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , kesalov@spbsut.ru

ЕШНИКОВА
Алина Сергеевна
студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, eshnik98@mail.ru

ЗАХАРОВ
Кирилл Станиславович
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Kirill-Zah@yandex.ru

ЗАДОРОЖНЯЯ
Алина Александровна
аспирант кафедры сети связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alina27812@mail.ru

ЗЕЛИЧЕНОК
Игорь Юрьевич
студент группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zelichenok.igor@gmail.com

ЗИКРАТОВ
Игорь Алексеевич
доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, igzikratov@yandex.ru

ЗОЛОТУХИН
Кирилл Вячеславович
студент группы М061м, ГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), spieler468@icloud.com

ЗОРИКОВ
Антон Станиславович
студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gllazers@yandex.ru

ИВАНОВ
Алексей Сергеевич
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, aleks_1503@mail.ru

ИВАНОВ
Борис Борисович
студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ibb1997@mail.ru

ИВАНОВ
Денис Михайлович
студент группы ИКТИ-95М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ledorubb2012@yandex.ru

ИВАНОВА
Анна Элероновна
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, tochka144@gmail.com

ИВАНОВА
Светлана Владимировна — студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ivanova2530@bk.ru

ИВЛЕВ
Виктор Алексеевич — магистрант кафедры автоматизированных средств специального назначения Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, zawita@mail.ru

ИЗМОЗИК
Владлен Семёнович — доктор исторических наук, профессор кафедры ИиР Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, izmozik@mail.ru

ИЛЬИН
Максим Владимирович — студент группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, forses3@mail.ru

КАЛИМАНОВА
Полина Сергеевна — студент группы ЗР-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kalimanovapolina@gmail.com

КАЛМЫК
Медина Геннадьевна — студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dnkl09@list.ru

КАРЕЛКИН
Никита Михайлович — студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, karelison97@gmail.com

КАРТАШЕВ
Владислав Дмитриевич — студент 2-ого курса магистратуры по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vladik.kartashev@mail.ru

КАТКОВА
Татьяна Олеговна — студент группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, инженер-конструктор ООО «НТЦ «Северо-Западная Лаборатория»» tatyana.katkova.98@mail.ru

КИЛИЧЕВА
Клавдия Хайруллоевна — студент группы ИКТГ-04м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, bambosik@yandex.ru

КИРИК
Дмитрий Игоревич

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, d_i_kirik@mail.ru

КИРИЧЕК
Руслан Валентинович

доктор технических наук, профессор кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kirichek@sut.ru

КОБЕЛЕВ
Егор Васильевич

студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, kobelevegor@yandex.ru

КОВАЛЕНКО
Вадим Николаевич

аспирант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kovalenkovadim1996@gmail.com

КОВАЛЕВ
Андрей Сергеевич

студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, drounida@rambler.ru

КОЗЛОВ
Алексей Викторович

студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени Бонч-Бруевича, lexainb3@gmail.com

КОЗЛОВ
Дмитрий Сергеевич

студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича, dmitriy.kozlov.97@mail.ru

КОЗЛОВА
Людмила Петровна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, tigrenok59@mail.ru

КОКИН
Сергей Алексеевич

студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sergeikokins@gmail.com

КОЛОСКОВ
Никита Андреевич

студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nikita.koloskooov@gmail.com

КОЛЬЦОВ
Павел Олегович

студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zemtirstudio@gmail.com

КОМЛЯК
Максим Игоревич — студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, maxim.komlyak@gmail.com

КОПТЕЛОВА
Валентина Александровна — студент группы ИКТБ-07м кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kotik.jonas@gmail.com

КОРГОВ
Александр Михайлович — студент группы ИСТ-531м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , alex.krgv@gmail.com

КОРЖИК
Валерий Иванович — доктор технических наук, профессор, почётный профессор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, val-korzhik@yandex.ru

КОРОВИН
Константин Олегович — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,konstkor@mail.ru

КОРОМЫСЛОВ
Кирилл Евгеньевич — студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kirill1org@gmail.com

КОРОТИН Владимир Евгеньевич — кандидат технических наук, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vekorotin@sut.ru

КОСОВ
Никита Алексеевич — ассистент кафедры защищенных систем связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича, kosov.n.a.@mail.ru

КОСОВ
Павел Валерьевич — аспирант кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kosov_pavel@bk.ru

КРАВЧЕНКО
Анна-Мария Михайловна — студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kravcenkoamm@gmail.com

КРАЩЕНКО
Полина Анатольевна — студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pkrashchenko@rtrn.ru

КРЫЛОВ
Алексей Вадимович
студент группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, krylov180497@yandex.ru

КРЮКОВ
Владислав Анатольевич
инженер базовой кафедры «Цифровое телевизионное и радиовещание» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, педагог дополнительного образования Государственного бюджетного нетипового образовательного учреждения «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»,deil2005@mail.ru

КУЗЬМИНА
Дарья Денисовна
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ddkuzmina@yahoo.com

КУЗНЕЦОВ
Юрий Сергеевич
студент группы БИ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, kuznecov.yury.s@gmail.com

КУЛИКОВ
Илья Александрович
студент группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, wyzzus@gmail.com

КУЛИКОВ
Сергей Павлович
старший преподаватель кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kulikovsp.rtrn@yandex.ru

КУПЦОВ
Алексей Викторович
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, i.leha98@mail.ru

КУШНАРЕВА
Алина Эдуардовна
студент группы РТ-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alina.kushnareva.15@gmail.com

ЛАБИС
Александр Николаевич
студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sashalabis@mail.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

ЛАРИНА Анна Георгиевна	студент группы 3441102/00701 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, anna_larina_99@bk.ru
ЛАРЬКОВ Евгений Юрьевич	студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,jlarkov@gmail.com
ЛИПАТОВА Марина Владимировна	студент группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, marina.lipatova.v@gmail.com
ЛИТВИНОВ Владислав Леонидович	кандидат технический наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vlad.litvinov61@gmail.com
ЛУНЁВ Вадим Константинович	студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vadimka.vadimich98@gmail.com
ЛЬВОВА Ольга Леонидовна	студент группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, olyalions@gmail.com
МАЗЕПИН Павел Сергеевич	студент группы ИКТЗ-01м, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича, Россия, linkaforever@gmail.com
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
МАКОВЕЦКАЯ Татьяна Александровна	студент группы 3441102/00701 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, taqre@yandex.ru
МАЛЯРОВ Максим Владимирович	студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, maxim.malyarov2014@yandex.ru
МАМОНТОВ Дмитрий Евгеньевич	студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mde9793@gmail.com

МАНАКОВ
Егор Алексеевич
студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.
manakov0egor@gmail.com

МАНКАЕВ
Расул Мурат-Алиевич
студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 24rasul1999@mail.ru

МАРДАНОВ
Ринат Ильдарович
студент группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), gyxepm@gmail.com

МАРТЫНОВ
Денис Игоревич
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, madengic@gmail.com

МАТВЕЕВА
Екатерина Александровна
студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, katyamatveeva_2011@mail.ru

МАХОРТОВ
Сергей Валерьевич
студент группы ИСТ-032м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, PartOfCat@yandex.ru

МЕЛЬНИК
Ирина Романовна
студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, irinamelnik645@gmail.com

МИГРОВ
Сергей Александрович
студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, msergei97@yandex.ru

МИРОНОВ
Никита Сергеевич
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича , mironoffnikita@mail.ru

МОРЕРА БОРРОТО
Марина Арнальдовна
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. МА. Бонч-Бруевича, 9mariam7@gmail.com

МОРОЗОВ
Антон Павлович
студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, m.anton.pavlovich@yandex.ru

МОРОЗОВ
Денис Павлович
студент группы БИ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mdp@pivt.spbgut.ru

МОРОКИНА
Галина Сергеевна
кандидат технических наук, доцент, кафедра метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности Санкт-Петербургского государственного университета авиационного приборостроения, galinasm404@mail.ru

МОШАК
Николай Николаевич
доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ИУС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nnmoshak49@mail.ru

МОШКИНА
Наталья Сергеевна
студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , mns_nusya@mail.ru

МОШНИНА
Анна Александровна
студент группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, moshnina_2017@mail.com

МУГУ
Лилия Рашидовна
студентка группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, liliamugu@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 , neli_6868@mail.ru

МУТХАННА
Аммар Салех Али
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сетей связи и передача данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,ammarexpress@gmail.com

МУХИН
Александр Геннадьевич
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alexixela@ya.ru

МЫШЬЯНОВ
Сергей Васильевич
начальник НОЦ «Технологии информационных образовательных систем» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mishyanov@gmail.com

НАСЛЕДОВА
Дарья Олеговна
студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, svnasledova@gmail.com

НИКАНОВА
Татьяна Юрьевна
магистр кафедры математики и информатики Череповецкого государственного университета nikanona719@gmail.com

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, yuriyan@list.ru
НИКИФОРОВ Константин Сергеевич	студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nikiforov2509@gmail.com
НИКОЛАЕВ Кирилл Сергеевич	студент группы ИБ-76с Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича nikolaev.kirill.sergeevich@gmail.com
НИКОЛАЕВ Роман Валерьевич	студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Rvn_v@mail.ru
НИКОЛАЕНКО Анастасия Олеговна	студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nastena.nikolaenko.98@mail.ru
НИСКЕВИЧ Сергей Александрович	студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, serg0842@gmail.com
НОВОЖИЛОВ Игорь Михайлович	кандидат технических наук, доцент кафедры ИУС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, novozhilovim@list.ru
ОСИПОВА Анна Юрьевна	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, anyaosipova1998@mail.ru
ОРЛОВ Дмитрий Андреевич	студент группы ИКТБ-08м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, orlovsut62@gmail.com
ПАВЛОВ Тимофей Андреевич	студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, timofey.pavlov.spb@gmail.com
ПАК Виолетта Олеговна	студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, violetta_tdk@mail.ru

ПАК
Енг Сик
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, thepostb0x@yahoo.com

ПАНИЧЕВ
Артём Дмитриевич
студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, robogiar2@inbox.ru

ПАНТЮХИН
Олег Игоревич
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ССиПД Санкт-Петербургского Государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,p_oleg99@mail.ru,

ПАРАМОНОВ
Александр Иванович
доктор технических наук, профессор кафедры СС и ПД Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alex-in-spb@yandex.ru

ПАРФЕНОВА
Анна Андреевна
студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, hjorikki@gmail.com

ПАСЫНКОВА
Виктория Александровна
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vika_97pa@mail.ru

ПЕРЕБЕЙНОС
Юрий Владимирович
студент группы ИКТС-03м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vebvab@mail.ru

ПЕРЕВЫШКО
Александра Сергеевна
студент группы ЭП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, главный специалист отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Milashka-Spaiki@yandex.ru

ПЕТРИВ
Роман Богданович
старший преподаватель кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
roman.petriv@mail.ru

ПЕТРОВ
Станислав Александрович
студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, petstas97@mail.ru

ПЕТРОВА
Анастасия Юрьевна
студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, petrov9804@yandex.ru

ПИНКОВСКАЯ
Светлана Васильевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и моделирования в социально-экономических системах Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, pinkovskaja@yandex.ru

ПИНХАСОВА
Юлия Владимировна
аспирант кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, yul-41@yandex.ru

ПЛАТОНОВА
Мария Николаевна
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, masha1997platonova@yandex.ru

ПОГАДАЕВА
Ольга Павловна
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, olgakoelliker14@gmail.com

ПОГОНОВ
Владислав Сергеевич
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
АО «Связьтранснефть» электромеханик ЛСС и АУ,pogonov97@mail.ru

ПОДГОРНАЯ
Ксения Александровна
студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ksenia.podgornaya@mail.ru

ПОДОЛЬСКАЯ
Мария Олеговна
студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, masha.bas@yandex.ru

ПОЛЕНИЧКИНА
Елизавета Дмитриевна
студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, e.polenichkina@yandex.ru

ПОЛЯНСКИЙ
Константин Николаевич
студент группы ИКТС-72м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф.М. А. Бонч-Бруевича, kostic108@yandex.ru

ПОПОВА
Марина Николаевна
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, marinapopova14@ya.ru

ПОПОВСКИЙ
Никита Игоревич
студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nikitanikita24@mail.ru

ПОТАПОВ
Иван Андреевич
студент группы ИКТФ-96М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vano.potapov@yandex.ru

ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ
Александр Ильич
студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М. А. Бонч-Бруевича, : preobrazhenskiy.ai@gmail.com

ПРОСКУРИН Николай Максимович
студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. Проф. М. А. Бонч-Бруевича, Nikolay9710@yandex.ru

ПРОХОРОВ
Кирилл Юрьевич
студент группы Р-01М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kuprokhorov@gmail.com

ПУЗАНОВ
Иван Сергеевич
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича, ivan.puzanov140@icloud.com

ПУРШЕЛЬ
Валерия Викторовна
студент группы РТ-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, valeriya-purshel@yandex.ru

РАДНАЕВА
Ирина Юрьевна
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, i.y.radnaeva@gmail.com

РАИМЖАНОВ
Тохир Рустамович
студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,tokhir.fl@gmail.com

РЕЗНИКОВ
Богдан Константинович
преподаватель кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф.М. А. Бонч-Бруевича, rznkff@gmail.com

РЕКИЧИНСКИЙ
Антон Владимирович
студент группы Р-01М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,Anton31998@gmail.com

РЕУТОВА
Дарья Олеговна
студент группы ИКТМ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича doreutova@gmail.com

РОГАЧЕВ Виктор Алексеевич	кандидат технических наук, доцент кафедры ИУС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rogachevv50@gmail.com
РОГОЗИНСКИЙ Глеб Гендрихович	кандидат технических наук, начальник центра НОЦ "Медиацентр", доцент кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевич, gleb.rogozinsky@gmail.com
РОДАКОВА Анна Олеговна	студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rodakovaanya@gmail.com
РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Дмитрий Борисович	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dmitriifoxqq2@gmail.com
РОЖКОВ Анатолий Максимович	студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rozhkov_a_m@mail.ru
РОМАНОВ Вячеслав Михайлович	студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, romanov-sl@yandex.ru
РОМАНОВ Михаил Геннадьевич	студент группы ИСМ-81з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Misha-r0@yandex.ru
РОМАНОВА Мария Владимировна	студент группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им.проф. М.А.Бонч-Бруевича, mariyaromanova1998@bk.ru
РУДЕНКО Егор Александрович	студент группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sincerecrane83@gmail.com
РЫБИНЦЕВА Инна Юрьевна	студент группы ИКТФ-96М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, inna.rybintzeva@yandex.ru
САВЕЛЬЕВА Анастасия Андреевна	аспирант, ассистент кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , saa@spbgut.ru
САФРОНОВА Елена Алексеевна	студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, elena_safronova_97@mail.ru

СВИРИДОВ Александр Сергеевич	студент группы ИСТ–032 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, svirid132@gmail.com
СЕВЕРЬЯНОВ Василий Дмитриевич	студент группы ИКТС-03м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kgpd02@gmail.com
СЕДЫШЕВ Эрнест Юрьевич	кандидат технических наук, доцент кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, laboratoria-mw@yandex.ru
СЕРЕГИН Сергей Сергеевич	студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, serezha.seregin@gmail.com
СЕРГИЕНКО София Сергеевна	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ssssofisss@gmail.com
СИАППОНИ Ян Мишельевич	магистрант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, yannson1997@bk.ru
СИВАКОВА Ольга Александровна	студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, olgasivakova32@gmail.com
СИНИЧКИН Александр Александрович	студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alrksandr.sin@gmail.com
СКАЛАЦКИЙ Владислав Юрьевич	студент группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. mr.skalatskiy@yandex.ru
СКЛЯРОВА Мария Всеволодовна	студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mashaskl@mail.ru
СКОРНЯКОВА Елизавета Алексеевна	кандидат технических наук, доцент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП), elizavetasesina@mail.ru
СКОРОБОГАТОВ Кирилл Денисович	студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kirill9806@gmail.com

СЛЕПЦОВА Наталья Павловна	студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sleptsovanp1997@gmail.ru
СМИРНОВ Евгений Витальевич	студент группы ИКТЗ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, John.1.9.98@mail.ru
СМИРНОВ Сергей Александрович	студент группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича, техник ООО “ТАиП”, smirserg640@gmail.com
СМИРНОВА Елена Анатольевна	кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и информатики Череповецкого государственного университета, easmirnova@chsu.ru
СМОРОДИН Геннадий Николаевич	кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, gsmorodin@gmail.com
СОКОЛЕНКО Александра Андреевна	студент группы БИ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alexandrasokolenko10a@gmail.com
СОКОЛОВ Сергей Алексеевич	студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», foxzaro1@gmail.com
СОКОВЫХ Регина Игоревна	студент группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, инженер-технолог ООО «Резонанс», sokovih_regina@mail.ru
СОЛОВЬЕВ Денис Викторович	кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации предприятий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 9218964588@mail.ru
СПИРКИНА Анастасия Валентиновна	аспирант кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича e-mail: anastasia.4991@mail.com ,
СТАРОДУБОВ Роман Дмитриевич	студент группы ИКТБ–97 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, niochem@list.ru

СТАРОДУБОВА Дарья Дмитриевна	аспирант кафедры защищенные системы связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича starodubova.95@mail.ru
СТАСЬКЕВИЧ Лев Сергеевич	студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, staskevich1997@mail.ru
СТЕПУТИН Антон Николаевич	кандидат технических наук, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, put_in@list.ru
ТАРГОНСКАЯ Алина Игоревна	студент группы ИКТБ-98м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, targonskaya.ai@gmail.com
ТЕМЧЕНКО Владислав Игоревич	студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sspman2603@gmail.com
ТИМЕЦ Кристина Анатольевна	студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kris_tim97@mail.ru
ТОЛМАТОВ Дмитрий Андреевич	студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, DimaTolmatov@yandex.ru
ТРЕТЬЯКОВ Игорь Александрович	студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, tretiakov.iaa@gmail.com
ТРУНТЯГИН Иван Михайлович	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Jleprekon.IT@mail.ru
ТРУШКИН Вячеслав Дмитриевич	студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vyacheslav.true@gmail.com
ТУМАНОВА Евгения Ивановна	кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры ТВиМ Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, evjeny@gmail.com

УКРАИНЕЦ Юлия Олеговна	студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ramjul@mail.ru
УШАКОВ Игорь Александрович	старший преподаватель кафедры «Защищенные системы связи» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ushakovia@gmail.com
УШАНОВ Илья Михайлович	студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ведущий художник ООО «ПРОФ-ИТ», ilya-yshanov@mail.ru
ФАДЕЕВ Александр Альфонсович	кандидат технических наук, доцент кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, fadeev.aa@net.sut.ru
ФЕДОРОВ Анатолий Дмитриевич	студент группы ЭП-91м Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, e-mail: nzlteam97@mail.ru
ФЕДОРОВ Валерий Алексеевич	студент группы ИКТЗ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, fedvalera25@gmail.com
ФЕДОРОВ Никита Сергеевич	студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, fyodorov.ns@gmail.com
ФЕДОРОВ Сергей Леонидович	кандидат технических наук, доцент кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sergf7@mail.ru
ФЕДОРОВ Юрий Дмитриевич	студент группы ЭП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, fedorov2821@gmail.com.
ФЕДОСОВ Александр Юрьевич	студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, fedosov.au@net.sut.ru
ФЕДОРОВА Алина Владимировна	кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, начальник отдела аспирантуры и докторантуры СПбГУТ asp@spbgut.ru; fav111@yandex.ru

ФИЛИПОВ
Феликс Васильевич
кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных Управляющих Систем (ИУС) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 9000096@mail.ru

ФРАЗ
Алексей Вячеславович
студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, frazalex@yandex.r
u

ФРОЛОВА
Александра Сергеевна
студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Alexandravasileva1@mail.ru

ХАБИРОВ
Ильдар Ильясович
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sunlover261291@gmail.com

ХАРИТОНОВ
Георгий Дмитриевич
студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, haritonov67273@gmail.com

ХВОСТОВ
Максим Алексеевич
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича, makshvostov@mail.ru

ХОМЕНКО
Екатерина Викторовна
студент группы ЗР-91м Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, katekaterina17@gmail.com

ХОРОШЕНКОВА
Екатерина Олеговна
студент группы ИКМ-92з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, katrin.360@yandex.ru

ХУСАМОВ
Данис Борисович
студент группы ИКТБ-07м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, aboohashim@mail.ru

ЦВЕТКОВА
Анастасия Игоревна
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, E-mail: nastyacvt@yandex.ru,

ЦЫГАНКОВ
Григорий Антонович
студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, uhbifka1@gmail.com

ЧЕРНОМЫРДИН
Владимир Викторович
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vov.cher@mail.ru

ШАБАНОВ
Александр Павлович
магистрант группы ИСТ-951м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
shabanov.ap@shpg.spb.ru

ШВИДКИЙ
Артем Александрович
начальник научно-образовательного центра «Программно-определяемые системы» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, shvidkiy@sut.ru

ШЕВЧЕНКО
Мария Анатольевна
студент группы ИКТО-82 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mshevchenko28@mail.ru

ШИГАПОВ
Айнур Рамзилевич
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ainur-sr@yandex.ru

ШИРОКОВ
Михаил Владимирович
бакалавр, инженер-эколог II категории ООО "Центр Проектирования и Экологии",
shirockovmisha@yandex.ru

ШИШОВ
Евгений Андреевич
студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, evgenyshishoff@gmail.com

ШИЯН
Андрей Анатольевич
доктор педагогических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича , 1001digit@gmail.com

ШУЛИПА
Дарья Александровна
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dashashulipa@gmail.com

ЮСУПОВА
Анастасия Андреевна
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, n6180@mail.ru

ЯКОВЛЕВ
Олег Александрович
кандидат исторических наук, доцент кафедры ИиР Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, olegyakovlev2002@mail.ru

Анонс публикации

В настоящем сборнике материалов Региональной научно-методической конференции магистрантов и их руководителей «Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики» (ПКМ-2020) размещены доклады, представленные на конференции 2020 года, за исключением докладов, признанных лучшими по итогам работы секций научных направлений конференции и опубликованных в отдельном сборнике.

Сборник лучших докладов конференции ПКМ-2020 публикуется в электронном виде на сайте конференции ***pkm.sut.ru*** *и будет дополнительно издан в бумажном виде в I квартале 2021 года.*

региональная научно-методическая
конференция магистрантов и их руководителей

ПКМ

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ