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

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

МАГИСТРАНТОВ И ИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

(ПКМ-2020)

1 – 3 декабря 2020 года

Сборник лучших докладов конференции

СПб ГУТ)))

Санкт-Петербург

2021

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; Сборник лучших докладов конф. / Сост. Н. Н. Иванов. – СПб.: СПбГУТ, 2021. – 450 с.

ISBN 978-5-89160-204-5

В сборник помещены доклады, признанные лучшими по результатам работы научных направлений конференции 2020 года. Тематика работ охватывает вопросы: радиотехнологии связи, инфокоммуникационные сети и системы, информационные системы и технологии, теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, цифровая экономика и управление в инфокоммуникациях, гуманитарные и экологические проблемы информационного пространства.

Доклады, не вошедшие в число лучших и не представленные в настоящем сборнике, размещены в материалах конференции ПКМ-2020 на сайте PKM.SUT.RU.

Издание рассчитано на магистрантов, их руководителей, аспирантов, студентов старших курсов вузов.

ISBN 978-5-89160-204-5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Машков Г. М., Бучатский А. Н., Иванов Н. Н., Степанов А. Б. (СПбГУТ) Система подготовки магистров для отрасли инфокоммуникаций в СПбГУТ…..... 9
Бурдин А. В. (АО «НПО ГОИ им. С. И. Вавилова», СПб) Разработка нового класса кварцевых многомодовых оптических волокон с экстремально увеличенным диаметром сердцевины для мультигигабитных бортовых и промышленных сетей передачи данных различного назначения…….. 15
Гехт А. Б. (СПбГУТ) Зарубежное регионоведение как научно-образовательная программа (на примере кафедры ИРВ СПбГУТ)……..... 20
Гуминский О. А. (СПбГУТ) Применение модельно-ориентированного подхода к проектированию для разработки цифровых приёмо-передающих устройств на примере разработки приёмника цифрового радио стандарта DRM+..... 25

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

Бекташева А. Д., Сотенко С. М. (СПбГУТ) Исследование влияния продувок водородного топливного элемента на энергоэффективность топливной системы... 30
Богословский И. А., Грибанов В. С., Копылов А. Е., Степанов А. Б. (СПбГУТ) Реализация алгоритмов вейвлет-анализа сигналов на отечественных микроконтроллерах и цифровых сигнальных процессорах…… 35
Бучатский А. Н. (СПбГУТ) Формирование экосистемы магистратуры университета на примере образовательной программы «Цифровое телерадиовещание».. 41
Вабищевич Д. А. (СПбПУ) Влияние параметров pin-диода на излучение щели в волноводе…….. 46
Воробьев О. В., Федоров А. С. (СПбГУТ) Система потоковой трансляции медиаконтента на базе сетей сотовой связи…….. 51
Гловский А. А. (СПбГУТ) Комплексы измерения полей в верхней полусфере…. 56
Головинов О. В. (Филиал «СКБ «Энергия» АО «Завод «Энергия», СПб) Метод расчета хроматических аберраций в подводных ТВ камерах с плоским иллюминатором……..... 61
Грицкевич И. Ю., Ерганжиев Н. А., Жарков В. И. (АО «ОКТБ «Омега», В. Новгород) Адаптивное контрастирование с учётом локальных сюжетных особенностей ИК-изображений…… 65
Гуминский О. А., Мышьянов С. В. (СПбГУТ) Применение программно-конфигурируемого радио при проектировании приемо-передающих устройств на примере разработки приемника цифрового радио стандарта DRM+……..... 70
Евсеев Р. Н., Вербицкий А. В. (РТРС, СПб) Опыт взаимодействия предприятия и университета при подготовке кадров в области цифрового телерадиовещания… 75

Жданкин В. Н., Кирик Д. И. (СПбГУТ) Применение 3D-печати для быстрого прототипирования радиоэлектронных средств…… 79
Запайщиков А. В., Козлов Д. В., Степанов А. Б. (СПбГУТ) Аналого-цифровой преобразователь для портативного электроэнцефалографа…… 83
Казьмин О. Ю. (СПбГУТ) Применение алгоритмов машинного обучения для оптимизации электромагнитной обстановки в сетях радиодоступа…….. 88
Лосев А. П. (СПбГУТ) Анализ алгоритма работы корректирующего направленного фильтра в сжатии видео……..... 93
Лялина А. Ж. (СПбГУТ) Модель спутникового канала связи на основе стохастических дифференциальных уравнений (СДУ)……. 98
Митряшкина Д. Ю. (СПбГУТ) Проблемы организации передачи данных с борта БЛА посредством действующей сети мобильной связи……..... 103
Ожиганов И. В., Туманова Е. И. (СПбГУТ), Кудрина Д. А. (СПбГАСУ) Разработка лабораторного практикума по созданию интерактивной компьютерной графики…… 108
Пуршель В. В. (СПбГУТ) Современные бортовые антенны космических аппаратов……. 113
Рыжков А. А. (СПбГУТ) Малоэлементные антенные решётки для беспилотных летательных аппаратов……... 118
Семенихина А. А., Фадеев А. А., Федосов А. Ю. (СПбГУТ) Разработка методики создания баз данных с применением визуальных меток и технологий дополненной реальности……. 123
Сивец Н. С. (СПбГУТ) Задача управления радиоресурсами при использовании технологии слайсинга в сетях 5G…….. 127
Степичев А. С., Степутин А. Н. (СПбГУТ) Обзор программных средств моделирования сетей мобильной связи новых поколений……. 131
Татаренков Д. А., Черноштан П. В. (СПбГУТ) Разработка и исследование метода обнаружения лица на изображении посредством скользящего окна……. 137
Тляубердина А. Ш. (СПбГУТ) Особенности эксплуатации 5G систем на селитебной территории……..... 142

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Авакян Ю. Э., Киричек Р. В. (СПбГУТ) Методология тестирования устройств и приложений Интернета вещей…… 148
Белозор А. М. (СПбГУТ) Анализ возможности применения машинного обучения для прогнозирования нагрузки на контакт-центры……..... 153
Беляков Н. С., Рогов С. А. (СПбГУТ) Системы оптической обработки информации с жидкокристаллической матрицей для ввода сигналов…… 157
Бочаров М. В., Ахрамеева К. А. (СПбГУТ) Математическое моделирование канала связи для стегосистем на основе каналов с шумом…….. 161
Вершинина К. В. (СПбГУТ) Применение протокола BB84 для квантового распределения ключей (QKD)……..... 166
Владимиров С. С., Гутовский А. С., Малашерифов В. В. (СПбГУТ) Разработка лабораторного стенда для исследования методов сетевого и помехоустойчивого кодирования в радиосетях……..... 171
Глаголев С. Ф., Горсков В. С., Доценко С. Э. (СПбГУТ) Поддержание квазисолитонного режима распространения сигналов по одномодовым волокнам со смещенной дисперсией…… 175

Гойхман В. Ю., Тарасов К. Е. (СПбГУТ) Анализ вероятностно-временных характеристик кампусного трафика…... 179
Дюбов А. С., Шибанова А. И. (СПбГУТ) Исследование вариантов построения основных блоков оптического рефлектометра……. 183
Ильина О. С. (СПбГУТ) Разработка и исследование оптического мультиплексора для системы CWDM на основе биконических разветвителей…… 187
Киричек Р.В., Кузнецова Е. А. (СПбГУТ) Разработка методики тестирования фрагмента сетевой инфраструктуры для приложений дополненной реальности……. 192
Лебедева Н. А. (СПбГУТ) О рандомизации MAC-адресов мобильных пользователей……. 197
Муратов Э. М. (ООО «Т8», Москва) Опыт применения программно-аппаратного комплекса «Дунай» для охраны протяженных объектов…….. 201
Никандров И. Д., Владимиров С. С. (СПбГУТ) Программное обеспечение для исследования моделей распространения радиосигналов в беспроводных локальных сетях…... 206
Pelevin D. (SPbSUT), Ovramenko A. (SPbSUT), Korsbakke A. (BTH, Sweden), Lidmark J. (BTH, Sweden) User behavior analytics in information security for insider detection……. 211
Сапунова Е. С. (СПбГУТ) Анализ методов передачи тактильной информации по сверхнадежным сетям с ультрамалыми задержками…… 216
Сухецкий К. А., Владимиров С. С. (СПбГУТ) Разработка лабораторного стенда для сетевой идентификации устройств IoT на основе деградированной флеш-памяти в радиосетях……. 221
Терентьев Д. А. (СПбГУТ) Детектирование точек разладки во временных рядах, характеризующих производительность приложения…… 225
Шарлаева М. В. (СПбГУТ) Использование облачной базы данных в приложениях дополненной реальности на базе Vuforia SDK…… 231

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Адуевский А. М., Кучеревский К. В., Савин М. Ю., Соловьёв Д. В. (СПбГУТ) Автоматизация аудита информационной безопасности с помощью нейросетевых алгоритмов…… 236
Баягантаева Е. В. (СПбГУТ) Модель креативно-состязательной нейронной сети для создания визуального образа книжных изданий…… 241
Быстров И. В. (СПбГУТ) Анализ методов применения технологий искусственного интеллекта в образовании…….. 247
Васильченко В. Д. (СПбГУТ) Вопросы исследования проблематики интерфейсов систем дистанционного обучения для определения концепции решения……. 251
Городишенин А. В., Зикратов И. А. (СПбГУТ) Анализ методов обработки текстовых данных в рекомендательных образовательных системах…….. 257
Гришандин К. А., Филиппов Ф. В. (СПбГУТ) Анализ музыкальных произведений с помощью нейронных сетей…... 262
Жаранова А. О., Птицына Л. К. (СПбГУТ) Профилирование оперативного реагирования на моделирование распределенных комплексных систем защиты информации…….. 267
Жаранова А. О., Капитоненко В. В., Филиппов Ф. В. (СПбГУТ) Обеспечение безопасности веб-приложений на основе системы адаптивной аутентификации… 271

Зикратов И. А., Казьмин М. А. (СПбГУТ) Анализ особенностей применения интернета вещей (IoT) в энергетике…….. 276
Кардышев А. А., Чебыкин В.А. (СПбГУТ) Исследование фрактальных моделей сложного рельефа донной поверхности…… 282
Колесов Д. С. (СПбГУТ) Операторы мутации и кроссинговера для решения задачи оптимизации траектории движения исполнительного механизма с помощью генетических алгоритмов…… 285
Корчик А. В., Ураго А. В., Усманов С. И. (СПбГУТ) Проектирование дизайна веб-интерфейса онлайн конференции…… 289
Лобанов О. А. (СПбГУТ) Диагностирование функционального состояния человека с помощью нейронных сетей……. 294
Осипова А. Ю. (СПбГУТ) Исследование формирования потребительской ценности некоммерческих веб-ресурсов у пользователей…… 298
Петров С. Ю., Песиков Э. Б. (СПбГУТ) Формирование производственной программы предприятия связи с использованием методов многокритериальной оптимизации……. 302
Самарин А. В. (СПбГУТ) Метод решения проблемы холодного старта при формировании индивидуальной траектории студентов высшего учебного заведения……. 308
Смородин Г. Н., Монгуш Л. С. (СПбГУТ) Технологические основы цифровой экономики……. 313
Трунина К. В., Белов М. П. (СПбГУТ) Анализ современных подходов к построению персонализированных клиентских предложений в информационных системах…… 317

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Бочаров Е. И., Коновалова Е. А., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Исследование проволочной модели полусферы в качестве резонатора СВЧ……. 322
Бочаров Е. И., Полякова А. В., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Инженерный метод синтеза полосно-пропускающих фильтров СВЧ с помощью масштабирования….. 326
Бочаров Е. И., Румянцева А. М., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Сравнение методов расчета конструктивных индуктивностей интегральных схем СВЧ…….. 330
Леонтьев А. С., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Синтез делителя мощности СВЧ в объемном интегральном исполнении…… 335
Шомин А. Ю., Седышев Э. Ю. (СПбГУТ) Генератор СВЧ в интегральном исполнении на кольцевом резонаторе……..... 339

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС

Алексеева Н. Н., Зарубин А. А., Савельева А. А., Швидкий А. А. (СПбГУТ) Краткий обзор концепции и модели Цифрового университета. Оценка готовности СПбГУТ к цифровой трансформации……..... 344
Димов Д. Д. (СПбГУТ) Разработка приложения для поиска оптимальной конфигурации центра обработки данных……. 349
Капуков И. И. (НГУ им. П. Ф. Лесгафта, СПб) Когнитивные и информационные задачи в подготовке высококвалифицированных спортсменов…….. 353

Макаров В. В., Стариков В. В. (СПбГУТ) Описание ключевых бизнес-

процессов департамента инвестиционной деятельности оператора мобильной связи…….... 357
Петренко К. В., Макаров В. В. (СПбГУТ) Моделирование оптимальной организационной структуры оператора связи для выполнения задач национального проекта "Цифровая экономика"……..... 361
Яковкина А. А. (СПбГУТ) Исследование и анализ внедрения технологий интернета вещей для повышения экономической эффективности организации……. 365

ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Гладышева П. А, Перевышко А. С., Федорова А. В. (СПбГУТ) Проблемы обеспечения преемственности в трехуровневой цепочке высшего образования «бакалавриат – магистратура – аспирантура» и пути их решения…….. 370
Долганова А. А. (СПбГУТ) Экологический мониторинг электромагнитных полей промышленной частоты в Санкт-Петербурге и Мурино…….. 376
Евстратьев К. Е. (СПбГУТ) Анализ и области применения Барселонских принципов 3.0……... 381
Еникеева Е. М. (СПбГУТ) Стратегия продвижения правительства Санкт-Петербурга в социальных сетях…….. 385
Желтова Е. П., Маршева Н. В. (СПбГУТ) О разработке и реализации дисциплины «Иностранный язык для научно-исследовательской работы» в магистратуре СПбГУТ…… 390
Кульназарова А. В., Лашова А. А. (СПбГУТ) Сравнительный анализ контента высших учебных заведений в социальных сетях в условиях борьбы с COVID-19... 395
Меркушев А. А., Правдивцев В. С. (СПбГУТ) Сравнительный анализ онлайн и офлайн технологий продвижения малого бизнеса……... 400
Перевозчикова В. А. (СПбГУТ) Отношения США и Израиля в период президентства Дональда Трампа…….. 404
Рачкова Д. С. (СПбГУТ) Сюжеты карабахского конфликта: как он освещается в российской и американской прессе…… 409
Соловьева В. А., Цверианашвили И. А. (СПбГУТ) Гренландская климатическая политика в арктическом регионе в официальных документах…….. 414
Солянко Л. А., Терентьева Е. А. (СПбГУТ) Экономические аспекты киберспорта в современной Великобритании……..... 419
Шикунов А. Г. (СПбГУТ) Реакция американской общественности на «Дело Сноудена» в 2019 г……... 423
Юрьев Г. И. (СПбГУТ) Продвижение онлайн-мероприятия вуза средствами связей с общественностью…….. 428

Сведения об авторах…….. 433

региональная научно-методическая
конференция магистрантов и их руководителей

ПКМ

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.07

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ В СПБГУТ

Г. М. Машков, А. Н. Бучатский, Н. Н. Иванов, А. Б. Степанов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Описывается система подготовки магистров для отрасли инфокоммуникаций, созданная в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Основное внимание сосредоточено на структурном подразделении – институт магистратуры, где обучаются 558 студентов в 46 группах по 21 магистерской программе. Предложена эффективная система мотивации профессорско-преподавательского состава университета, задействованного в подготовке магистров, как стремящихся к академической карьере, так и ориентированных на будущую работу в компаниях. Представлены основные итоги приемной кампании в магистратуру 2020 года.

система, подготовка, магистр, институт магистратуры, университет, мотивация преподавателей, телекоммуникации, инфокоммуникации.

Как известно, система – это некоторая совокупность элементов, связанных между собой и функционирующих для достижения единой цели, поставленной перед ней. Система подготовки магистров – образовательная система, имеющая целью подготовку кадров для конкретной группы заказчиков в условиях цифровой трансформации экономики и развития информационного общества [1, 2]. В случае магистерской подготовки, заказчик – это конкретная отрасль экономики и науки – отрасль инфокоммуникаций [3]. В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) предпринята первая в отрасли попытка создать единое подразделение, обладающее всеми признаками системы. Её ядром является созданный в 2019 году институт маги-

стратуры. Входными элементами системы являются кандидаты на обучение, то есть люди, имеющие первый уровень высшего образования и вставшие на путь получения второй ступени образования. Выходными элементами этой системы являются специалисты с уровнем образования магистр, которые востребованы заказчиком кадров, т. е. отраслью промышленности и экономики в целом, соответствующей отраслью науки.

Рассмотрим основные принципы, по которым выстроена система подготовки магистров в СПбГУТ. Во-первых, была создана структура, позволяющая организовать централизованное управление всей магистерской подготовкой в университете. Элементами этой структуры является не только центральное звено – институт магистратуры, но и все факультеты, кафедры и в целом подразделения университета своими составными частями, обеспечивающими магистерскую подготовку.

Второй принцип – это научность, поскольку основное содержание магистерской подготовки составляет научно-исследовательская деятельность магистранта, которая обеспечивается научно-педагогическими кадрами самого университета.

Третий принцип – это связь с практикой, связь с работодателем, востребованность выпускников на рынке труда.

Отметим условные «болевые точки» магистратуры университета на момент создания института магистратуры:

- слабая связь магистрантов с выпускающими кафедрами в 1 семестре первого года обучения;
- низкий уровень дисциплины студентов при посещении занятий и прохождении практик;
- отсутствие у подавляющего большинства магистрантов публикаций, опыта участия в научно-исследовательской работе (НИР), опыта реализации собственных проектов;
- высокая неравномерность распределения магистерских программ по факультетам;
- сложность учета разного уровня подготовки поступивших абитуриентов, в том числе из других вузов и других образовательных программ;
- недостаточный уровень воспитательной работы с магистрантами;
- необходимость систематической ежегодной актуализации магистерских программ;
- отсутствие эффективной системы мотивации профессорско-преподавательского состава (ППС) университета, задействованного в подготовке магистров.

Учебный процесс в институте магистратуры (ИМ) начался 2 сентября 2019 г. По состоянию на 1 декабря 2020 г. в ИМ реализуется 21 магистерская программа, обучается 558 студентов в 46 учебных группах.

Среди организационных решений этапа становления института магистратуры можно отметить создание Совета института магистратуры, в состав которого входит по одному представителю от каждой образовательной программы магистратуры, а также определение функций и порядка назначения руководителей магистрантов, осуществляющих свою деятельность с 1 по 4 семестр обучения студентов. Это кардинально изменило схему работы со студентами, поскольку ранее официальное взаимодействие студента и руководителя выпускной квалификационной работы оформлялось, а иногда и начиналось, лишь в завершающем 4 семестре обучения.

В связи с созданием ИМ, локальными актами университета установлено:

1. Руководители магистерских программ и руководители магистрантов назначаются приказом ректора по представлению директора института магистратуры.
2. Преподаватели дисциплин образовательных программ магистратуры назначаются заведующими кафедрами по согласованию с директором института магистратуры.
3. По результатам оценки директора института магистратуры назначается надбавка за интенсивность и высокие результаты работы руководителям магистерских программ, руководителям магистрантов и преподавателям магистратуры.

Создание эффективной системы мотивации ППС университета, задействованного в подготовке магистров, потребовало использования в качестве критериев эффективности их работы индикаторов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, применяемых при установлении контрольных цифр приёма (КЦП) в магистратуру для каждого университета. Критерии для поощрения руководителей магистерских программ (РМП), руководителей магистрантов (РМ) и преподавателей магистратуры (ПМ) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Критерии для поощрения РМП, РМ и ПМ

№ п/п	**Оцениваемая деятельность РМП**	**Оцениваемая деятельность РМ**	**Оцениваемая деятельность ПМ**
1	Научная работа	Научная работа руководителя магистранта	Учебная работа
2	Учебная работа	Научная работа магистранта	
3	Работа с предприятиями	Работа с предприятиями	
4	Международная деятельность	Международная деятельность	
5	Профориентационная работа	Профориентационная работа	

Фактически, при оценке работы руководителя образовательной программы, анализируется не столько его личная деятельность, сколько результаты реализации его магистерской программы – работа целого коллектива, которым он руководит, к которому относятся: руководители магистрантов и преподаватели кафедры, которые читают дисциплины магистратуры, проводят аудиторные занятия. Также оценивается востребованность выпускников конкретного профиля обучения предприятиями отрасли как после окончания магистратуры (например, по договору о целевом обучении), так и в процессе обучения, в том числе на этапе практической подготовки и при реализации совместных НИР [4].

Оцениваемая деятельность руководителя магистранта – с одной стороны это научные труды, участие в конференциях самого руководителя. С другой стороны – это оценка работы его студента: участвовал ли он в конференциях, написал ли он статьи, какие у него результаты интеллектуальной деятельности, участие в НИР.

Отметим первые результаты работы ИМ. Активизировались некоторые программы обучения, появилось больше студентов, обучающихся на контрактной основе. Большее количество студентов проявляют активность в научной работе и принимают участие в конференциях.

Институт магистратуры уделяет особое внимание работе с контингентом: для магистрантов создана группа в социальных сетях, ведется электронная доска объявлений, каждый студент имеет возможность задать вопрос заместителю директора ИМ по учебной работе.

В 2020 году приём на обучение в магистратуру проводился по каждому профилю в отдельности, а не на направления в целом, как раньше. Несмотря на сложности приёмной кампании, обусловленные необходимостью использовать дистанционные формы взаимодействия с абитуриентами и невозможностью личного контакта, удалось улучшить качественные и количественные показатели приёмной кампании.

Создание единого структурного подразделения для магистерской подготовки неизбежно приводит и к изменению приемной кампании в университете: системный подход к продвижению магистерских программ, выделение приемной кампании магистратуры, особая работа с абитуриентами магистратуры. Раньше факультеты и кафедры так не работали.

В период с 18 по 20 марта 2020 г. совместно с выпускающими кафедрами впервые была организована и проведена Школа будущего магистранта. Было зарегистрировано около 200 кандидатов на обучение, фактически на занятиях Школы приняли участие 74 человека. Кроме студентов СПбГУТ в работе Школы приняли участие студенты из 7 вузов Российской Федерации: МГУ им. М. В. Ломоносова, КНИТУ-КАИ имени А. Н. Туполева, РГГМУ, СПбГУПТД, «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), ИТМО.

С появлением института магистратуры в СПбГУТ начал свою работу конкурс портфолио для поступающих на программы магистратуры. В 2020 году о своем участии в конкурсе, заполнив данные в Личном кабинете абитуриента, заявили 150 студентов и выпускников. Важно отметить, что почти 90% участников первой Школы будущего магистранта, получивших Золотые и Серебряные сертификаты, приняли участие в конкурсе портфолио и стали победителями.

В приемной кампании 2020 года приняли участие выпускники 55 вузов Российской Федерации и зарубежья. Это подтверждает интерес выпускников бакалавриата других вузов к дальнейшему обучению именно в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.

Опираясь на результаты анализа приемной кампании 2020 года можно сделать вывод о том, что некоторые программы магистратуры вызывают наибольший интерес поступающих, в том числе из других вузов и иностранцев. Часть абитуриентов, не поступивших на бюджетные места по данным магистерским программам, охотно идут на обучение на контрактной основе. Заинтересованность поступающих, наравне с результатами реализации магистерских программ, должна быть учтена при распределении контрольных цифр приема. Положительным фактором является то обстоятельство, что ИМ работает в едином поле, когда все магистерские программы анализируются на общих условиях.

Выходными элементами системы подготовки магистрантов являются выпускники ИМ с учётом двух путей их дальнейшей самореализации. Видение предполагаемого будущего магистранта позволяет планировать направления дальнейшего развития магистерской подготовки.

Вариант 1 – из магистратуры в компанию:

- развитие целевой магистратуры;
- интеграция теоретического обучения в университете и практической подготовки в компании;
- развитие предпринимательской культуры в магистратуре;
- создание корпоративной магистратуры.

Вариант 2 – из магистратуры в аспирантуру:

- повышение эффективности работы руководителей магистерских программ;
- распространение опыта ведущих научных школ университета;
- развитие сетевых образовательных программ и программ «Два диплома».

Система создана. Безусловно, пока обозначены только основные ориентиры, по которым она должна эффективно работать. Для уверенного функционирования на рынке образовательных услуг необходима более

тонкая настройка системы. Это и является следующей задачей работы института магистратуры СПбГУТ.

Список используемых источников

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации". Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
2. 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)
3. Поле для коммуникаций. Специальности СПбГУТ входят в топ профессий будущего // Российская газета - Экономика Северо-Запада № 230(8284), 13.10.2020.
4. Бачевский С. В., Бучатский А. Н., Воробьев О. В., Гоголь А. А., Кирик Д. И., Фуксин Н. С. Экосистема целевой подготовки в парадигме уровней высшего образования // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2020. Т. 1. С. 9-12.

Mashkov G., Buchatsky A., Ivanov N., Stepanov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Master's Degree Training System for the Infocommunication Industry at SPbSUT.

This article describes the master's degree training system for the info-communication industry created at The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications. The primary attention is focused on a structural unit of the Institute of Magistracy. This unit is comprised of 21 master's programs. Five hundred fifty-eight students study in 46 groups. Considering both students aiming for an academic career and work in companies, we analyzed improvement points of the training system and suggested key performance indicators for the teaching personnel. The main results of the admission campaign for the master's degree program in 2020 are presented.

Key words: ***system, training, master's degree, Institute of Magistracy, university, teacher motivation, telecommunications, infocommunications.***

УДК 681.7.06; 621.372
ГРНТИ 49.44.31; 49.44.29

РАЗРАБОТКА НОВОГО КЛАССА КВАРЦЕВЫХ МНОГОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЭКСТРЕМАЛЬНО УВЕЛИЧЕННЫМ ДИАМЕТРОМ СЕРДЦЕВИНЫ ДЛЯ МУЛЬТИГИГАБИТНЫХ БОРТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. В. Бурдин[1,2,3]
[1]Акционерное общество «Научно-производственное объединение Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова»
[2]Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
[3]Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

В работе представлены результаты межрегиональной коллаборации коллективов вузов и научно-производственных предприятий, включающих в себя студентов, магистрантов и аспирантов, которые приняли участие на разных этапах разработки – от моделирования до непосредственного изготовления пилотных строительных длин и их последующего тестирования – нового класса кварцевых волоконных световодов с экстремально увеличенным до 100 мкм диаметром сердцевины и «традиционным» для телекоммуникационных оптических волокон диаметром оболочки 125 мкм, предназначенных для мультигигабитных бортовых и промышленных сетей передачи данных разного назначения.

многомодовые оптические волокна, дифференциальная модовая задержка, бортовые кабельные системы, промышленные сети передачи данных

На сегодняшний день применение оптических волокон (ОВ) уже давно перестало ассоциироваться исключительно с магистральными волоконно-оптическими линиями передачи (ВОЛП) сверхбольшой протяженности или оптическими кольцами городских сетей связи. Экспоненциальное увеличение спроса на услуги широкополосного доступа, не последнюю роль в котором сыграл переход на удаленный доступ учебы и работы в условиях сложившейся тяжелой эпидемиологической обстановки, конвергенция информационных и телекоммуникационных технологий, появление новых мультимедийных приложений на рынке инфокоммуникаций, расширение и интеграция корпоративных информационно-вычислительных сетей, активная разработка направления тактильного Интернета, повсеместное внедрение облачных технологий, переход к технологиям 5G и дополненной реальности (AR) и целый ряд других сопутствующих факторов создают объективные предпосылки для развития абсолютно всех сегментов инфокоммуникационных сетей [1]. В этом смысле, не являются исключением бортовые кабельные системы и промышленные сети передачи данных разного назначения.

Для указанных приложений ОВ являются оптимальным решением, благодаря целому ряду преимуществ, по сравнению с беспроводным доступом и медножильными кабелями. Это, в частности: a) малый вес; b) компактный монтаж; c) невосприимчивость к электромагнитным помехам; d) искробезопасность; e) существенно увеличенная полоса пропускания. Среди номенклатуры кварцевых ОВ типовой конструкции, различающихся по соотношению диаметров сердцевины/оболочки – 10/125, 50/125, 62.5/125, 100/125 – волокна с диаметром сердцевины 100 мкм являются наиболее предпочтительным решением для указанных приложений. Бортовые кабельные системы и промышленные сети передачи данных разного назначения отличаются от традиционных агрессивными условиями эксплуатации – это, в частности, ограниченное пространство инсталляции и монтажа, вибрационные воздействия и нередко «грязная» окружающая среда (пыль, взвешенные частицы и пр.).

И с этой точки зрения, чем больше диаметр сердцевины ОВ, тем выше надежность сети в целом: a) для ОВ 100/125 характерна невосприимчивость к изгибам; b) разъемные соединения с ОВ 100/125 практически нечувствительны к вибрациям и c) загрязнениям торцевой поверхности феррула (наконечника) коннектора; d) при этом кварцевая сердцевины и кварцевая оболочка ОВ обеспечивают коэффициент затухания на порядок ниже и менее, по сравнению с полимерными ОВ; e) за счет экстремально увеличенного диаметра сердцевины для таких ОВ невозможен оптический пробой штатным сетевым оборудованием.

Известные коммерческие аналоги кварцевых волокон с диаметром сердцевины 100 мкм ориентированы только на многомодовый режим и низкие (10...100 МБит/с) скорости передачи данных. Ключевая проблема: все трансиверы активного оборудования сетей, поддерживающих скорости выше 622 Мбит/с реализуются на лазерах, ниже – на светоизлучающих диодах. В общем случае, совместная работа лазеров и волокон с увеличенным диаметром сердцевины до 100 мкм не регламентирована и, как минимум, требует проведения дополнительных мероприятий по адаптации линейного тракта. Иными словами, существующие аналоги ОВ 100/125 (Draka, Nufern, OFS, YOFC и др.) вообще не ориентированы на работу с лазерными источниками.

Все это создало предпосылки к запуску проекта, посвященного разработке нового класса кварцевых ОВ с увеличенным до 100 мкм диаметром сердцевины и "традиционным" для телекоммуникационных ОВ диаметром оболочки 125 мкм, поддерживающих мультигигабитные скорости передачи данных.

Процесс распространения ограниченного числа мод, возбуждаемых лазером, по ОВ с увеличенным диаметром сердцевины отличается от обычного многомодового режима передачи, в первую очередь, проявлением дополнительных факторов искажения оптического сигнала –

дифференциальной модовой задержки (ДМЗ), хроматической дисперсии высших мод, взаимодействием и смешением модовых составляющих и пр. [2]. Все это потребовало разработки соответствующего математического аппарата, и в первую очередь – простого и быстрого метода анализа ОВ с увеличенным диаметром сердцевины. Предложенное решение базировалось на совместном применении метода стратификации и модификации приближения Гаусса, обобщенном на случай расчета параметров передачи направляемых мод произвольного порядка, распространяющихся в слабонаправляющих ОВ с произвольным осесимметричным профилем показателя преломления в области сердцевины, ограниченной одной внешней сплошной оболочкой [3]. Данный приближенный метод ОМПГ (обобщение модификации приближения Гаусса) характеризуется малой погрешностью и при этом позволяет выполнять анализ ОВ с профилями достаточно сложной конструкции, в том числе и восстановленных непосредственно по протоколам измерений промышленных образцов ОВ, при одновременно низких требованиях к вычислительным ресурсам даже в случае перехода к направляемым модам высших порядков. Апробация ОМПГ, включая анализ ОВ со сложными профилями показателя преломления, полученными на основе данных протокольных измерений штатными комплектами анализаторов световодов, и экспериментальная верификация проводились, в том числе, в рамках отдельных ВКР дипломниками и магистрантами Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ, г. Самара), а верификация ОМПГ на строгом численном методе – методе смешанных конечных элементов, адаптированного для расчета ОВ с сильно увеличенным диаметром сердцевины – аспирантами Уфимского государственного авиационно-технического университета (УГАТУ, г. Уфа).

На следующем этапе также в рамках выполнения ВКР студентами и магистрантами, входящих в студенческий чаптер SPIE ПГУТИ, было проведено моделирование серии специализированных градиентных профилей показателя преломления ОВ 100/125 с уменьшенной ДМЗ. Всего было получено свыше 40 образцов профилей.

На рис. 1 представлены диаграммы ДМЗ для трех отобранных профилей ОВ 100/125, а также телекоммуникационного ОВ категории OM2+/OM3, измеренный профиль которого был масштабирован на диаметр сердцевины 100 мкм. На рис. 2 приведена расчетные спектральные характеристики ДМЗ по основной моде LP_{01}. Согласно полученным результатам теоретического расчета, указанные образцы оптимизированных градиентных профилей ОВ 100/125 обеспечивают снижение ДМЗ в области длины волны λ=1310 не менее чем в 6 раз, по сравнению с опорным многомодовым ОВ, и не менее, чем в 4 раза во всем исследуемом "O"-диапазоне длин волн.

На следующем этапе для одного из отобранных образцов профилей была изготовлена преформа, из которой далее летом 2019 г. на базе Акционерное общество «Научно-производственное объединение Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова», Санкт-Петербург) была вытянута опытная партия пилотных строительных длин ОВ 100/125 протяженностью по 500 м каждая.

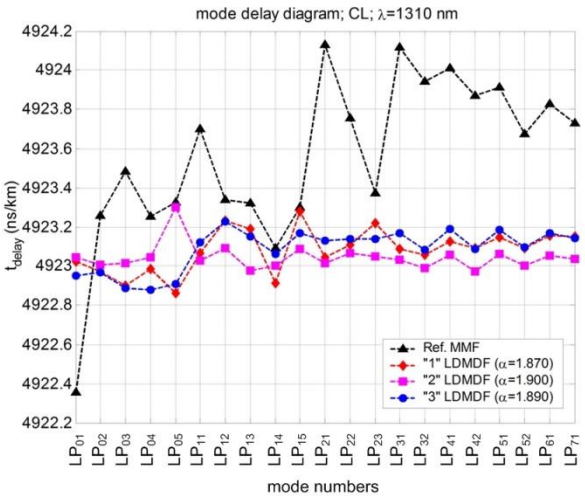


Рис. 1. Диаграммы ДМЗ для профилей опорного многомодового ОВ и оптимизированных профилей ОВ 100/125

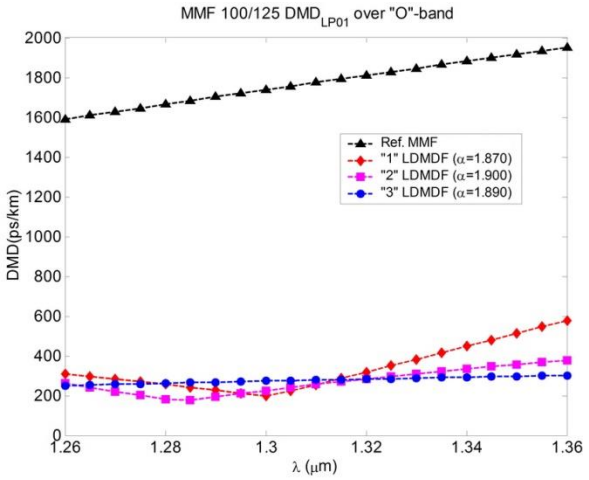


Рис. 2. Спектральные характеристики ДМЗ по основной моде LP_{01} для профилей опорного ОВ и оптимизированных ОВ 10 в «О»-диапазоне длин волн

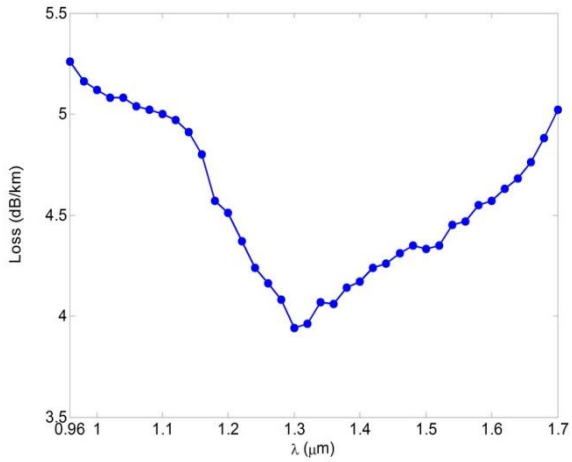


Рис. 3. Спектральная характеристика коэффициента затухания ОВ 100/125

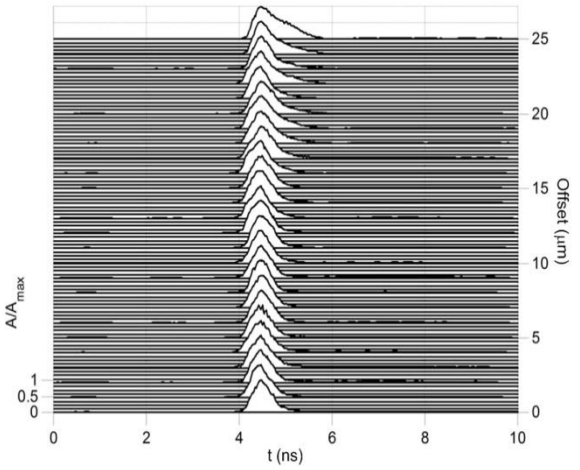


Рис. 4. Результаты измерения карты ДМЗ ОВ 100/125 (длина волны λ=1310 нм)

Здесь на этапах производства и тестирования геометрических параметров участие приняли магистранты и аспиранты предприятия. Результаты измерений спектральной характеристики коэффициента затухания опытного образца строительной длины ОВ 100/125 приведены на рис. 3: значения указанного параметра не превышают заявленные 7.0 дБ/км и 4.0 дБ/км на длинах волн 850 нм и 1300/1310 нм, соответственно.

Далее вновь силами магистрантов и аспирантов ПГУТИ были проведены измерения карты ДМЗ, выполненные в соответствии с ратифицированными стандартами TIA-455-220-A/FOTP-220 и IEC 60793-2-10. Результаты измерения при сканировании на вводе в диапазоне 0...25 мкм с интервалом 1 мкм, выполненные с помощью станции анализатора ДМЗ R2D2 на рабочей длине волны λ=1310 нм и исходной длительности τ_{05}=340 пс вводимого импульса квазигауссовой формы представлены на рис. 4. Анализ полученной карты ДМЗ показывает, что на всем интервале сканирования торца исследуемого образца длины ОВ 100/125 огибающая оптического импульса сохраняет свою форму, а дисперсия составляет 150...175 пс, что, как минимум, в 4 раза меньше теоретического порогового значения для канала 1000Base-LX [4] и свидетельствует о высоких потенциальных возможностей применения представленного нового класса многомодовых ОВ 100/125 для указанных приложений.

Вышесказанное подтвердили результаты проведенной серии тестов по организации каналов передачи данных с применением типовых коммерческих трансиверов спецификаций стандарта IEEE 802.3ae, проведенные коллективом лаборатории ООО «Т8», в состав которых также входили студенты, магистранты и аспиранты Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва): разработанные ОВ 100/125 гарантированного поддерживают скорость передачи 10 Гбит/с на расстояние 300 м.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, DST, NSFC и NRF в рамках научного проекта № 19-57-80016 БРИКС_т

Список используемых источников

1. Cisco Annual Internet Report: Forecast and Trends, 2018–2023 White Paper. Cisco Systems Inc., May 2020 [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html#Trends
2. Bottacchi, S. Multi-Gigabit transmission over multimode optical fibre. Theory and design methods for 10GbE systems / S. Bottacchi. – West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2006. – 654 p.
3. Bourdine A.V. Modeling and simulation of piecewise regular multimode fiber links operating in a few-mode regime // Advances in Optical Technologies. 2013. vol. 2013. P. 469389-1 – 469389-18.
4. Cunningham D.G., Nowell M., Hanson D.C., Kazovsky L. The IEEE 802.3z worst case link model for optical physical media dependent specification [Электронный ресурс] // IEEE 802.3z Task Force. Presentation materials. March 1997 meeting. 1997. URL: http://www.ieee802.org/3/z/public/presentations/mar1997/

Bourdine A.

Vavilov State Optical Institute, St. Petersburg
The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications
Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara

Development of New-Class Silica Multimode Optical Fibers with Extremely Enlarged Core Diameter for Multi-Gigabit Onboard and Industrial Networks.
This work present results of interregional collaboration, containing students, postgraduate students and PhD-students from universities and scientific production companies, which focused on development, fabrication and following testing of new-class multimode optical fibers with extremely enlarged core diameter up to 100 um and typical "telecommunication" cladding diameter 125 um for multi-Gigabit onboard cable systems and industrial networks.

Keywords multimode optical fibers, differential mode delay, onboard cable system, industrial networks

УДК 327
ГРНТИ 11.01.11

ЗАРУБЕЖНОЕ РЕГИОНОВЕДЕНИЕ КАК НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА (НА ПРИМЕРЕ КАФЕДРЫ ИРВ СПБГУТ)

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

Проблематика зарубежного регионоведения обладает многоуровневой актуальностью. С одной стороны, это достаточно сложное научно-образовательное направление, направленное на решение междисциплинарных задач широкого гуманитарного профиля. Актуальное положение дел на международной арене определяет потребность в квалифицированных специалистах-регионоведах, обладающих глубокой и разносторонней гуманитарной подготовкой.

В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича подготовка специалистов в сфере зарубежного регионоведения осуществляется с позиции максимальной комплексности, что предполагает определённую специфику в преподавании и соответствующий акцент в последующей профессиональной деятельности выпускников. Соответственно задачей, стоящей перед коллективом преподавателей кафедры истории и регионоведения, непосредственно ведущих образовательный процесс, является теоретико-методологическое обеспечение данного научного и образовательного направления в условиях новых вызовов и задач, стоящих перед отечественным высшим образованием.

Зарубежное регионоведение, междисциплинарные гуманитарные исследования

Как известно, современные правила социально-политического и экономического международного взаимодействия во многом определяются решениями различных международных встреч, а также профильных организацией и институтов. Рост популярности изучения проблематики международных отношений и зарубежного регионоведения в российском

научном и образовательном пространстве – закономерное следствие подобного положения вещей. Наличие магистратуры по международным и региональным исследованиям, центров междисциплинарного изучения различных регионов мира – сегодня скорее норма для ведущих вузов России, и СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича не является исключением в рамках этой тенденции.

Неоднородность мирового политического и экономического пространства решительным образом сказывается на масштабе влияния региональных процессов на глобальный уровень международных отношений. В условиях возвышения новых мировых центров актуализируется проблема комплексного изучения регионов с учётом общемировых трендов [1], что влечёт за собой необходимость проведения всестороннего регионального и кросс-регионального анализа, а следовательно порождает и потребность в соответствующих высококлассных специалистах.

Таким образом, зарубежное регионоведение – аналитическое научное направление, комплексно изучающее внутренние и внешние факторы развития конкретных регионов с учетом международных проблем и явлений.

Методологии зарубежного регионоведения присуща выраженная междисциплинарность [2]: не просто заимствование техник и методов из других областей науки (междисциплинарный подход), но создание на их основе новых исследовательских концепций; перманентная опора на своего рода синтез иностранного языка, истории, международных отношений, страноведения, международной экономики, политической и экономической географии, культурной антропологии и политологии, что в совокупности формирует предметное поле, аналитический инструментарий и понятийный аппарат зарубежного регионоведения как учебной дисциплины и научного направления [3].

Вот уже более двадцати лет на базе кафедры истории и регионоведения СПбГУТ осуществляется подготовка по специальности «Зарубежное регионоведение». «Зарубежное регионоведение» - одно из самых актуальных направлений подготовки высококлассных специалистов широкого гуманитарного профиля, способных к успешной и плодотворной межкультурной коммуникации, построению эффективного межгосударственного сотрудничества, решению вызовов и задач нового, «цифрового века» в его гуманитарных измерениях.

Кафедра истории и регионоведения относится к старейшим кафедрам вуза, возникшим ещё при создании Ленинградского института инженеров связи. Большую роль в создании современного высококвалицированного «ядра» кафедры сыграл доктор исторических наук, профессор Н. Ф. Катков, руководивший коллективом преподавателей в 1960 - 1980-х гг. В 1990 году кафедру возглавил к.и.н., доцент С. А. Лосев, заместителем которого стала к.и.н., доцент Т. С. Комиссарова. В связи с подготовкой

специалистов в области регионоведения кафедра стала выпускающей (2004 г.) и из кафедры истории была переименована в кафедру истории и регионоведения. В рамках подготовки специальности «Зарубежное регионоведение» ведутся общепрофессиональные и специальные курсы, связанные с углубленным изучением вопросов мировой политики, международного права, экономики, истории культуры изучаемых регионов и т. п. Являясь выпускающей, кафедра истории и регионоведения обеспечивает научное руководство дипломными и курсовыми работами, добиваясь высокого качества студенческих исследований.

Наравне с С.А. Лосевым, большую роль в становлении специальности «Зарубежное регионоведение» сыграл к.и.н., доцент О.А. Яковлев, который не только долгое время вёл ряд основных дисциплин, но и уделял большое внимание подготовке подрастающего поколения будущих преподавателей и учёных, тем самым способствуя самообеспечению кафедры за счёт собственных выпускников. Во многом благодаря его стараниям нынешние сотрудники кафедры Гехт А.Б., Неровный А.В. и Цверианашвили И.А. (все выпускники специальности «Зарубежное регионоведение») поступили в аспирантуру и приобщились к регулярной исследовательской деятельности; в 2016 г. А.Б. Гехт защитил кандидатскую диссертацию, посвящённую изучению взаимоотношений Швеции и Финляндии. С 2017 г. А.Б. Гехт стал курировать реализацию магистерской программы по профилю «Европейские исследования», созданной в 2015 г., а с 2020 г. возглавил коллектив сотрудников кафедры.

В сфере научных интересов преподавателей кафедры истории и регионоведения (более 80% из числа которых являются докторами и кандидатами наук) находятся социально-экономические и политические проблемы отечественной истории, вопросы истории и культуры скандинавских и западноевропейских стран, европейской интеграции, международных отношений и др. Подготовлены и опубликованы десятки учебно-методических и учебных пособий, позволяющих магистрантам систематизировать знания и лучше подготовиться к сдаче зачётов и экзаменов.

С 2019 г. подготовка магистрантов осуществляется в рамках нового профиля – «Международно-политический анализ регионов мира», направленного на расширение сферы научно-исследовательских интересов сотрудников кафедры и магистрантов. В рамках утверждения нового профиля коллективом кафедры ИРВ было подготовлено масштабное (более 20 п.л.) учебное издание «Введение в мировое комплексное регионоведение».

Что же изучает магистрант, обучающийся по направлению подготовки «Зарубежное регионоведение» в стенах СПбГУТ?

Следует выделить следующие направления, на которые делается особый акцент в ходе реализации образовательной программы. Это иностранные языки; процессы глобализации и регионализации; соотношение внутренней и внешней политики рассматриваемых государств, иными сло-

вами – чем отличаются их глобальное и региональное измерения; глобальные проблемы и вызовы политического и экономического развития; политическая регионалистика - отражение общемировых процессов на региональном уровне, специфических аспектов международного сотрудничества и регионального управления; международная политическая экономика, политология и актуальная картина современных международных отношений.

Особое внимание уделяется теоретико-прикладным аспектам регионализации, выделению региона и региональных подсистем в качестве самостоятельных аналитических объектов исследования и решения теоретических и прикладных задач [4]. Будущие профессиональные компетенции закрепляются в ходе ряда различных практик – и более теоретических, и более прикладных. В обязательном порядке магистранты участвуют в различных конференциях (вне СПбГУТ), конкурсах научных работ и имеют публикационную активность, индексируемую в РИНЦ, Scopus и Web of Science.

В какой же сфере трудоустраивается выпускник?

В качестве основных направлений профессиональной деятельности, в которых находят себя выпускники, можно выделить следующие:

- Организационно-коммуникационная;
- Туризм;
- Информационно-аналитическая;
- Редакционно-издательская;
- Культурно-просветительская;
- Научно-исследовательская и преподавательская;
- Учебно-организационная.

Традиционно многие выпускники продолжают своё обучение: в каждой учебной группе магистрантов находится 1-2 студента, продолжающих обучение в аспирантуре. На момент написания этих строк выпускница 2019 г. стала штатным преподавателем кафедры истории и регионоведения, участвуя не только в преподавательской, но и в учебно-методической стороне работы.

Завершив полный спектр своего образования, выпускники часто занимают следующие позиции на рынке труда:

- Референт
- Эксперт

- Переводчик
- Консультант
- Государственный служащий

Завершая настоящую статью, хочется отметить не только научную и исследовательскую ценность регионоведческих исследований в пространстве современной отечественной науки, но и широкие карьерные перспективы, открывающиеся перед выпускниками магистерской программы по направлению подготовки «Зарубежное регионоведение», реализуемой на базе кафедры истории и регионоведения СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.

Список используемых источников

1. Мировое комплексное регионоведение: Введение в специальность: учебник / под ред. А.Д. Воскресенского. М.: Магистр, Инфра-М., 2015. 448 с.
2. Регионоведение. Учебник для вузов/под ред.И.Н. Барыгина. СПб: Аспект-пресс, 2007. 398 с.
3. Регионоведение: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Регионоведение», «Международные отношения»/ под ред. В.А. Дергачёва. М.: Юнити-Дана, 2012. 312 с.
4. Регионоведение: учебник для академического бакалавриата / В. А. Ачкасова [и др.] ; под редакцией И. Н. Барыгина. — 2-е изд., испр. и доп. — М: Юрайт, 2019. 391 с.

Gekht A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Foreign Regional Studies As a Scientific and Educational Program (Based on the Department of History and Regional Studies of SPbSUT).

The problems of foreign regional studies have a multi-level relevance. On the one hand, it is a complex scientific and educational direction aimed at solving interdisciplinary problems of a wide humanitarian profile. The current state of affairs in the international arena determines the need for qualified specialists in regional studies with deep and versatile humanitarian training.

At the St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M. A. Bonch-Bruevich education of specialists in this field of foreign regional studies is carried out from the position of maximum complexity, which implies a certain specificity in teaching and a corresponding emphasis in the subsequent professional activities of graduates. Accordingly, the task facing the team of teachers of the Department of History and Regional Studies, directly leading the educational process, is the theoretical and methodological support of this scientific and educational direction in the context of new challenges and challenges facing Russian higher education.

Key words: Foreign regional studies, interdisciplinary humanities research

УДК 621.396.62
ГРНТИ 49.43.37

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЦИФРОВЫХ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПРИЕМНИКА ЦИФРОВОГО РАДИО СТАНДАРТА DRM+

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

В данной статье рассмотрены методические аспекты реализации проекта по разработке цифрового радиоприемного устройства в рамках выпускной квалификационной работы, а именно применение модельно-ориентированного подхода к проектированию (МОП). Рассмотрены некоторые аспекты работы в программной среде проектирования MATLAB/Simulink. Приведены результаты работы приемного тракта.

MATLAB, Simulink, DRM+, МОП.

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы была поставлена задача разработки приемного устройства стандарта DRM+. Это устройство должно принимать сигнал из эфира, демодулировать и декодировать данные в соответствии со стандартом ETSI ES 201 980 [1].

Для начала необходимо определиться, какой подход к разработке выбрать. На предприятиях радиоэлектронной отрасли РФ до сих пор распространен функциональный подход к разработке. За каждый аспект разработки отвечают профильные специалисты, выполнение работы происходит поэтапно по функциональному признаку. Традиционный цикл разработки-тестирования-производства имеет ряд преимуществ, однако не может обеспечить требования по срокам и стоимости разработки, предъявляемые к выпускной квалификационной работе (ВКР). В рамках данной ВКР использовался модельно-ориентированный подход (МОП) к проектированию с использованием специализированных сред разработки.

Этот подход обеспечил проекту необходимую гибкость, позволил в процессе не привязываться к конкретным аппаратным платформам, сдвинул циклы верификации-тестирования на более ранние этапы разработки, что позволит в разы экономить ресурсы в случае корректировки технического задания по результатам тестирования устройства. В качестве программной среды разработки была выбрана среда MATLAB/Simulink. Она обладает всеми необходимыми ресурсами для разработки систем цифровой связи. Среда графического моделирования Simulink позволила из элементарных блоков создать системную модель, элементы которой в процессе проектирования подбирались и изменялись на протяжении всей разработ-

ки. Такой подход был применен при выполнении научно-исследовательской работы по исследованию приемопередающих трактов систем цифрового радиовещания [2]. Разработанная в ходе проекта системная модель на высокоуровневом языке является платформонезависимой, что позволит в дальнейшем портировать программное обеспечение на любые платы как под управлением DSP, так и FPGA, что также существенно экономит ресурсы при разработке.

Архитектура современных радиоприемных устройств строится на принципах разделения процедур обработки сигналов на аппаратную и программную части. В данной статье приводится описание процесса разработки программной части.

Программная часть разрабатывалась в среде графического моделирования Simulink с применением m-функций на языке MATLAB. Структура программной модели отображена на рис.1 и разработана в соответствии с европейским стандартом ETSI ES 201 980 [1].

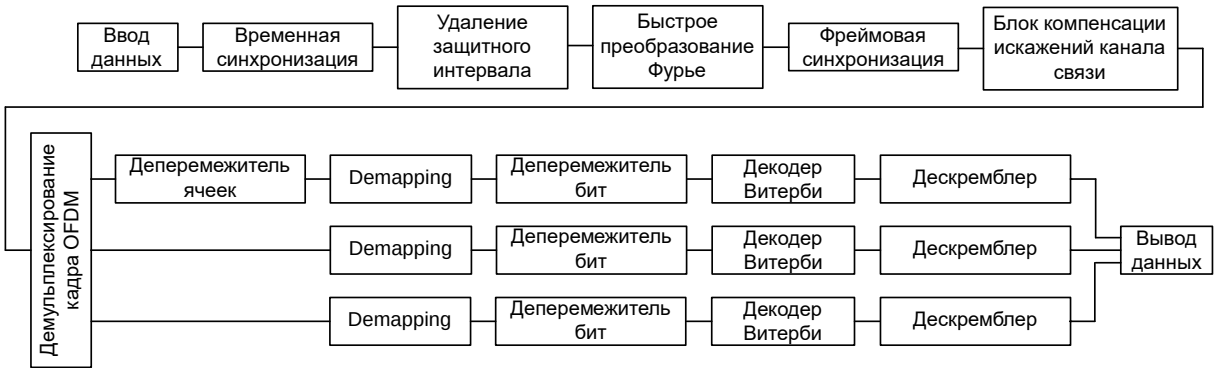


Рис. 1. Структурная схема приемного устройства DRM

Согласно структуре приемного устройства производится цифровая обработка сигнала. На вход поступают отсчеты синфазных и квадратурных компонент сигнала. Для начала производится синхронизация по времени и удаляется защитный интервал OFDM. Затем производится операция быстрого преобразования Фурье, после неё, пройдя через кадровую синхронизацию, принимаемая информация проходит процедуру компенсации искажений, вызванных каналом связи. Далее идет демультиплексирование OFDM кадра на три основных канала: канала быстрого доступа (FAC), канала сервисной информации (SDC) и основного сервисного канала (MSC), содержащего звуковую, текстовую и визуальную информацию. Данные этих каналов подаются на блок демаппинга (демаппинг – процедура перевода символов сигнального созвездия в битовую последовательность), деперемежения (данные канала MSC подвергаются процессу двухэтапного

деперемежения ячеек и деперемежения бит. Каналы FAC и SDC подвергаются процессу деперемежения бит), декодирования и дескремблирования.

Рассмотрим преимущества МОП на примере разработки блока дескремблирования [3].

Задача скремблера – рандомизировать входной поток бит складывая входную последовательность с псевдослучайной последовательностью, генерирующейся в соответствии со стандартом ETSI ES 201 980 [1]. Дескремблер выполняет обратную операцию, складывая скремблированную последовательность с той же псевдослучайной последовательностью. Для системы DRM+ при генерации псевдослучайной последовательности (ПСП) используется полином, схема которого отображена на рис. 2

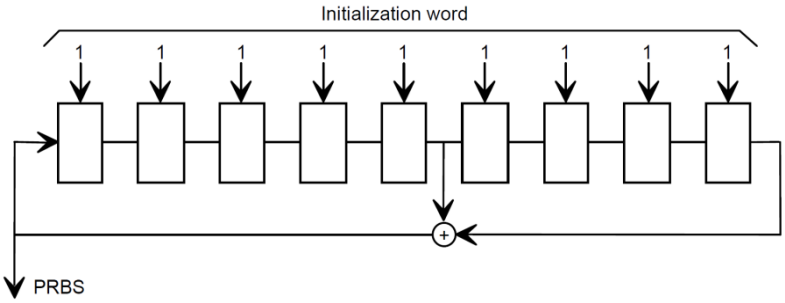


Рис. 2. Генератор псевдослучайной последовательности для системы DRM

Сам полином выглядит следующим образом:

$$P(X) = X^9 + X^5 + 1, \quad (1)$$

В процессе разработки были реализованы два варианта генератора ПСП. В первом варианте он реализован на стандартных блоках Simulink: блоках задержки (Delay) и блоке сложения по модулю 2 (XOR) (рис. 3). Но при таком варианте дополнительно использовались блоки буферизации, которые замедляли работу системной модели.

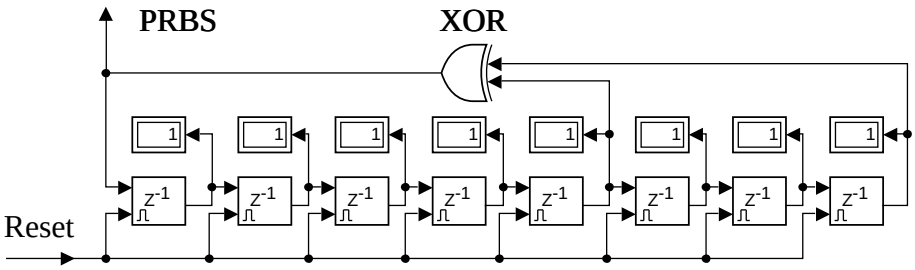


Рис. 3. Реализация генератора псевдослучайной последовательности в виде сдвигового регистра

Чтобы это исправить, генератор псевдослучайной последовательности был реализован на языке MATLAB в виде m-функции (рис. 4). Это позволило ускорить работу блока дескремблера и системной модели в целом.

```
%% ---------------------------- P R B S ---------------------------------
function PRBS = PRBS_generator(blockLength)
registr = [1 1 1 1 1 1 1 1 1]; %начальное состояние регистра
PRBS=zeros(1, blockLength); %задаём массив псевдослучайной последовательности
    %% формирование псевдослучайной последовательности PRBS
 for m = 1:blockLength
    PRBS(m) = xor(registr(5), registr(9));
    registr = [PRBS(m) registr(1) registr(2) registr(3) registr(4) ...
        registr(5) registr(6) registr(7) registr(8)];
 end
end
```

Рис. 4. Реализация генератора псевдослучайной последовательности в виде кода в m-функции

В итоге, для проверки работоспособности приемного устройства в качестве тестового сигнала была выбрана запись с измерений параметров вещательного сигнала DRM в рамках проводимой в 2019 году НИР [4]. На рис. 5 Отображен результат работы приемного тракта.

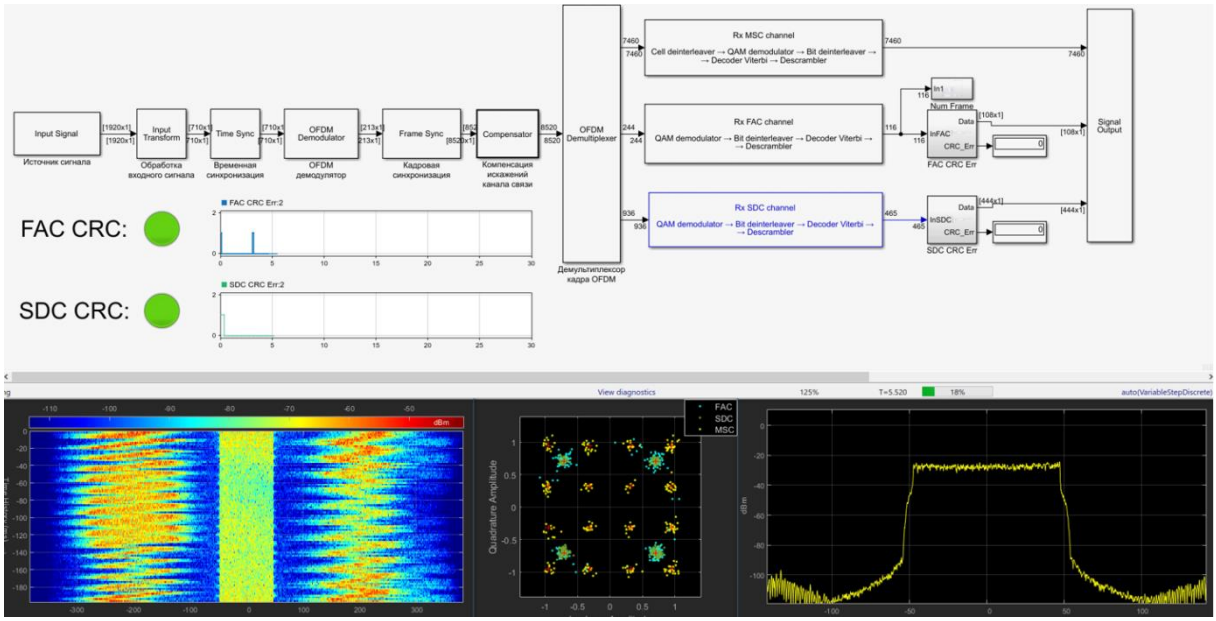


Рис. 5. Результат работы приемного устройства

Проверка корректности принимаемых данных каналов FAC и SDC осуществлялась при помощи контрольной суммы. На рис. 6 представлен график наличия ошибок в контрольной сумме с течением времени, а также декодированная информация из канала SDC. Так можно заметить, что в одном SDC кадре передаются данные о сервисе EuropaPlus, а в другом SDC кадре — данные о сервисе ComedyRadio. Это косвенно подтверждает то, что приемное устройство правильно приняло и декодировало данные сервисного канала.

При разработке радиоэлектронных устройств связи необходимо учитывать возможность применения современных подходов, которые позволят сократить время на разработку и повысят эффективность проекта. В качестве основного подхода при проектировании приемника стандарта

цифрового радиовещания – DRM+ был выбран модельно-ориентированный подход к проектированию (МОП). Такой подход позволил разработать, протестировать и верифицировать программную модель приемного устройства на базе программного обеспечения MATLAB/Simulink, работоспособность которой была проверена на записи реального сигнала из эфира. Результаты разработки элементов программной модели были внедрены в учебный процесс в виде методических материалов и способствуют подготовке кадров современной радиоэлектронной промышленности.

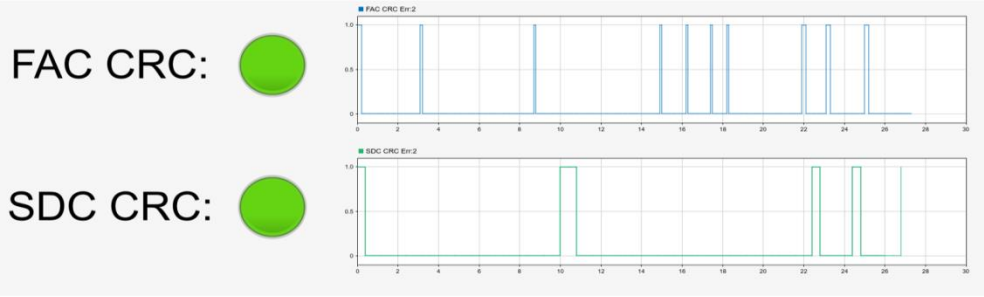


Рис. 6. Проверка корректности приема данных каналов FAC и SDC

Список используемых источников

1. ETSI ES 201 980 V4.1.2 (2017-04) Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification. 2017. 196 p.

2. Ковалгин Ю.А., Мышьянов С.В., Гуминский О.А, Мошков В.В., Шахпоранян И.А., Жукова А.В. Исследование приемопередающих трактов систем цифрового радиовещания: отчёт о НИР. СПб. : СПбГУТ, 2019. 79 с.

3. Roman V. Glazkov, Oleg A. Guminskiy, Sergei V. Myshyanov Nikita V. Babaev, Sergei A. Sokolov Research and Implementation of Energy Dispersal Algorithm for DRM System // IEEE. – 2020. ISBN 978-1-7281-5760-3 – p. 17-20.

4. Построение опытной аналого-цифровой зоны радиовещания DRM+/УКВ ЧМ в диапазоне 87,5-108 МГц : отчёт о НИР (заключительный) / ООО «Дигитон Системс» ; рук. Ю.А. Ковалгин ; исполн.: С.А. Соколов, С.В. Мышьянов, В.В. Мошков, О.А. Гуминский. Санкт Петербург, 2019. – 223 с.

Guminskiy O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Application of the Model-Based Design Method to the Engineering of Digital Receiving and Transmitting Devices Using the Example of the Development of a DRM+ Digital Radio Receiver.

This article examines the methodological aspects of implementing the project to develop a digital radio receiving device as part of a graduate work, namely the application of the Model-Based Design method (MBD). Some aspects of work in the MATLAB/Simulink programming environment are considered. The results of the receiving tract's operation are given.

Key words: MATLAB, Simulink, DRM+, MBD.

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

УДК 621.311
ГРНТИ 44.41.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДУВОК ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ

А. Д. Бекташева, С. М. Сотенко
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Тема альтернативной энергетики с каждым годом становится популярнее. Водородная энергетика является одной из самый перспективных ее направлений. В статье приведены результаты эксперимента, показывающие, что продувки водородных топливных элементов напрямую влияют на стабильность выходных электрических характеристик топливного элемента.

водород, топливный элемент, напряжение, продувка

В настоящее время все большую популярность набирают альтернативные источники энергии в связи с их экологичностью и минимальными выбросами в атмосферу. Одним из самых перспективных направлений в этой области является водородная энергетика. Водород – самый распространенный элемент на Земле и в космосе, однако только недавно человечество активно начало его использование в качестве энергетического ресурса. Водород удобен для применения его в качестве энергетического ресурса так как может храниться в течение длительного времени в больших резервуарах для продажи и использования в промышленных целях, интегрироваться в газовую сеть или применяться для питания топливных элементов.

Поэтому существует необходимость исследования водорода, как источника альтернативной энергии, в частности работы водородных топливных элементов на его основе, а также в поиске оптимального режима работы топливных систем с использованием таких топливных элементов. И в связи с этим, как пример, одна из ведущих Российских компаний в сфере водородной энергетики стала организатором ежегодного

детско-юношеского соревнования «Первый элемент». В рамках данного мероприятия конкурсантам предоставляется возможность предложить свой проект в области повышения энергоэффективности топливных систем, а именно радиоуправляемую модель автомобиля 1:10 на основе топливного элемента, работающего гибридной системе, использующей водородные топливные элементы.

Главной составляющей частью топливной системы таких автомобилей является водородный элемент. Топливные элементы по принципу работы похожи на обычные гальванические элементы, с той разницей, что у батарейки ограниченный запас необратимо расходуемых реагентов находится в замкнутом объёме самого источника энергии, а в топливных элементах подвод реагентов к катоду и аноду непрерывно осуществляется из внешних источников, и продукты реакции отводятся во внешнюю среду, поэтому реакция может продолжаться до тех пор, пока обеспечивается поступление необходимых реагентов водорода и кислорода, отвод продуктов реакции и сохраняется работоспособность самого топливного элемента.

Топливные элементы способны вырабатывать электрическую энергию и тепло из топлива путём электрохимической реакции. В качестве топлива в топливных элементах используются водород либо углеводородные топлива – газообразные и жидкие, а в качестве окислителя – обычно кислород воздуха.

Неоспоримым преимуществом топливных элементов является то, что они высокоэффективны, работают практически с отсутствием шума и вибраций и не производят парниковых газов, таких как углекислый газ, метан и оксид азота. А для топливных элементов, работающих именно на водороде, единственным продуктом выброса является вода.

Система электропитания, основанная на топливных элементах, где в качестве топлива выступает водород, предназначена для обеспечения энергией самого разного оборудования, например, автомобилей, беспилотных летательных аппаратов, изделий робототехники и многого другого.

На рисунке 1 приведен схематический принцип работы водородно-кислородного топливного элемента, используемого для проведения эксперимента.

Принцип работы водородно-кислородного топливного элемента заключается в том, что анод и катод разделяются электролитом, проводящим протоны. Молекулярный водород диссоциирует на катализаторе анода, что приводит к потере электронов. Ионы водорода поступают к катоду через электролит, а электроны проходят по внешней электрической сети и создают постоянный ток, который может быть для совершения полезной работы. Молекула кислорода на катализаторе катода

объединяется с электроном и поступившим протоном, образуя в итоге воду, являющуюся единственным продуктом реакции.[1]

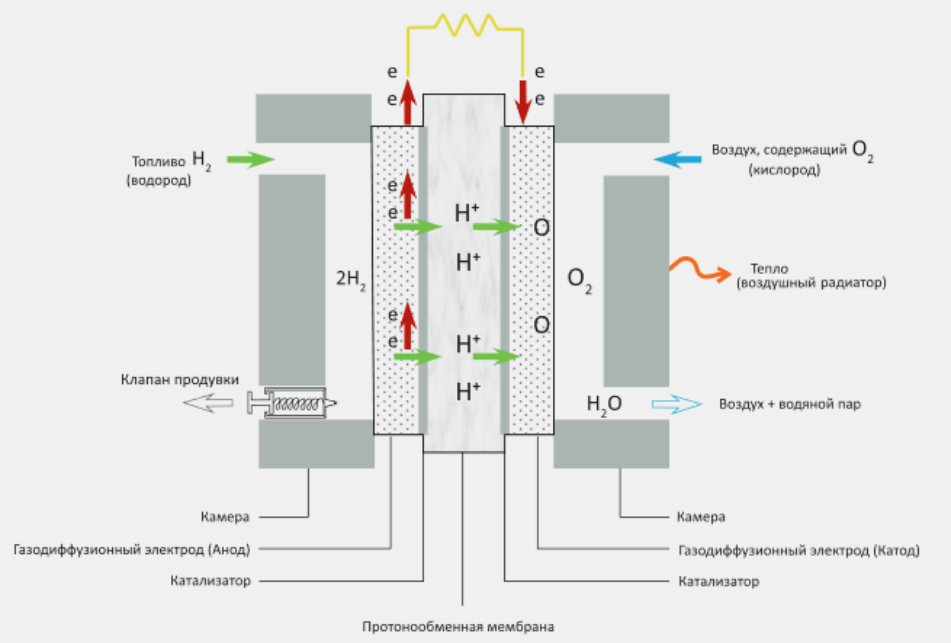


Рис. 1. Принцип работы водородно-кислородного топливного элемента

Как известно, коэффициент полезного действия или КПД – одна из основных характеристик, определяющих эффективность преобразования энергии. КПД водородных топливных элементов зависит от многих факторов, таких, как рабочая температура, давление газа, степень чистоты газов, наличие утечек, качество нанесения катализатора, качество сборки БТЭ и так далее, но все эти параметры не могут контролироваться вне стен производства топливных элементов. Поэтому для исследования и повышения энергоэффективности будут исследоваться периодичность и длительность продувок водородного топливного элемента.

Поскольку, водородный топливный элемент используется в качестве источника тока для электронного устройства, то уменьшение выходного электрического напряжения до уровня работоспособности устройства или ниже, является нежелательным [2]. Но, как видно из рисунка 2, в процессе работы водородного топливного элемента с полезной нагрузкой значение выходного электрического напряжения плавно понижается. Это происходит потому, что через протонообменную мембрану могут диффундировать не только протоны, но и, например, азот, который содержится в воздухе. В процессе работы топливного элемента постепенно возрастает концентрация азота в камере, заполненной водородом. Также во время своей работы водородный топливный элемент может нагреваться до 55 °C. Но уже при 40°C его КПД начинает уменьшаться. Эти факторы и приводят к снижению энергоэффективности топливной системы.

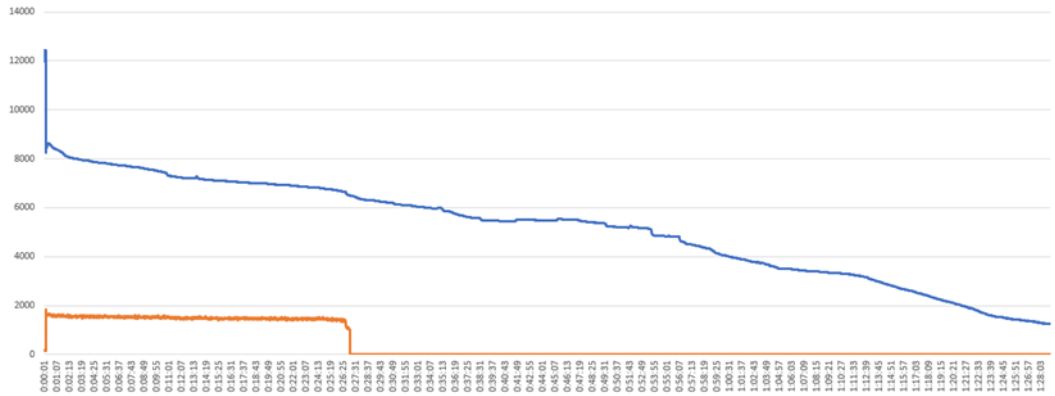


Рис. 2. Работа водородного топливного элемента без продувок

Для решения этой проблемы открывается выходной клапан, т.е. совершается продувка для отвода примесей вместе с частью непрореагировавшего водорода, которые не являются нужными для выработки электрической энергии и охлаждения самого топливного элемента, стабилизируя тем самым выходное напряжение. Результат работы водородного топливного элемента с такой же полезной нагрузкой, как при первом эксперименте, но также и с установленным режимом продувок периодичностью открывания внешнего клапана в 20 секунд длительностью 0,2 секунды, представлен на рисунке 3.

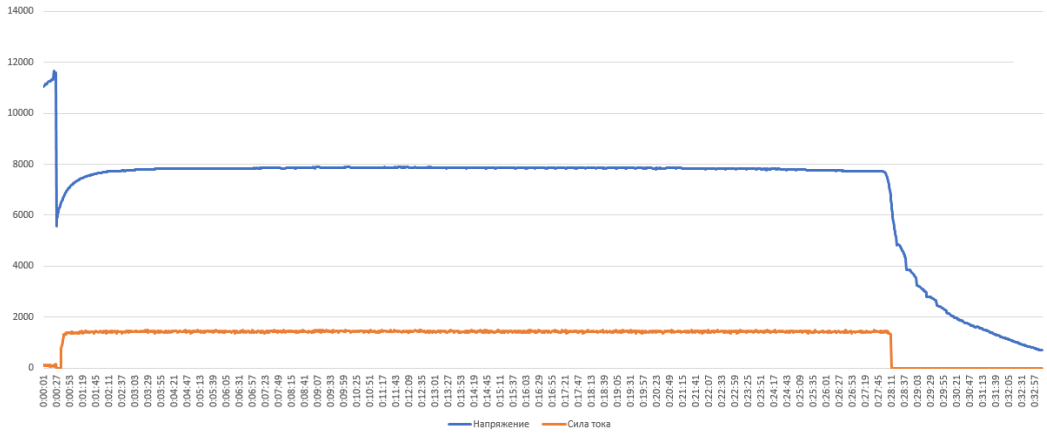


Рис. 3. Работа водородного топливного элемента с продувками

Как видно из представленного выше графика, выходное напряжение стабильно, не имеет скачков и плавного уменьшения выходных электрических характеристик.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наличие продувок водородного топливного элемента при его работе напрямую влияет на выходные электрические характеристики этого топливного элемента. Эффективность работы водородного топливного элемента зависит от продолжительности и периодичности открытия клапана продувки. При неоптимальных настройках продувок расход водорода может быть

избыточным или недостаточным для стабильной работы топливного элемента. Помимо концентрации примесей, настройки продувок влияют на охлаждение топливного элемента. Неоптимальные настройки могут повлечь повышение температуры и снижение эффективности работы топливного элемента. Таким образом поиск оптимальных режимов продувок является важной исследовательской задачей при настройке и эксплуатации водородных топливных элементов.

Список используемых источников

1. Бенсон Пол Алан. Распределение газа в топливных элементах. Пат. 235041 Великобритания; заявитель и патентообладатель Интелиджент энерджи лимитед №2006139130/09; заявл. 07.04.2005; опубл. 27.03.2009; перевед. 08.11.2006.

2. Кацумата Момое. Электронное устройство способ и программа управления им и аккумулятор для обеспечения работы электронного устройства. Пат. 2968945 Япония; заявитель и патентообладатель Кэнон Кабусики Кайся № 2007146510/09; заявл. 12.05.2006; опубл. 10.10.2009; перевед. 13.12.2007.

Bektasheva A., Sotenko S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Research of the Influence of Hydrogen Fuel Cell Purge on the Energy Efficiency of the Fuel System.

The topic of alternative energy is becoming more popular every year. Hydrogen energy is one of the most advanced of its destinations. The article presents the results of an experiment showing that the purging of hydrogen fuel cells directly affects the stability of the output electrical characteristics of the fuel cell.

Key words: hydrogen, fuel cell, voltage, purge

УДК 004.421
ГРНТИ 47.14.17

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА СИГНАЛОВ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ И ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРАХ

И. А. Богословский, В. С. Грибанов, А. Е. Копылов, А. Б. Степанов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Данная работа посвящена реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов на микроконтроллере АО «ПКК Миландр» и цифровом сигнальном процессоре АО НПЦ «ЭЛВИС», основанных на применении непрерывного и дискретного вейвлет-преобразований. Достоинством реализации данных алгоритмов на отечественной элементной базе является возможность их применения в устройствах, предназначенных для работы в широком диапазоне температур (от -60˚С до +85˚С), а также обеспечивает решение одной из приоритетных задач – импортозамещения высокотехнологичного оборудования. Реализованные устройства могут применяться для частотно-временного анализа сигналов, а также для их сжатия и очистки от шума.

непрерывное вейвлет-преобразование, дискретное вейвлет-преобразование, цифровой сигнальный процессор, микроконтроллер, частотно-временной анализ, сжатие, очистка от шума.

В настоящее время широкое распространение получили алгоритмы цифровой обработки сигналов, основанные на использовании математического аппарата вейвлетов [1–4].

Вейвлеты – это класс особых функций с нулевым интегральным значением, локализованные по оси времени, способные к сдвигу и масштабированию [3, 5]. Среди алгоритмов вейвлет-анализа необходимо отметить те, которые основаны на непрерывном вейвлет-преобразовании (НВП) и те, которые основаны на дискретном вейвлет-преобразовании (ДВП). Алгоритмы на базе НВП применяются в основном при выявлении информационных признаков в сигнале [2]. Алгоритмы на основе ДВП, как правило, применяются при очистке от шума и сжатии сигналов [4, 6].

При решении ряда задач требуется высокая надежность разрабатываемого устройства, а также обеспечение возможности его работы при низких температурах. Как известно [7], алгоритмы на основе математического аппарата вейвлетов, как правило, требуют при реализации использование высокопроизводительной элементной базы. В качестве подобных устройств могут применяться некоторые микроконтроллеры (МК) [8] и цифровые сигнальные процессоры (ЦСП) [7]. Выбор цифрового сигнального процессора осуществляется исходя из следующих требований:

- число каналов анализируемого сигнала;

- частота дискретизации сигнала;
- вид сигнала;
- условия эксплуатации реализуемого устройства;
- отечественное производство (в целях обеспечения импортозамещения).

Целью данной работы является: реализация алгоритмов вычисления непрерывного и дискретного вейвлет-преобразований на отечественных микроконтроллере и цифровом сигнальном процессоре. Данная цель достигается путем решения следующих задач:

1. Осуществление выбора МК и ЦСП, пригодных для вычисления НВП и ДВП сигналов в широком диапазоне температур (от -60 ℃ до +85 ℃).
2. Реализация алгоритма вычисления НВП на выбранных МК и ЦСП.
3. Реализация алгоритма вычисления ДВП на выбранных МК и ЦСП.
4. Оценка целесообразности использования выбранной элементной базы для реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов.

Решение задачи реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов на отечественных микроконтроллерах и цифровых сигнальных процессорах является актуальной задачей.

Рис. 1 Отладочная плата с МК 1986ВЕ91Т

Научная новизна проводимых исследований заключается в применении современных подходов к реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов.

Рис. 2 Отладочная плата с ЦСП 1892ВМ10Я [9]

В связи с тем, что устройство частотно-временного анализа сигналов должно работать в широком диапазоне температур (от -60℃ до +85℃), а также в связи с необходимостью импортозамещения при реализации были выбраны МК и ЦСП российского производства АО «ПКК Миландр» и АО НПЦ «ЭЛВИС». При проведении обзора продукции данных производителей были выбраны микроконтроллер Миландр 1986ВЕ91Т и система на кристалле Элвис 1892ВМ10Я.

Для реализации алгоритма вычисление непрерывного вейвлет-преобразования на микроконтроллере 1986ВЕ91Т был выбран метод на основе взаимно-корреляционной функции сигнала и вейвлета [7]. Выбор метода обусловлен отсутствием аппаратной реализации вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ) на данном устройстве. При реализации была использована среда разработки Keil uVision. Для проведения исследований в качестве анализируемого сигнала был использован фрагмент электроэнцефалограммы длительностью 1 с. (рис. 3, *а*) и частотой дискретизации $f_д$ = 2048 Гц. Вейвлет-коэффициенты, вычисленные на микроконтроллере 1986ВЕ91Т, были визуализированы в виде вейвлет-спектрограммы в системе MATLAB (рис. 3, *б*). При этом был использован вейвлет Мексиканская шляпа и значение масштаба a = [1, 64].

При реализации алгоритма вычисления НВП на ЦСП 1892ВМ10Я был выбран метод на основе быстрого преобразования Фурье, так как на данном ЦСП имеется аппаратная реализация БПФ длиной 1024 точки. Полученные вейвлет-коэффициенты были визуализированы в MATLAB в виде вейвлет-спектрограммы (рис. 3, *в*).

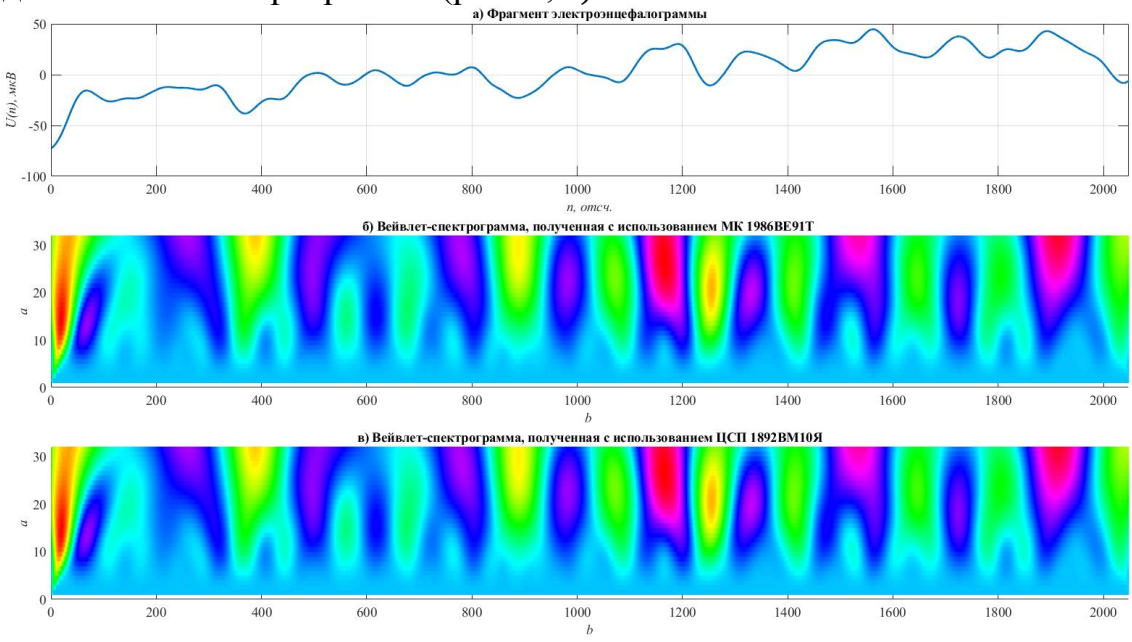


Рис. 3. Фрагмент электроэнцефалограммы *а*) и вейвлет-спектрограммы, полученные с использованием МК 1986ВЕ91Т *б*) и ЦСП 1892ВМ10Я *в*)

Как следует из рис. 3, полученные вейвлет-спектрограммы идентичны, что позволяет сделать вывод о возможности применения данных устройств при реализации алгоритмов вычисления НВП сигналов. При проведении дополнительных исследований при использовании фрагментов сигнала большей длины было выявлено, что при применении ЦСП 1892ВМ10Я требуется значительно меньше времени для обработки сигнала заданной длины. Наличие нескольких ядер у 1892ВМ10Я также является преимуществом при вычислении НВП многоканальных сигналов.

На рис. 4 представлена схема вычисления дискретного вейвлет-преобразования сигнала. Обрабатываемый сигнал поступает на вход фильтров разложения нижних (ФРНЧ) и верхних (ФРВЧ) частот, далее подвергается децимации с коэффициентом 2.

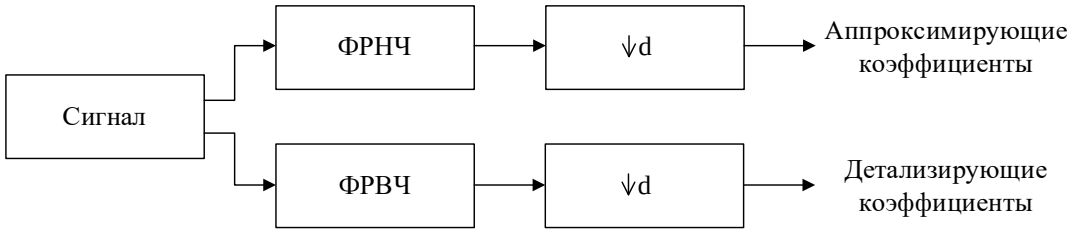


Рис. 4. Схема вычисления ДВП

На выходе ветви с ФРНЧ формируются аппроксимирующие коэффициенты, соответствующие низкочастотным составляющим сигнала, а на выходе ФРВЧ формируются детализирующие коэффициенты, соответствующие высокочастотным составляющим сигнала.

Для реализации ДВП на МК или ЦСП необходимо реализовать пару цифровых фильтров. В данной работе были использованы фильтры вейвлета Добеши 4 [10]. На рис. 5 представлены коэффициенты фильтров разложения данного вейвлета. На их основе был написан программный код, реализующий операции фильтрации и децимации.

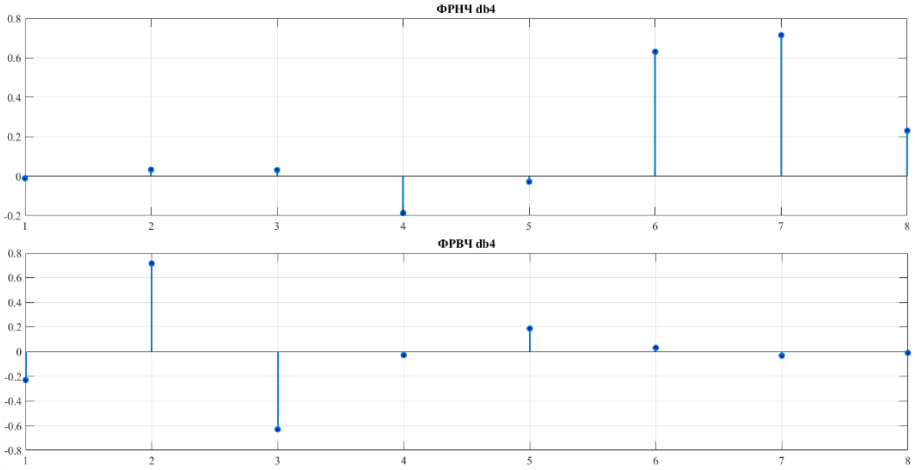


Рис. 5. Коэффициенты фильтров разложения вейвлета Добеши 4

Как следует из полученных результатов реализации алгоритмов вычисления НВП и ДВП, выбранные микроконтроллер 1986ВЕ91Т и ЦСП

1892ВМ10Я могут быть использованы при реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов.

В качестве основных результатов, полученных в работе, можно отметить следующее:

1. Выбраны микроконтроллер 1986ВЕ91Т и цифровой сигнальный процессор 1892ВМ10Я, пригодные для реализации алгоритмов вейвлет-анализа сигналов, способные работать в широком диапазоне температур (от -60℃ до +85℃).
2. На данных устройствах были реализованы алгоритмы вычисления непрерывного и дискретного вейвлет-преобразований.

Список используемых источников

1. Stark H.-G. Wavelets and Signal Processing. Berlin : Springer, 2005.
2. Витязев В. В. Вейвлет-анализ временных рядов. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. 58 с.
3. Арбузов С. М., Степанов А. Б. Применение методов вейвлет-анализа в электроэнцефалографии. СПб. : Линк, 2009. 104 с.
4. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. М. : ДМК Пресс, 2005. 304 с.
5. Blatter C. Wavelets – Eine Einfuhrung. A.K. Peters, Ltd., 1998.
6. Stepanov A. B. Wavelet Analysis of Compressed Biomedical Signals // 20th Conference of Open Innovations Association FRUCT. Proceedings, St. Petersburg, LETI University, 2017. pp. 434-440.
7. Zhuravov D. V., Stepanov A. B. Application of Simulink in the Implementation of Calculation Algorithms for Continuous Wavelet Transform on a Digital Signal Processor // Journal of Radio Electronics. 2019. vol. 5, pp. 12.
8. Степанов А. Б., Помогалова А. В., Грибанов В. С., Богословский И. А., Айед Х. М. М. Применение микроконтроллеров при реализации вычислителя непрерывного вейвлет-преобразования, предназначенного для работы в условиях Арктики // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2020. Т. 16. № 2. С. 127-141.
9. Официальный сайт АО НПЦ «ЭЛВИС». URL: https://multicore.ru/index.php?id=1148 (дата обращения 30.11.2020)
10. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001. 464 с.

Bogoslovskii I.A., Gribanov V.S., Kopylov A.E., Stepanov A.B.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Implementation of Algorithms for Wavelet Analysis of Signals on Domestic Microcontrollers and Digital Signal Processors.

This work is devoted to the implementation of algorithms for wavelet analysis of signals on the microcontroller of JSC "Milandr" and the digital signal processor of "ELVEES" R&D Center JSC, based on the use of continuous and discrete wavelet transformations. The

advantage of implementing these algorithms on the domestic element base is the possibility of their application in devices designed to operate in a wide temperature range (from -60˚C to +85˚C), and also provides a solution to one of the priority tasks – import substitution of high-tech equipment. The implemented devices can be used for time-frequency analysis of signals, as well as for their compression and noise cleaning.

Key words: continuous wavelet transform, discrete wavelet transform, digital signal processor, microcontroller, time-frequency analysis, compression, noise clearing.

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.07

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ МАГИСТРАТУРЫ УНИВЕРСИТЕТА НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ "ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЕ"

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

Экосистема университета включает в себя, в том числе, и систему успешных связей вуза с деловым миром - потенциальными работодателями или заказчиками исследовательских работ. Многолетний опыт взаимодействия компании РТРС и СПбГУТ в области цифрового телерадиовещания позволяет говорить о перспективности создания экосистемы магистратуры университета в целом.

цифровое телевидение, целевая подготовка, институт магистратуры, инженерное мышление, экосистема университета

3 декабря 2009 года постановлением Правительства Российской Федерации № 985 была утверждена федеральная целевая программа, которая определила этапы и сроки реализации перехода страны на цифровые технологии в телевещании. Активное сотрудничество между СПбГУТ и РТРС началось в 2011 году, когда появилась постоянно действующая программа повышения квалификации специалистов компании в области цифрового телерадиовещания на базе университета [1]. Впоследствии университет начал целевой прием студентов, которые обучались специально для будущей работы в РТРС. Сегодня на предприятии работают уже 59 выпускников СПбГУТ, еще свыше 700 работников повысили квалификацию в университете. Университет инициирует запуск программы целевой магистратуры для обучения тех выпускников, которые после получения диплома отработали три года в подразделениях РТРС, но готовы учиться и дальше с согласия работодателя.

Экосистема — понятие биологическое, означающее совокупность сообщества живых организмов, среду их обитания, систему связей, обмены энергией и веществами и т.п. В живом мире экосистема — весьма сложная и самоорганизующаяся. В социальном мире (частью которого является и мир университетский) все практически так же, за тем исключением, что связи в социальных экосистемах скорее рукотворные, чем естественные. Экосистема для студентов и сотрудников фактически позволяет им понимать: где я нахожусь, куда могу двигаться и как это делать. Это не коридор образовательного процесса, который сформирован, а широкое поле возможностей с учетом различных направлений целевой подготовки.

Внешний контур университетской экосистемы понимается как система успешных связей вуза с деловым миром — потенциальными работодателями или заказчиками исследовательских работ [2].

Выходные элементы университетской системы — выпускники университета, должны обладать соответствующими навыками и компетенциями. Особую роль для бакалавров и магистров технического вуза, в том числе и университета телекоммуникаций, играет наличие инженерного мышления. Формирование инженерного мышления является достаточно важной задачей экосистемы магистратуры, как частного случая экосистемы технического университета. Образно говоря, экосистема должна сама обнаруживать наиболее подходящих кандидатов на обучение, имеющих реальный интерес к будущей профессии. Возможно, входными элементами такой системы смогут быть не просто студенты старших курсов бакалавриата, а даже школьники, которых интерес к профессии привел на занятия кружков радиоэлектроники, робототехники, интернета вещей и т.п. Таким образом, говоря об экосистеме магистратуры мы, пожалуй, вправе включить в нее и элементы довузовского дополнительного образования. Например, можно рассмотреть возможность создания групп для подготовки к поступлению в университет телекоммуникаций из ребят, посещающих кружки радиоэлектроники в школах или дворцах творчества юных.

Почти 10 лет назад, решая задачи эффективного взаимодействия с работодателями, руководству нашего университета пришлось начинать с дополнения стандартной программы специалиста (инженера) необходимыми практическими навыками для ускорения освоения выпускника на первом рабочем месте. Переход к подготовке бакалавров и одновременное сокращение времени обучения неизбежно привели к невозможности формирования за 4 года полноценного специалиста, необходимого в исследовательских подразделениях крупной компании. В то же время, настороженное отношение к выпускникам магистратуры не давало возможность всерьез рассчитывать на целевую подготовку магистров [1].

Последовательно реализуя программу сотрудничества вуза и крупной российской компании, университет пришел к созданию базовой кафедры «Цифровое телевизионное и радиовещание», ежегодному приему абитуриентов на целевое обучение в бакалавриат, появлению дополнительных дисциплин на базовой кафедре и в итоге - реализации полноценного обучения таких студентов в 2020 году в течение двух дней на каждой учебной неделе в рамках базовой кафедры [1].

В наши дни у выпускников бакалавриата часто бытует мнение, что краткосрочные корпоративные курсы могут заменить полноценное двухлетнее обучение в магистратуре. Эта идея приводит к тому, что некоторые студенты магистратуры бросают обучение в вузе, считая, что

курсы смогут дать им все нужные знания для успешного трудоустройства. Такие случаи «бегства» обычно происходят на первом семестре первого курса обучения в магистратуре. Очевидно, что выпускник вуза, потративший четыре года на обучение в бакалавриате, давно и с нетерпением ждет получения эффекта, в том числе и материального, от уже полученного образования. В случае нашего университета (СПбГУТ), где выпускники легко находят свое место в цифровом мире и работают в отрасли инфокоммуникаций, наличие высоких зарплат после окончания бакалавриата это уже сложившаяся реальность. На корпоративных курсах всегда можно изучить особенности данного предприятия. Тактически, это может быть хорошим решением для быстрой адаптации на своем рабочем месте и повышения эффективности работы. Но совсем необязательно одновременно отказываться от дальнейшего обучения в вузе. Стратегически, такое решение выпускника бакалавриата не является правильным. Сиюминутные материальные выгоды вряд ли приведут к успешному карьерному росту в дальнейшем. Как известно, начиная с определенного уровня в крупных корпорациях и государственных учреждениях многие должности доступны лишь специалистам и магистрам, но не бакалаврам. Это в первую очередь руководители проектов, структурных подразделений, да и самих компаний.

В 2019 году в СПбГУТ создан институт магистратуры, являющийся единым структурным подразделением для подготовки магистров. Одной из главных задач института магистратуры является выстраивание эффективного взаимодействия с предприятиями/компаниями – потенциальными работодателями таким образом, чтобы уже во время учебы в магистратуре большая часть студентов работала по специальности на этих предприятиях. Более тесное взаимодействие с предприятиями должно привести к широкой апробации разработок магистрантов на предприятиях, конкретизации содержания профилей магистерских программ под нужды предприятий, а также активному привлечению базовых кафедр университета к подготовке магистров [1].

Одним из первых решений при создании института магистратуры был переход к более удобному для студентов магистратуры расписанию занятий. Теперь все учебные занятия на 1 курсе проводятся в вечернее время и по субботам. Частичная или даже полная занятость в области цифрового телерадиовещания позволяет магистрантам вести совершенно другую жизнь, чем во время учебы в бакалавриате, оплачивать свое проживание, а в ряде случаев и обучение. Например, совмещение учебы в СПбГУТ и работы в компании РТРС поддерживается руководством института магистратуры, позволяет магистрантам проходить практическую подготовку на рабочем месте, делать актуальные исследовательские проекты по заказу своей компании.

Уникальное современное оборудование для учебной лаборатории базовой кафедры «Цифровое телевизионное и радиовещание»

предоставлено самим предприятием. В настоящее время здесь читают 4 специализированные дисциплины в течение двух семестров, с этого года знания в области цифровой передачи медиаданных дополнены сведениями по организации и безопасности компьютерных сетей. Обучение на базовых кафедрах не всегда ведется в учебных аудиториях университета, обычно практическая подготовка проходит на предприятиях, а занятия проводят специалисты этих компаний. Таким образом, базовая кафедра фактически обеспечивает «юстировку» полученных компетенций выпускника для успешной карьеры в своей компании.

Одним из наиболее характерных аспектов функционирования экосистемы магистратуры и является целевое обучение от выбранной компании. В таком случае выпускник получает и университетский диплом, и дополнительные знания по заказу своего работодателя, и гарантию трудоустройства по договору о целевом обучении. Кстати, обычная квота для таких абитуриентов по основным программам магистратуры в вузах – 20% от общего числа бюджетных мест.

Уже сегодня студенты бакалавриата, обучающиеся по договорам о целевом обучении, успешно проходят преддипломную практику «в связке» с магистрантами, работающими в РТРС. Магистранты осуществляют консультирование дипломников, помощь им в проведении экспериментальной работы, успешно выполняют свою учебную и педагогическую практику. Особый интерес представляет включение в работу в интересах предприятия целевой аспирантуры. В 2020 году на базовой кафедре РТРС такая мини-группа из аспиранта, двух магистрантов и пяти студентов 4 курса не только успешно реализовала поставленные практические задачи, но и подготовила несколько совместных выступлений и публикаций. Именно такие научно-производственные, либо исследовательские группы способны в кратчайшие сроки выполнить ответственную бизнес задачу на современном уровне. Такой новый «продукт» нашего университета может быть очень востребован передовыми предприятиями, да и самими выпускниками — ведь это существенно повышает их ценность на рынке труда [1].

Магистерская программа «Цифровое телерадиовещание» даёт знания не только по цифровому телевидению в стандарте DVB-T2, но и, в целом, о методах передачи медиаданных в цифровой форме, вопросах создания виртуальной и дополненной реальности, цифровой обработке изображений, в том числе и для систем искусственного интеллекта. Это широкое поле возможностей для современного предприятия интегрировать нашего магистранта в работу еще на этапе обучения в магистратуре. В свою очередь, институт магистратуры, получает возможность заранее осуществлять отбор кандидатов из студентов 4 курса бакалавриата для целевого обучения в магистратуре. Не секрет, что выпускники многих вузов работают не по специальности. Создание экосистемы магистратуры позволяет давать знания именно тем, кому они действительно нужны.

Многие годы кафедры университета были нацелены на «автоматическое» продолжение обучения своих бакалавров в магистратуре. Минусы такой изоляции от внешнего мира очевидны. Анализ результатов приемной кампании 2020 года в СПбГУТ показывает привлекательность образовательной программы «Цифровое телерадиовещание» и для выпускников других вузов Санкт-Петербурга и России. В частности, высокие результаты студентов СПбГИКиТ на конкурсе портфолио для поступающих в магистратуру СПбГУТ привели не только к их успешному поступлению в наш университет, но и к появлению на вступительных испытаниях других студентов того же вуза. Тем самым мы включаем в нашу экосистему и студентов бакалавриата других вузов, прежде всего — не имеющих собственных аналогичных магистерских программ.

Предложение института магистратуры о переходе к приему на профили подготовки вместо существовавшего ранее в университете приема на программы подготовки позволило в 2020 году оценить привлекательность отдельных образовательных программ магистратуры. Здесь стоит отметить хорошие результаты для магистерской программы «Цифровое телерадиовещание»: большая активность студентов на конкурсе портфолио, высокий конкурс на вступительных испытаниях, интерес выпускников других вузов, наличие контрактников. Многолетний опыт взаимодействия компании РТРС и СПбГУТ в области цифрового телерадиовещания позволяет говорить о перспективности создания экосистемы магистратуры университета в целом.

Список используемых источников

1. Бачевский С. В., Бучатский А. Н., Воробьев О. В., Гоголь А. А., Кирик Д. И., Фуксин Н. С. Экосистема целевой подготовки в парадигме уровней высшего образования // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2020. Т. 1. С. 9-12

2. С. Чернышов Экосистема современного университета как фактор успеха. Новости сибирской науки. http://www.sib-science.info/ru/heis/astralnoe-telo-universiteta-11062018

Buchatsky A.N.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Creation of the Magistracy Institute Ecosystem on the Example of the Educational Program.
"Digital television and radio broadcasting" the Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of telecommunications. The university's ecosystem includes, among other things, the system of successful relations between the university and the business world — potential employers or research customers. Many years of experience in the interaction of RTRN and SPbSUT allow us to talk about the prospects of this approach.

Key words: digital TV, targeted training, Institute of Magistracy, master's program, engineering thinking, university ecosystem

УДК 537.862
ГРНТИ 29.35.23

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ PIN-ДИОДА НА ИЗЛУЧЕНИЕ ЩЕЛИ В ВОЛНОВОДЕ

Д. А. Вабищевич
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Совершенствование способов сканирования диаграммы направленности (ДН) антенных решеток является современной задачей в радиолокации, системах наземной мобильной связи и системах спутниковой связи [1]. Данное исследование приближает реализацию антенны с управляемым амплитудно-фазовым распределением токов или полей на излучающих элементах [2,3,4].

волноводно-щелевая антенна, антенная решетка, электронное управление лучом, сдвиг фаз, pin-диод, siw структура, диаграмма направленности.

Исследуемая антенна сделана на основе волноводно-щелевой решетки (ВЩР) с продольными щелями на широкой стенкеволновода, который является SIW-структурой (SIW – substrate integrate waveguide). Последняя выполнена на диэлектрической пластине, фольгированной с двух сторон, где узкие стенки реализованы в виде линеек из отверстий, в которые впаяны медные стержни. Такая технология изготовления антенны при малых деформациях волновода не разрушает напаиваемые на широкую стенку электронные smd (surface mounted device) компоненты. Изменение амплитудно-фазового распределения вдоль решетки осуществляется за счет управления проводимостью pin-диодов, перекрывающих поперек щели в широкой стенке волновода [5].

Цель работы состоит в исследовании влияния pin-диода на характер излучения щели в широкой стенке волновода при коммутации его сопротивления.

При прохождении по волноводу электромагнитной волны на внутренней поверхности образуется система токов проводимости. Каждый элемент поверхности, обтекаемой током проводимости, может рассматриваться, как элементарный электрический вибратор [6].

Продольной щели в широкой стенке волновода можно сопоставить эквивалентную схему в одномодовом приближении рис. 1. При напаивании комплексного сопротивления поперёк щели в её плоскости, оно подключается параллельно к реактивному сопротивлению щели iB. Такое предположение можно сделать, т.к. сохраняется симметрия распределения поля в щели.

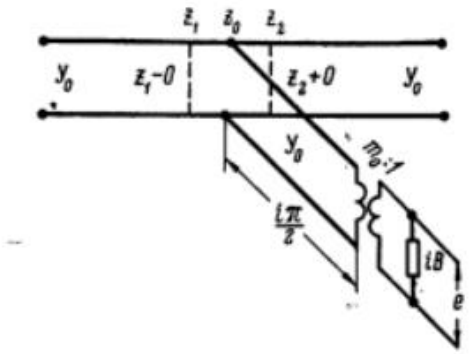


Рис. 1. Эквивалентная схема продольной щели в широкой стенке волновода

Для того, чтобы поставить эксперимент измерение излучения щели в широкой стенке волновода, необходимо измерять ДН. Такой эксперимент требует учета неоднородностей на поверхности волновода и влияние окружающих предметов. Так же возникают трудности в повторяемости эксперимента. Поэтому в качестве альтернативы предложено использовать диафрагму в волноводе. Её эквивалентная схема приведена на рис. 2.

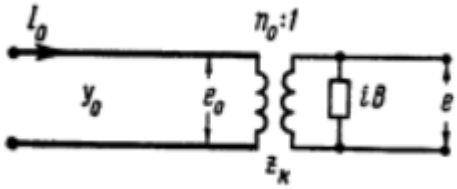


Рис. 2. Эквивалентная схема диафрагмы в волноводе.

Как для щели, так и для диафрагмы, напаиваемое поперёк сопротивление подключается параллельно к реактивному сопротивлению iB.

Комплексному сопротивлению щели и диафрагмы можно сопоставить эквивалентную схему соединения индуктивности и ёмкости. В случае щели последовательное, в случае диафрагмы параллельное соединение. В итоге получается, что добавляемое параллельно к таким колебательным контурам комплексное сопротивление влияет на их резонансную частоту и добротность.

Работа pin-диода основана на изменении его полного электрического сопротивления при изменении полярности управляющего напряжения или тока. При подаче прямого напряжения pin-диод для СВЧ-сигнала его эквивалентная схема эквивалентна активному сопротивлению в доли Ома. При подаче обратного напряжения сопротивление pin-диода на СВЧ возрастает до нескольких кОм.[7]. У без корпусных pin-диодов существенным паразитным параметром является ёмкость, которая составляет доли пФ.

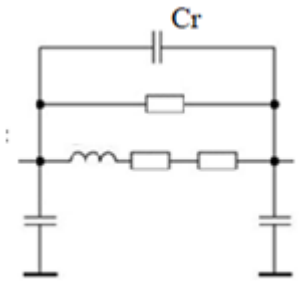


Рис. 3. Эквивалентные схема smd резистора

В данной работе в качестве замещающего pin-диод компонента, перекрывающего щель, использовался smd резистор в силу того, что сопротивление последнего заранее известно. Его эквивалентная схема приведена на рис. 3. Были взяты резисторы номиналом от 1,1 до 9,1кОм тип размером – 1206.Основным несущим элементом резистора является подложка, изготовленная из окиси алюминия (Al_2O_3). Окись алюминия имеет ε=9-10. Ёмкость Cr – ёмкость между контактами резистора, которая может быть оценена как ёмкость плоского конденсатора. На частоте 10ГГц его реактивное сопротивление равно 0,6 -1кОм.

Согласно формуле, приведённой в [8] для симметричной диафрагмы шириной 0,8мм, её резонансная частота для длинны 15мм равна 10,044ГГц, а для 16мм 9,407ГГц.

Далее был проведен численный расчет модели диафрагмы в AnsysHFSS (рис. 4.) и поставлен эксперимент. Экспериментальная установка состояла из спектроанализатора, калибратора, коаксиальных кабелей, коаксиально волноводных переходников (КВП), секций волноводов и диафрагмы длиной 15-16мм, шириной 0,8мм (рис. 5.). Измерительная линия показана на рис. 6.

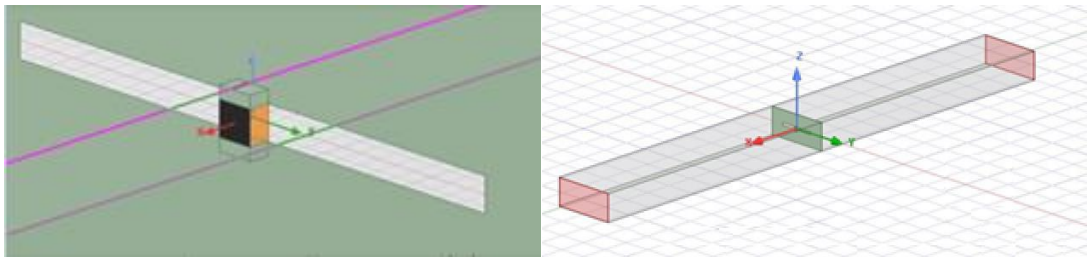


Рис. 4. Модель диафрагмы в программе AnsysHFSS

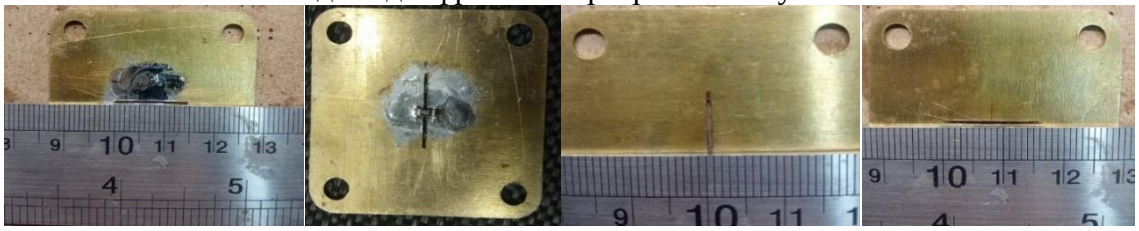


Рис. 5. Диафрагма, используемая в эксперименте

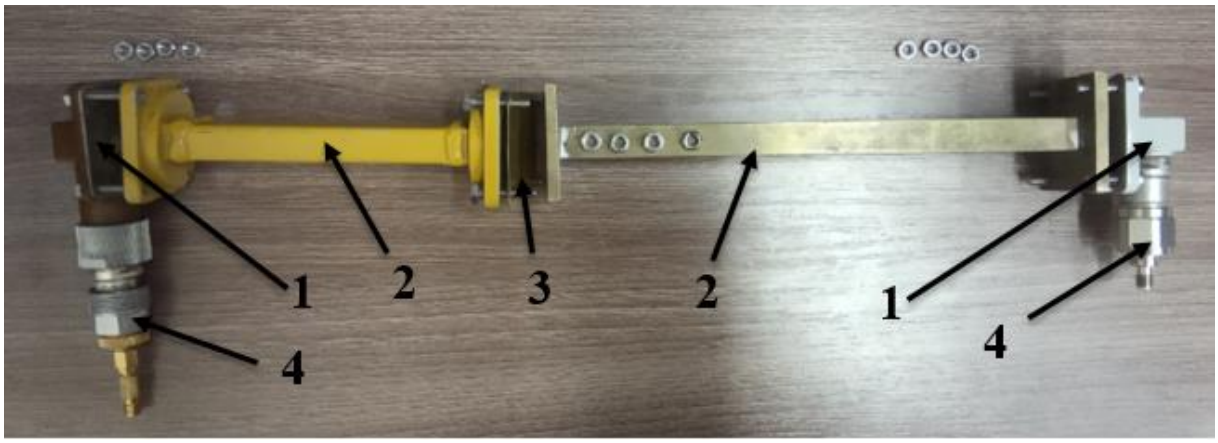


Рис. 6. Измерительная установка: 1 – КВП, 2 – волноводные секции 23х10мм, 3 – диафрагма, 4 – переходные разъёмы

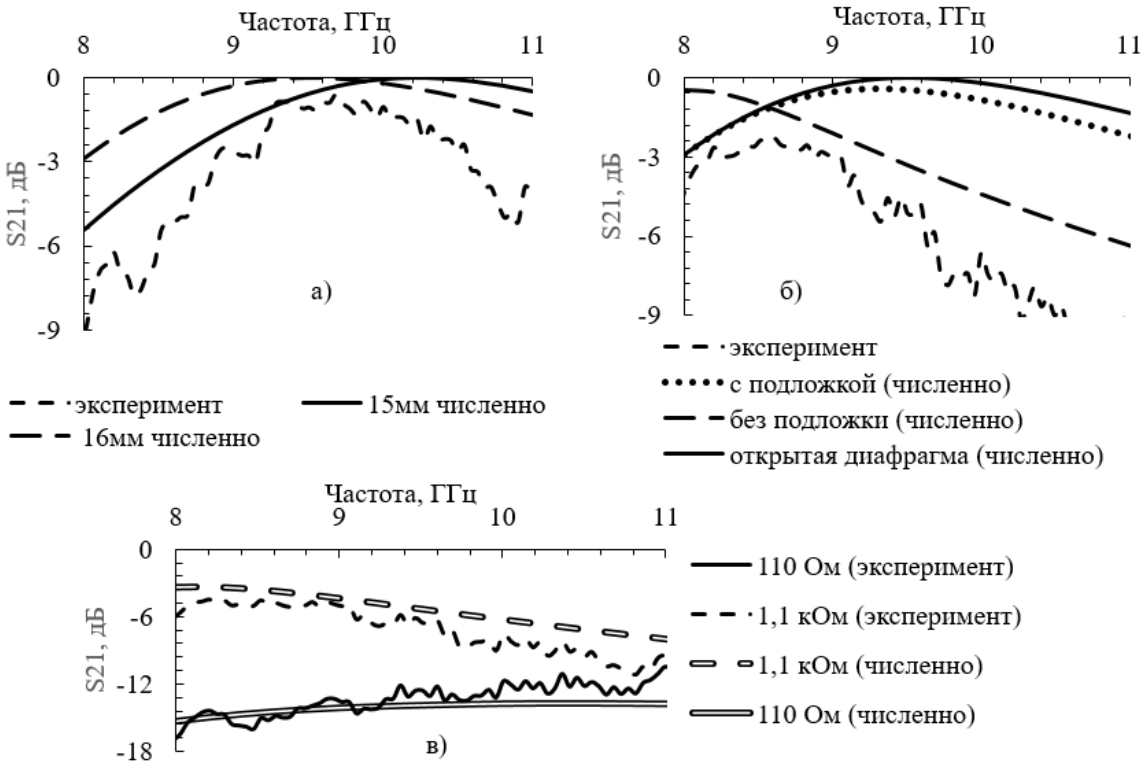


Рис. 7. Зависимость коэффициента прохождения S_{21} от частоты: а) открытая диафрагма, б) открытая диафрагма и перекрытая резистором 9,1кОм, в) диафрагма, перекрытая резисторами разного номинала

Результаты, полученные численно и экспериментально (рис. 7.) показали влияние сопротивления, подложкии металлических контактов, установленных посередине щели на её резонансную частоту, как параллельное включение ёмкости к эквивалентной схеме щели. Экспериментальная резонансная частота ближе подходит для численного расчета с длиной щели 16мм. Значит погрешность в длине щели при изготовлении больше смещена к 16мм. Наблюдается падение уровня мощности при переходе от резистора номиналом 9,1кОм к более низкому.

Из проведённых исследований следует, что с помощью приведённой в данной статье численной модели, выбранной для анализа влияния проводимости, установленной посередине диафрагмы, на характер излучения, можно предсказать смещение резонансной частоты и снижение уровня проходимой мощности.

Список используемых источников

1. Слюсар В. Цифровые антенные решетки в мобильной спутниковой связи //Первая миля. – 2008. – Т. 7. – №. 4. – С. 10-15.

2. Соломаха Г.А., Сочава А.А. / Волноводно-щелевые решетки с электронным управлением лучом // Научный форум с международным участием "Неделя науки СПбПУ". 2014г., страницы 25-27.

3. BouchraRahali Substrate integrated waveguide power divider, circulator and coupler in [10-15] GHz band / BouchraRahali, Mohammed Feham, STIC Laboratory, University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria, 2014

4. B. Kruger “Edge slotted waveguide antenna array with select able radiation direction” International Telephone and Telegraph Corporation, New York, NY. – Appl. No.: 34,399 – Apr. 30, 197

5. Киселева Е.В., А.А. Сочава А.А. /Волноводно-Щелевая Антенная Решетка Siw-структуры С Электрическим Управлением Луча// [Электронный ресурс]: магисторская работа: 16.04.01 / СПбПУ, ИФНиТ. —2019. — URL:http://elib.spbstu.ru/dl/2/v17-6740.pdf. — (дата обращения: 28.09.2019)

6. Айзенберг Г. З. Антенны ультракоротких волн. – 1957.

7. Столяров А.А., «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) Калужский филиал. Конспект лекций по курсу «Электроника и микроэлектроника» специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» 2009.

8. Семенов Н.А. Техническая электродинамика / Семенов Н.А. – М.: Связь, 1973.

Vabishchevich D.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Value of Pin-Diode Parameters on Radiation Slot in the Waveguide.

Improving the methods of scanning the directional pattern (DP) of antenna arrays is a modern problem in radar, land mobile communication systems and satellite communication systems. This study approximates the implementation of an antenna with a controlled amplitude-phase distribution of currents or fields on radiating elements.

Key words: waveguide slot antenna, antenna array, electronic beam control, phase shift, pin diode, siw structure, radiation pattern.

УДК 621.396.99
ГРНТИ 49.33.29

СИСТЕМА ПОТОКОВОЙ ТРАНСЛЯЦИИ МЕДИАКОНТЕНТА НА БАЗЕ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

О. В. Воробьев, А. С. Федоров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В современном мире абоненты все чаще и чаще для просмотра медиаконтента выбирают мобильные устройства. В связи с этим имеет смысл обеспечить передачу контента классического вещания через мобильные сети. Для решения подобной задачи существует технология eMBMS.

eMBMS, сотовая связь, мобильные сети, LTE, широковещание

В настоящее время все больше абонентов предпочитают для получения медиаконтента использовать мобильные устройства. По статистике Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ объемы данных, переданных с использованием мобильных устройств, с каждым годом неуклонно растет [1], что представлено на рисунке 1. При этом медиаконтент по оценкам различных компаний занимает около 70% всего переданного трафика.

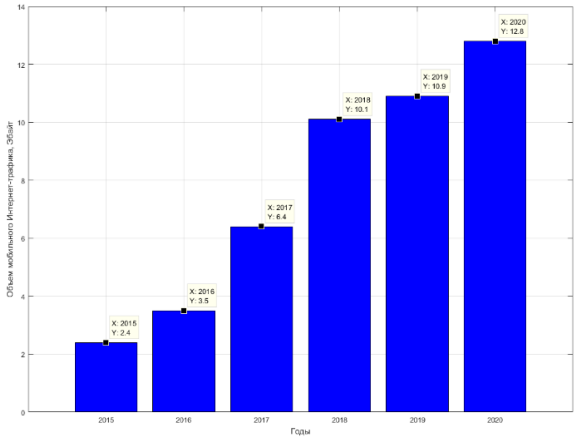


Рис. 1. Статистика Минкомсвязи о количестве переданного трафика

Кроме того, не во всех точках нашей страны развернуты и традиционные системы вещания (ТВ и радио), и мобильные сети. Поэтому имеет смысл рассмотреть решение, которое будет удовлетворять потребностям предоставления обоих типов услуг, что сделает развернутые сети по-настоящему мультисервисными и позволит значительно сэкономить при их строительстве.

Данным потребностям удовлетворяет технология evolved Multimedia Broadcast Multicast Service (eMBMS), впервые упомянутая в девятом релизе 3gPP в 2010 году. Общая идея данной технологии заключается в одновременной передаче одних и тех же данных пользователям сотовой сети, причем в одних и тех же частотно-временных ресурсах [2]. Среди сценариев использования eMBMS можно выделить следующие: трансляция ТВ и радио, трансляция на массовых мероприятиях, обновление ПО мобильных устройств, доставка рекламных объявлений, локальные сервисы и системы оповещения.

Для работы технологии eMBMS необходимо обновить ПО радиосети и ввести в существующую архитектуру LTE несколько новых блоков [3]:

- BM-SC (Broadcast Multicast Service Center) – центр широковещательной передачи, служащий для обеспечения синхронизации и обработки данных, для multicast-передачи;
- MBMS GW (Mobile Broadcast Multicast Service Gateway) – широковещательный шлюз, служащий для соединения широковещательной системы с сетью сотовой связи;
- MCE (Multicast Coordination Entity) – узел управления широковещательной передачи, служащий для управления базовыми станциями и связи с ядром сети.

Архитектура LTE-сети с поддержкой технологии eMBMS представлена на рисунке 2.

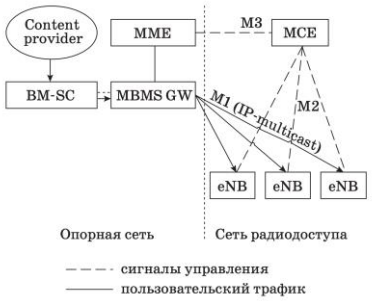


Рис. 2. Архитектура LTE-сети с поддержкой технологии eMBMS

Поскольку система eMBMS развертывается поверх сетей LTE, то параметры радиоканала (частотный диапазон, ширина полосы, метод разделения каналов, тип модуляции) отличаться не будут. Определить эффективность использования радиоресурса можно по модели, описывающей коэффициент накладных расходов [4]:

$$Q_{unicast} = \frac{N \cdot RB}{k_{tti}} \quad (1)$$

$$Q_{multicast} = \frac{\frac{m}{10} \cdot RB_{sf}}{k_{tti}} \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) показывают отношение числа затраченных ресурсных блоков к общему объему переданной уникальной информации. В них: N – число пользователей, RB – среднее число ресурсных блоков, приходящихся на одного пользователя в одном субкадре, R_{sf} – число ресурсных блоков в субкадре, $m/10$ – доля субкадров, отведенных под широковещательную передачу, k_{tti} – среднее число бит, переданных в одном субкадре. Выражение (1) описывает выделенную передачу, выражение (2) – широковещательную.

Зависимости на основе (1) и (2) представлены на рисунке 3, по которому можно сделать вывод, что широковещательную передачу эффективнее использовать в сравнении с выделенной при числе пользователей более четырех.

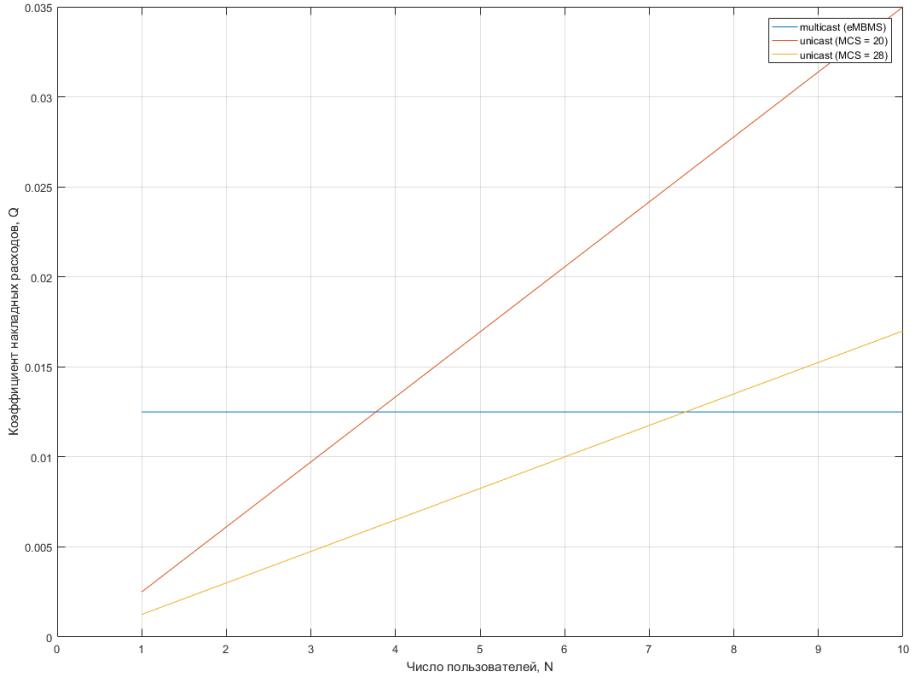


Рис. 3. Зависимость коэффициента накладных расходов от числа пользователей

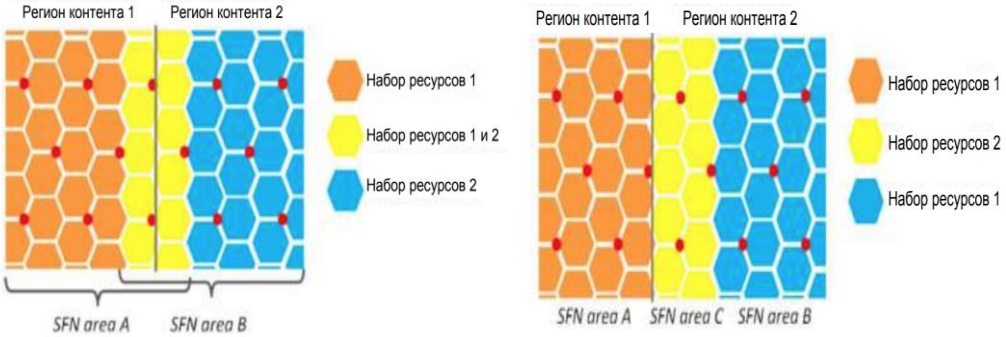
Поскольку технология eMBMS является вещательной, то нельзя не сказать о таком понятии, как зона обслуживания, которая представляет собой географическую зону, где оператор предоставляет свои услуги. Внутри зоны обслуживания все базовые станции должны быть синхронизированы друг с другом по времени и частоте. Зоны обслуживания могут классифицироваться как национальные, региональные и местные. Кроме того, в состав зоны обслуживания могут входить так называемые широковещательные одночастотные сети, которые могут перехлестываться друг с другом. Каждая зона

обслуживания и одночастотная сеть имеют один или несколько идентификаторов, присваиваемых оператором [5].

На фоне зонового деления возникает принципиально важная проблема границ. Первый способ ее решения – выбор нужного режима передачи контента, который может передаваться либо в одних частотных ресурсах, либо в ортогональных (варианты передачи представлены на рисунке 4). Второй способ – выбор подходящего варианта границ между зонами, которые либо перехлестываются друг с другом, либо разделяются защитной полосой (варианты границ представлены на рисунке 5) [5].

а) б)

Рис. 4. Варианты передачи:
а) в одних частотных ресурсах; б) в ортогональных частотных ресурсах



а) б)

Рис. 5. Варианты границ между зонами:
а) разделение методом перехлеста; б) разделение защитной полосой

Каждый из этих вариантов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому при развертывании сетей на основе технологии eMBMS необходимо рассматривать каждый сценарий в отдельности для обеспечение требуемого качества предоставления контента и электромагнитной совместимости, что является задачей планирования сети.

Кроме того, необходимо учитывать, что пользовательское устройство также должно поддерживать работу с технологией eMBMS. В настоящее время у различных производителей заявлено более 50 микросхем, поддерживающих eMBMS, их перечень приведен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Перечень микросхем, поддерживающих технологию eMBMS

Производитель	Тип	Модель
Altair Semiconductor	мобильный процессор	Alt3800
GCT	мобильный процессор/	GDM7243S, GDM7243ST, GDM7243Q Quad, GDM7243QT, GDM7243A, GDM7243AU

	платформа	
Intel	модем сотовой связи	XMM 7160, XMM 7260/7262, XMM 7360
MediaTek	мобильный процессор/ платформа	MT6739, Helio A22, Helio P22, Helio P60, Helio P70, Helio P90
Qualcomm	мобильный процессор/ платформа	Snapdragon 850, 845, 835, 821, 820, 810, 808, 805, 801, 800, 675, 660, 653, 652, 650, 636, 632, 630, 626, 625, 617, 616, 615, 610, 450, 439, 435, 430, 429, 427, 415, 412, 410, 400, 210, Snapdragon Wear 2100, Snapdragon 212 mobile platform
Qualcomm	модем сотовой связи	Snapdragon X5, X7, X12, X16, X20, X24
Sequans	мобильный процессор/ платформа	Cassiopeia, Mont Blanc

Таким образом, несмотря на то, что существуют некоторые трудности и проблемы при использовании рассмотренной технологии, можно сделать вывод, что при развитии сотовых сетей eMBMS может найти свое применение при дальнейшем развитии сотовых сетей.

Список используемых источников

1. Статистика отрасли: Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ [Электронный ресурс]. URL: https://digital.gov.ru/ru/pages/statistika-otrasli/ (дата обращения 06.11.2020).

2. 3GPP TS 22.146 Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Stage 1.

3. 3GPP TS 23.246 Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and functional description.

4. H. Schulzrinne, et al., «RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications», IET RFC 3550, июль 2003.

5. ECC/REC/(11)04, “Frequency planning and frequency coordination for terrestrial systems for mobile/fixed communication networks (MFCN)”.

Fedorov A., Vorobiev O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Media Content Streaming System Based on Cellular Network.

In the modern world, subscribers increasingly and more often choose mobile devices to view media content. In this regard, it makes sense to ensure the transmission of classical broadcasting content through mobile networks. eMBMS technology can help with solution of this problem.

Key words: eMBMS, LTE, broadcasting, cellular networks

УДК 608.17
ГРНТИ 29.35.23

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЕЙ В ВЕРХНЕЙ ПОЛУСФЕРЕ

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

В настоящее время большое значение приобретает снижение заметности существующих и проектируемых кораблей в широком диапазоне частот. Для этого необходимо выявление на судах наиболее уязвимых («блестящих») точек на участках спектра, соответствующих основным каналам дальнего обнаружения. Для выявления этих «блестящих» точек в радиолокационном, тепловом и лазерном диапазонах существует комплекс контроля полей верхней полусферы с высоким разрешением. Комплекс включает три отдельных измерительных модуля (канала) для контроля каждого из указанных полей - инфракрасный канал, лазерный канал, радиолокационный канал.

эффективная площадь рассеяния, радиопортрет, радиозаметность.

Наиболее важными сигнатурами корабля, характеризующими его заметность, являются: радиолокационная эффективная площадь рассеяния (ЭПР); оптическая видимость и оптиколокационная (лазерная) ЭПР; инфракрасное излучение.

На первом месте по степени важности находится заметность корабля по вторичному радиолокационному полю (ЭПР), поскольку радиолокационные системы обнаружения и распознавания корабля имеют наибольшую дальность действия.

Для повышения точности обнаружения системы оснащаются лазерными или тепловыми системами самонаведения, откуда следует, что проблема снижения заметности кораблей носит комплексный характер. Под заметностью корабля понимается совокупность отличий его основных сигнатур от сигнатур естественного или искусственного фона. Для создания искусственного фона, как правило, используются средства радиоэлектронной и оптикоэлектронной борьбы (станции активных помех и ложные цели). Таким образом, основным назначением методов и средств защиты кораблей по физическим полям в верхней полусфере является снижение их заметности до уровней естественного или искусственного фонов.

Тепловое изображение, в отличие от оптического позволяет обнаруживать объект в ночное время суток без дополнительного использования световых лучей (рис. 1). Но так же, как и в оптическом изображении, термография имеет зависимость от погодных условий (туман и дымовая завеса) [1].

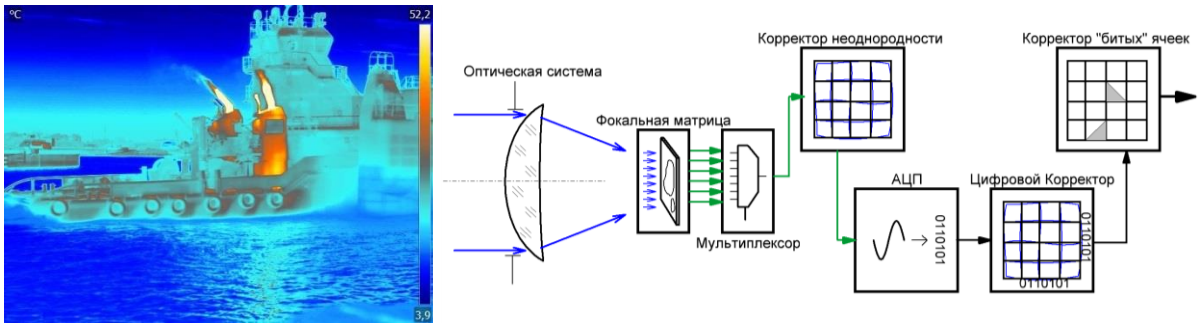


Рисунок 1. Тепловое изображение буксира и функциональная схема тепловизора

Технология «Лидар» позволяет получить и обработать информацию об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах.

В отличие от радиоволн, эффективно отражающихся только от достаточно крупных металлических целей, световые волны подвержены рассеянию в любых средах, в том числе в воздухе. Возможно не только определять расстояние до непрозрачных (отражающих свет) дискретных целей, но и фиксировать интенсивность рассеяния света в прозрачных средах. Возвращающийся отраженный сигнал проходит через ту же рассеивающую среду, что и луч от источника, и подвергается вторичному рассеиванию. Выбор длины волны зависит от функции лазера и требований к безопасности и скрытности [2] (рис. 2).

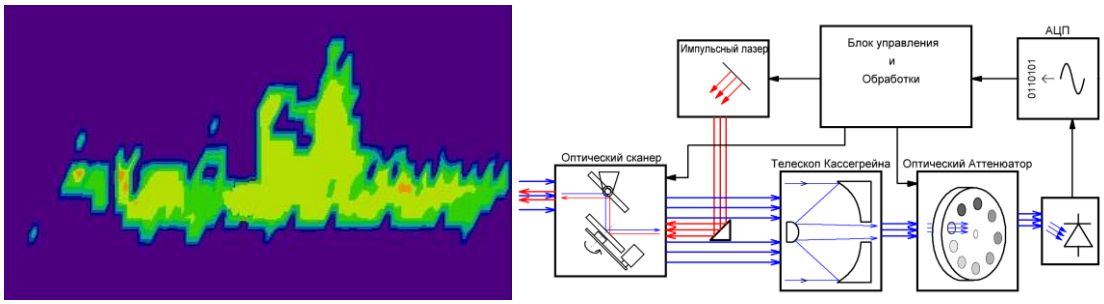


Рисунок 2. Лазерное изображение и функциональная схема оптиколокационного измерительного комплекса

В новом веке радиолокационные станции «научились» еще и идентифицировать корабли по расположению отражателей на их палубе. В связи с этим возникла необходимость получения радиолокационных портретов кораблей с высоким разрешением - лучше 1 метра по координатам «дальность-азимут». Выявление отражателей на палубе позволит снизить или изменить величину их ЭПР, и исказить, таким образом, радиолокационный портрет (сигнатуру) корабля (рис .4).

Высокое разрешение по дальности (порядка 1 м) сравнительно легко достигается в современных радарах благодаря использованию физически коротких импульсов с длительностью 6-7 нс (на малых дальностях) и сложных сигналов с последующим сжатием (при больших дальностях).

Сложнее реализуется высокое разрешение по кроссовой координате. Минимальная ширина диаграммы направленности антенны в азимутальной плоскости для навигационных радаров достигает 0,8° при частоте 9,35 ГГц. Это позволяет получать поперечное разрешение около 7 м при дальности до цели 500 м, где сформируется диаграмма направленности антенны в дальней зоне. Поэтому для получения разрешения по кроссовой координате 1 м и лучше в натурных условиях используется метод Инверсной Синтезированной Апертуры (рис. 3).

Радары с обращенным синтезированием апертуры относятся к классу дальномерно-доплеровских систем. Принятый и демодулированный сигнал в такой радиолокационной станции (РЛС) обычно стробируется по дальности. В каждом канале дальности имеется набор полосовых фильтров, с помощью которых выполняется спектральный анализ сигнала. Система отображения, чувствительная к энергии сигнала на выходе каждого фильтра, формирует изображение объекта в координатах «дальность - частота Доплера» [3].

Возможность получения высокого разрешения по кроссовой координате при инверсном синтезе апертуры проще всего понять при сравнении его с SAR (Synthetic-aperture radar - радар с синтезом апертуры). Инверсия заключается в замене: было угловое перемещение подвижного радара относительно неподвижного корабля; стало угловое перемещение вращающегося корабля относительно неподвижного радара [4].

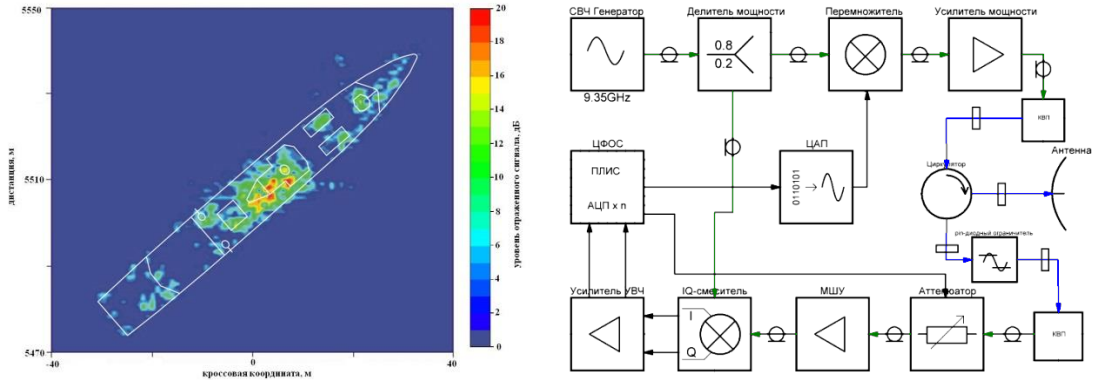


Рисунок 3. Радиолокационный портрет зарубежного фрегата и Структурная схема когерентного радара

Управление вторичным радиолокационным полем (ВРП) морских технических объектов, в том числе кораблей, включает в себя два аспекта: уменьшение уровня отраженного сигнала и изменение его структуры. Управлять уровнем ВРП можно, применяя малоотражающие архитектурные формы, а также используя радиопоглощающие покрытия и конструкционные материалы.

Применение методов архитектурной защиты, являющимися необходимым элементом для эффективного использования остальных

средств защиты надводных кораблей, не всегда возможно в силу ограничений технологического и эксплуатационного характера. В этом случае основным методом снижения ЭПР является использование конструкционных композитных радиопоглощающих материалов и нанесение радиопоглощающих покрытий (рис. 4).

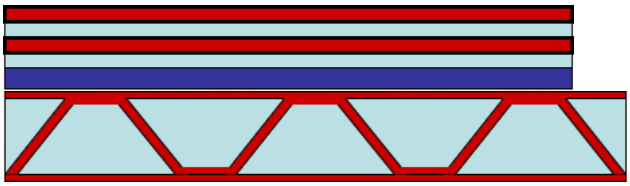


Рисунок 4. Конструкционные применяемые материалы: плоскослоистый; с геометрическими неоднородностями

На современных морских объектах количество размещаемых антенн достигает несколько десятков. Они занимают существенную часть поверхности корабля. Антенные системы (АС) расположены на участках корпуса, которые наиболее интенсивно подвергаются облучению наземными РЛС. Конструкции некоторых типов антенн являются частью поверхности морских объектов и таким образом, размещаются на участках локального рассеяния или сами являются таковыми участками. Локальность рассеяния заключается в том, что поле рассеяния можно приближенно считать суммой волн, отраженных от многочисленных локальных участков рассеяния [5].

Такие участки могут быть центрами рассеяния (блестящими точками) корпуса. Если АС расположены на небольших расстояниях друг от друга или имеют общую линию сопряжения, то при облучении между ними могут возникнуть лучевые переотражения, которые ухудшают условия работы бортовых радиотехнических систем (РТС), создавая помехи.

Особенность рассеяния поля от любой антенны по сравнению с простыми телами состоит в том, что при падении электромагнитной волны от РЛС на АС формирование рассеянного поля можно описать как результат сложения двух составляющих – «конструктивной» и «электромагнитной», или «переизлучаемой». Первая составляющая обязана своим появлением дифракцией волн на «внешних» элементарных конструкций АС: на антенном полотне для щелевых, зеркальных, микрополосковых антенн, на элементах крепления, блоках, обеспечивающих механическое сканирование, или блоках, содержащих узлы фазовращателей для электрического сканирования. Электродинамическая составляющая возникает благодаря тому, что та часть энергии сторонней электромагнитной волны, которая проникает в антенно-фидерный тракт, переотражается от нагрузки и возбуждает антенну. В этом случае можно говорить о связи электродинамической составляющей с характеристиками излучения антенны. В некоторых

случаях (соизмеримость частот РЛС и бортовой РТС, совпадение поляризации падающей радиоволны и АС) ЭПР всего морского объекта резко увеличивается за счет ЭПР антенной системы.

При рассмотрении ЭПР антенн с высоким коэффициентом усиления (большими габаритными размерами по отношению к длине волны) можно также провести различие между «чисто конструктивной» составляющей рассеяния и составляющей, которая имеет место от эффективного раскрыва антенны [6] (рис. 5).

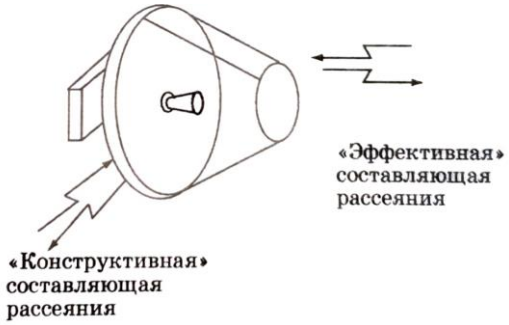


Рисунок 5. Формирование рассеянного поля от РЛС

Представленные каналы могут входить в единую комплексную систему обнаружения и поиска объектов. Для повышения разрешающей способности необходимо, как минимум, два канала. Исследование рассеивающих свойств делает сложной проблему проектирования и конструирования больших объектов. Каждый конкретный случай требует учитывать новые возникающие особенности при решении задачи по уменьшению эффективной площади рассеяния. Одновременно с решением данной задачи необходимо обеспечить заданные технические характеристики для приема и излучения сигналов бортовыми радиотехническими системами. С помощью математического моделирования и экспериментальных измерений излучения необходимо исследовать различные новые методы улучшения работы комплексов измерения полей.

Список используемых источников

1. Скворцов Л. А. Основы фотометрической радиометрии и лазерной термографии, М. : Техносфера, 2019. 220 с.
2. Nathan Blaunstein, Shlomi Aron, Arkadi Zilberman, Natan Kopeika. Applied aspects of optical communication and LIDAR, London : CRC Press, 2010. 245 с.
3. Штагер Е. А. Отражение радиоволн от кораблей и других морских объектов. СПб: ВВМ, 2004. 418с.
4. Андреев А.Ю., Засухин С.О., Шихов И.А. Измерения радиолокационных портретов морских объектов с высоким разрешением в натурных условиях // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. 2012. N 68. С. 91-98.
5. Справочник по радиолокации / под ред. Р. Митры. М.: Мир, 1997. 485 с.
6. Красюк В.Н., Оводенко А.А,, Бестугин А.Р., Рыжиков М.Б. Антенны с малой радиозаметностью. СПб. : Наука, 2011. 672 с.

Glovskiy A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Complexes for Measuring Fields in the Upper Hemisphere.
At present, it is of great importance to reduce the signature and projected ships in a wide frequency range. To do this, it is necessary to identify on the main early warning channels ("shiny") points in the areas. For these "shiny" points in the radar, thermal and laser ranges, there is a complex of high-resolution hemispheres. The complex includes three separate measuring modules (channels) for monitoring each of the indicated fields - infrared channel, laser channel, radar channel.

Key words: Radar cross-section, radio portrait, radio signature.

УДК 621.397
ГРНТИ 47.51.31

МЕТОД РАСЧЕТА ХРОМАТИЧЕСКИХ АБЕРРАЦИЙ В ПОДВОДНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАМЕРАХ С ПЛОСКИМ ИЛЛЮМИНАТОРОМ

О. В. Головинов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Филиал «СКБ «Энергия» АО «Завод «Энергия», СПб

С ростом требований к разрешающей способности телевизионных камер, используемых в подводном видеонаблюдении, все больше внимания требуется уделять искажениям, возникающим в оптических системах. В данной статье обсуждается метод расчета, позволяющий оценить влияние хроматических аберраций на качество изображения при подводной съемке с использованием телевизионных камер с плоским иллюминатором.

подводное видеонаблюдение, хроматические аберрации смещения

В ряде работ по подводной фотографии и видеосъемке [1] и тематических статьях [2, 3] говорится о том, что при подводной съемке не рекомендуется сочетать плоские иллюминаторы и широкоугольные объективы, однако объяснение данным рекомендациям даются не часто. Одно из последствий такого сочетания - возникновение хроматических аберраций. Однако в определенных условиях уйти от данного решения нет возможности, например, при глубоководной видеосъемке с ограничением на габариты корпуса видеокамеры и количество камер. Стоит также отметить, что данный вопрос приобретает большую актуальность с ростом требований к разрешению подводных телевизионных камер.

В данной статье делается попытка количественно оценить хроматические аберрации, возникающие в оптической системе вода - стекло - воздух. Для начала нужно просчитать ход луча без учета хроматических аберраций. Для этого необходимо знать следующие параметры системы:

- расстояние от нормали объектива до точки падения луча на иллюминатор *h*;
- угол падения луча на иллюминатор *A*;
- коэффициенты преломления всех сред *n1*, *n2*, *n3*;
- толщина стекла иллюминатора *l2*;
- расстояние между иллюминатором и объективом;
- параметры объектива;
- размер матрицы и её пикселей.

Исходя из этих данных можно просчитать путь луча от объекта до объектива (рисунок 1).

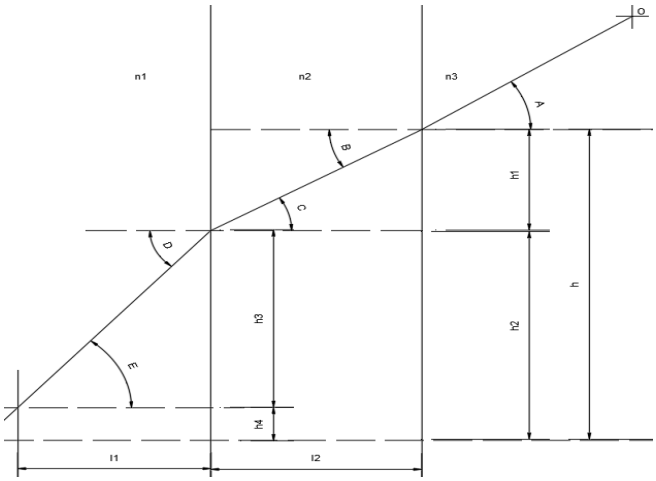


Рис. 1. Ход луча от объекта до объектива

Зная угол *A* и коэффициенты преломления сред *n3* и *n2* можно определить угол *B*:

$$B = \arcsin(\sin A * \frac{n3}{n2})$$

Т.к. углы *B* и *C* можно считать накрест лежащими при диагонали, справедливо утверждать, что

$$C = B.$$

Зная *C* и толщину стекла *l2*, можно найти расстояние *h1*

$$h1 = l2 * \mathrm{tg}(C).$$

Вычтя из расстояния от нормали объектива до точки падения луча на иллюминатор *h* высоту *h1* можно найти длину отрезка *h2*, характеризующего расстояние от нормали объектива до точки перехода луча из стекла в воздушную среду

$$h2 = h - h1$$

Определим угол *D*, под которым переходит из стекла в воздушную среду.

$$D = \arcsin(\sin C * \frac{n2}{n1})$$

По аналогии с углом *C* найдем *E*

$$E = D.$$

Через угол *E* и расстояние *l1* от объектива до иллюминатора найдем отрезок *h3*

$$h3 = l1 * \mathrm{tg}(E)$$

$$h4 = h2 - h3$$

Хроматические аберрации, возникающие в такой оптической системе, характеризуются как хроматизм положения. Его возникновение связанно с тем, что показатель преломления n среды зависит от длинна волны λ проходящего света

$$n = f(\lambda).$$

При расчете оптических систем принято пользоваться несколькими длинами световых волн, соответствующими ряду спектральных линий Фраунгофера, представленными в таблице 1 [4].

ТАБЛИЦА 1. Соответствие линий Фраунгофера длинам волн *λ*

Спектральная линия	Длина волны, нм	Спектральная линия	Длина волны, нм
A'	768.5	*F*	486.1
C	659.3	*G'*	434.1
D	589.3	*h*	404.7
d	587.6		

Основным цветом при расчете оптических приборов считается желтый цвет спектральной линии D. Разность nF - nC называется основной дисперсией [5]. Пересчитав ход лучей с учетом коэффициенты преломления сред для линий F и C можно рассчитать ход лучей для голубого и оранжевого цвета (Рис 2).

Расстояние между точками падения голубого и оранжевого лучей на плоскость объектива:

$$\Delta h4 = h4(F) - h4(C)$$

Пересчитав разность $\Delta h4$ лучей, падающими на объектив, в разность лучей, падающих на матрицу, можно будет количественно оценить хроматические аберрации оптической системы.

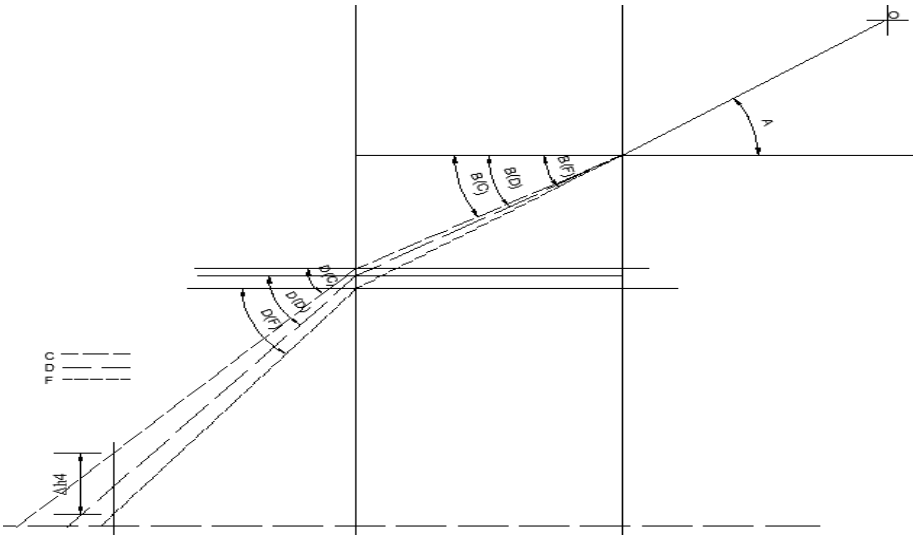


Рис. 2. Расхождение луча при прохождении через три среды

Таким образом, приведенный расчет позволяет количественно оценить основное проявление хроматических аберраций – оптическое рассовмещение монохроматических изображений на матрице. Пользуясь данным методом можно оценить, будут ли заметны хроматические аберрации на полученном изображении. Если расхождение лучей голубого и оранжевого цвета будет сопоставимо с размером пикселей матрицы, можно сделать вывод, что в такой оптической системе возникнут искажения, заметные на изображении.

Список используемых источников

1. M. Edge. The Underwater Photographer. Digital and Traditional Techniques. Elsevier, 2006

2. Z. Wakimoto. On Designing Underwater Camera Lenses. Photogrammetric Engineering, 1967

3. R. Schattschneider. Accurate high-resolution 3D surface reconstruction and localisation using a wide-angle flat port underwater stereo camera. UC, 2014

4. В.Н. Чуриловский. Теория оптических приборов. "Машиностроение" Москва, 1966.

5. М.Я. Кругер. Справочник конструктора оптико-механических приборов. "Машиностроение" Ленинград, 1968

Golovinov O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Method of Calculation Chromatic Aberrations in Underwater Television Cameras with a Flat Port.

With increasing of requirements for the resolution of underwater surveillance cameras, more attention needs to be paid to the distortion, which occurs in optical systems. This article discusses a calculation method, that allows to evaluate impact of chromatic aberrations on image quality in underwater surveillance, using camera with flat port.

Key words: Underwater video surveillance, chromatic aberration displacement

УДК 123.456
ГРНТИ 47.51.31

АДАПТИВНОЕ КОНТРАСТИРОВАНИЕ С УЧЕТОМ ЛОКАЛЬНЫХ СЮЖЕТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИК-ИЗОБРАЖЕНИЙ.

И. Ю. Грицкевич, Н. А. Ерганжиев, В. И. Жарков
АО «ОКТБ «Омега», В. Новгород

В работе рассмотрена обработка инфракрасных изображений алгоритмом «адаптивного увеличения локального контраста»[1]. Приведены особенности применения алгоритма: преобразования, согласования, отображения, адаптации и модификации ИК изображений.

локальный контраст ИК, улучшение качества ИК-изображений, сюжетная адаптация, 16-битное ИК-изображение.

Решение задачи контрастирования ИК-изображений в общем виде может рассматриваться как задача согласования динамических диапазонов частей изображений с динамическим диапазоном анализирующего или воспроизводящего устройства. Для ее решения существует множество подходов разной степени эффективности[2,3,4].

Рассмотрим два основных фактора которые обычно препятствуют получению изображений высокого качества. Это ограничения датчика и его тепловой шум и низкий уровень контрастности. Так как в отличие от большинства видимых изображений, инфракрасные изображения имеют высокий уровень засветки от фона и низкий контраст (фактически, это означает, что часто разница температур между объектом и фоном малы), трудно наблюдать и распознавать объект по необработанному инфракрасному (ИК) изображению. Поэтому усиление контраста, является незаменимым и ключевым шагом, который производится аппаратно почти во всех устройствах обработки инфракрасных изображений[10].

При этом необходимо учитывать, что анализ ИК-изображений происходит как по величине энергии, так и по её спектральному распределению. Это осуществляется при взаимодействии с исследуемыми объектами во всех случаях поглощения, отражения, рассеяния, преломления, поляризации или интерференции.

В ряде случаев в теплообмене участвуют процессы поглощения/выделения тепла при фазовых переходах, связанных с испарением/конденсацией атмосферной влаги на поверхности наблюдаемых объектов.

Тонкая спектральная структура тепловых контрастов в природе весьма сложна, поскольку контрасты каждого из объектов формируются за

счёт особенностей распределения температуры и оптических свойств поверхности объекта, свойств окружающих его тел (посылающих своё излучение во всех направлениях и формирующих отражённую составляющую контрастного излучения), а также за счёт фильтрации и собственного ИК излучения той атмосферной трассы, вдоль которой распространяются лучистые потоки[5].

Рассмотрим варианты адаптации начальных настроек для «автоматического алгоритма контраста» ИК-изображений большой разрядности(16 бит) [1].

Рис. 1 – Оригинал ИК изображения

Для каждой части изображения необходимо выбирать свои отдельные параметры для контрастирования [6,7,8,9].

Рис. 2 – Обработанное ИК изображение.

При контрастировании ИК-изображения возникают артефакты «ореола», особенно вдоль границ между большими однородными

областями. Кроме того, может произойти «поседение», в результате чего изображение сцены будет тяготеть к среднему серому.

На рисунке 2 показаны результаты обработки ИК-изображения ДКП с учётом «карты размеров»[1].

Размер окна для расчёта коэффициентов ДКП ИК-изображений по отношению к изображениям «видимого диапазона» необходимо автоматически изменить размеры области ДКП. Таким образом учитываются локальные особенности ИК-изображений: нечёткие границы и повторные отражения от засветки соседних объектов [1].

Построение карты размеров областей обработки проводим с помощью ДКП, при котором изображение представляют в виде суммы синусоид с различной амплитудой и частотой. После построения ДКП в окрестности каждого пикселя, используется только 3 коэффициента разложения ДКП. На рисунке 3 скользящее окно ДКП задаваемого размера для расчёта коэффициентов окрестности каждого пикселя изображения.

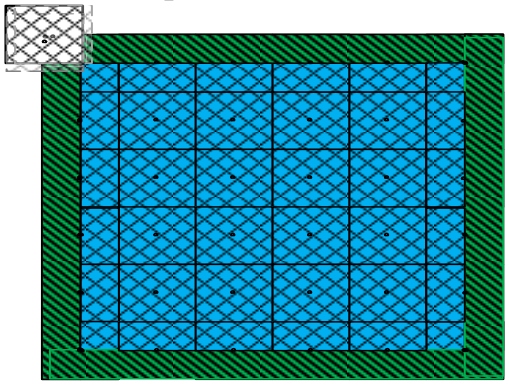


Рис. 3 – Скользящее окно.

Рассчитаем отношение количества ложных срабатываний к количеству верно определённых срабатываний, необходимых для предобученного «алгоритма обнаружения» [11,12,13].

Рис. 4. Результаты адаптивного контрастирования с учётом локальных особенностей ИК-изображений.

Выводы

Одним из методов для оценки эффективности алгоритма был выбран метод BRISQUE, так как данный метод работает со всеми типами дефектов (за счет использования в нем 36 различных функций) и показывает высокую эффективность как для обычных, так и для ИК-изображений [14].

Оценивание «алгоритма адаптивного контрастирования» с учетом локальных сюжетных особенностей ИК- изображения произведено сравнением различных критериев.

Таблица 1.

Сравниваемый параметр	Метод обработки			
	Метод Clahe	Карта ДКП 2*2	Карта ДКП 16*16	Карта ДКП 32*32
Отношение ложных срабатываний к верно определённым объектам	0.127	0.081	0.06	0.0021
BRISQUE	50	68	81	77
Возможность автоматической настройки первичных установок	нет	да	да	да

Приведённые в таблице 1 результаты показывают, что количество дефектов уменьшается в 1,6 раза(для ДКП 16*16). Также «алгоритм адаптации» при учитывании особенностей ИК-изображений обеспечивает существенное увеличение точности обнаружения (для ДКП 32*32).

Список используемых материалов

1. И. Ю. Грицкевич, Н. А. Ерганжиев «Алгоритм адаптивного контрастирования с учетом локальных сюжетных особенностей изображения» Сборник материалов V международной научно-технической конференции «актуальные проблемы радио- и кинотехнологий, ноябрь 2020

2. N. Moroney, Local color correction using non-linear masking, in IS&T/SID Eight Color Imaging Conference, 2000, pp. 108–111.

3. Ana Bel´en Petro, Catalina Sbert, Jean-Michel Morel,Multiscale Retinex, Image Processing On Line, 4 (2014), pp. 71–88.

4. M. Wan, G. Gu, W. Qian, K. Ren, Q. Chen and X. Maldague, Infrared Image Enhancement Using Adaptive Histogram Partition and Brightness Correction, Remote Sensing, vol.10, no. 5, May. 2018

5. Ю.И. Белоусов, Е.С. Постников Инфракрасная фотоника Часть I особенности формирования и распространения ИК-излучения. 2019
6. И. Ю. Грицкевич, Н. А. Ерганжиев «Результаты применения выборочных параметров локального контрастирования для отдельных частей изображения» CTS'2019 сборник докладов.
7. Chengwei Liu, Xiubao Sui Optimized Contrast Enhancement for Infrared Images Based on Global and Local Histogram Specification, April 2019 Remote Sens., 11, 849 pp.1-21
8. Завалишин С.С. Алгоритм адаптивного контрастирования изображения, Цифровая Обработка Сигналов №3/2016 с. 60–65.
9. Farhang-Boroujeny, B., Adaptive Filters: Theory and Applications, Chichester, England, John Wiley & Sons, pp. 130-139, 1998.
10. Jain, Anil K., Fundamentals of Digital Image Processing, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, pp. 150–153, 1989.
11. A. Bochkovskiy C. Wang, YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, Institute of Information Science Academia, Taiwan, pp.1-14, 2020.
12. Волков В.Ю. Адаптивные, инвариантные и робастные методы обнаружения и различения сигналов, СПБГУТ, Учебное пособие, с. 9–11, 2005.
13. Татаренков Д.А., Бучатский А.Н. Особенности обнаружения человека на изображении с использованием хаароподобных вейвлетов. ACTUALSCIENCE стр. 52-54, (5) 2016
14. Jennifer Yvonne Kaser., Utilizing Natural Scene Statistics and Blind Image Quality Analysis of Infrared Imagery, The University of Texas at Austin, 2013.

Gritzkevich I., Erganzhiev N., Zharkov V.

JSC "OKTB" Omega", V. Novgorod

Adaptive Contrast Taking into Account Local Plot Features the IR Images.

The paper considers the processing of infrared images by the algorithm of "adaptive increase of local contrast" [1]. The features of the algorithm application are given: transformation, matching, display, adaptation and modification of IR images.

Keywords: Local contrast of IR images, quality improvement of IR images, story adaptation, 16-bit infrared image.

УДК 621.396.62
ГРНТИ 49.43.37

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО РАДИО ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПРИЕМНИКА ЦИФРОВОГО РАДИО СТАНДАРТА DRM+

О. А. Гуминский, С. В. Мышьянов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье рассмотрены аспекты применения технологии программно-конфигурируемого радио (software defined radio - SDR) совместно с модельно-ориентированным подходом к проектированию (МОП) при разработке радиоприемного устройства DRM+.

MATLAB, Simulink, DRM+, МОП, SDR, RTL-SDR.

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) решалась задача разработки приемного устройства стандарта DRM+. В качестве подхода к разработке был выбран модельно-ориентированный подход к проектированию совместно с применением технологии программно-конфигурируемого радио. Совокупность данных подходов подразумевает разделение процедур обработки сигналов на аппаратную и программную составляющие. Одной из частных задач работы являлась интеграция разработанной программной модели с аппаратной частью - устройством программно-конфигурируемого радио. Данный аспект рассмотрен далее в статье, прочие результаты разработки изложены в работах [1-3].

Основные функции аппаратной части: прием сигнала из эфира, осуществление переноса на промежуточную частоту, осуществление необходимых процедур фильтрации, усиления, автоподстроек, выделение из сигнала синфазной и квадратурной составляющих, и последующих операций дискретизации и квантования. Получившийся сигнал в виде последовательности нулей и единиц, представляющих значения отсчетов синфазных и квадратурных компонент сигнала, подается на вычислительное устройство, в котором программно производятся все основные процедуры декодирования сигнала.

Программная модель радиоприемника реализована в среде MATLAB/Simulink на основе открытой технической документации европейского стандарта ETSI ES 201 980 [4]. По сравнению с традиционным подходом к разработке, МОП в сочетании с технологией SDR имеет ключевые преимущества: позволяет на этапе разработки не

привязываться к конкретным аппаратным платформам и дает возможность производить тестирование и верификацию модели без внесения изменений в конструкцию радиоприемного устройства. После завершения этапов разработки и отладки алгоритмов декодирования сигнала на высокоуровневой программной модели MATLAB/Simulink был произведен подбор подходящего по параметрам устройства SDR. Рассмотрим особенности интеграции аппаратной платформы с программной моделью.

В системе DRM+ используется схема модуляции OFDM с квадратурной амплитудной модуляцией несущих частот QAM4 или QAM16 в совокупности с разноскоростным сверточным кодированием. Всего задействовано 213 несущих частот с разносом 444 4/9 Гц, что дает ширину полосы частот сигнала 96 кГц.

Реализованная программная модель демодулятора-декодера требует подачи на вход отсчетов отфильтрованного полезного сигнала с частотой дискретизации 284 кГц. Для этого в схему перед демодулятором включены блоки источника сигнала, фильтрации и автоматической регулировки уровня (рис. 1). Устройства программно-конфигурируемого радио могут на выходе выдавать сигнал с более высокой частотой дискретизации, чем это требуется. Для согласования в схему включен блок, конвертирующий частоту дискретизации, задавая необходимые коэффициенты децимации (уменьшения частоты дискретизации) и интерполяции (увеличения частоты дискретизации). Таким образом, применяя МОП, можно адаптировать к программной модели демодулятора любое устройство SDR, поддерживаемое средой разработки.

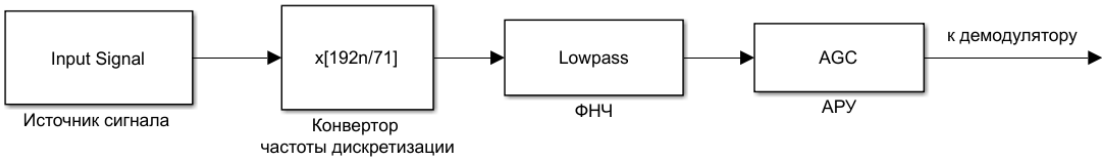
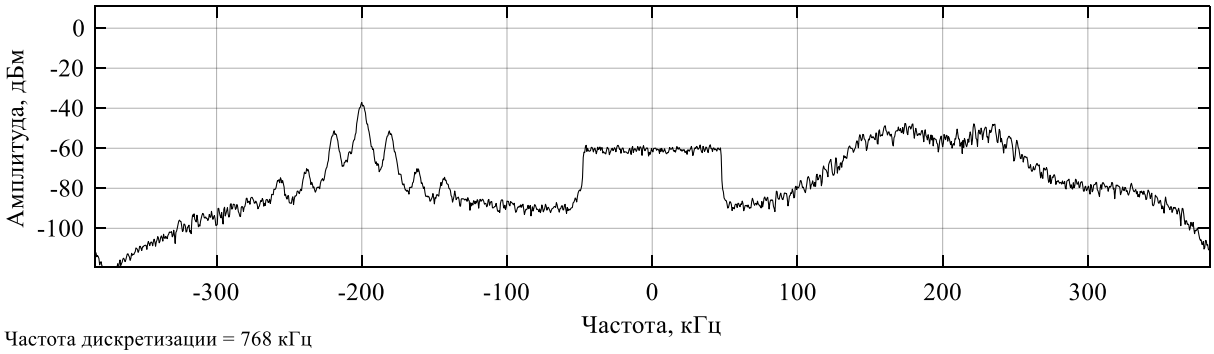


Рис. 1. Блоки обработки входного сигнала

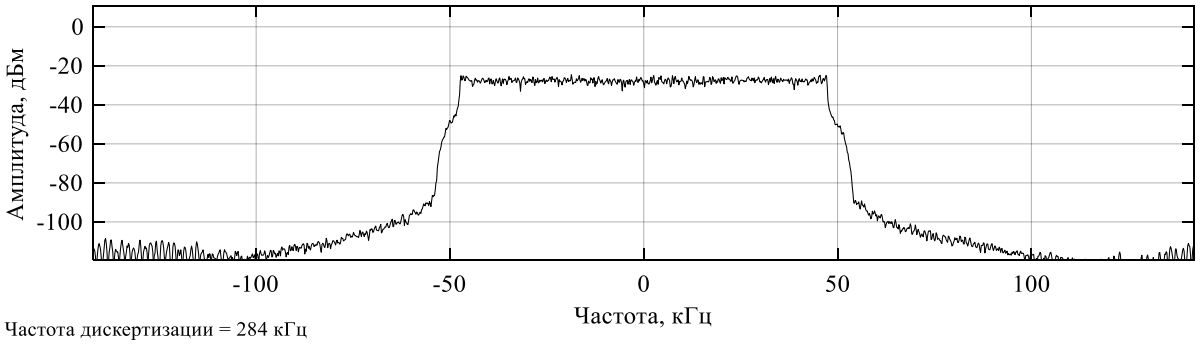
В результате процедур входной обработки из принимаемого сигнала выделяется требуемая спектральная компонента. На рисунке 2 приведен спектр входного сигнала с частотой дискретизации 768 кГц до обработки и сигнал после фильтра и автоматической регулировкой уровня с частотой дискретизации 284 кГц. На рисунке 2 (а) виден цифровой сигнал DRM+ и отстроенные от него на +/- 200 кГц сигналы ближайших станций аналогового стереофонического радиовещания с пилот-тоном, на рисунке 2 (б) ненужные компоненты отфильтрованы для последующей работы с сигналом DRM+.

В рамках ВКР основными критериями выбора устройства программно-конфигурируемого радио являлись: совместимость с

программной средой разработки; диапазон принимаемых частот; полоса частот принимаемого сигнала; разрядность АЦП; стоимость.



а)



б)

Рис. 2. Спектр принимаемого сигнала до фильтрации (а) и после фильтрации (б)

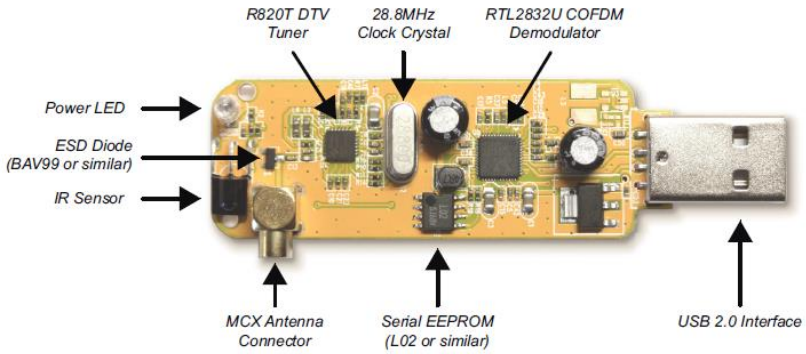


Рис. 3. Внешний вид приёмной платы R820T/RTL2832U RTL-SDR

В соответствии с критериями были сформулированы основные требования к аппаратной платформе программно-конфигурируемого радио: совместимость со средой проектирования MATLAB/Simulink; диапазон принимаемых частот от 87,5 до 108 МГц; разрядность АЦП не менее 8 бит; полоса частот принимаемого сигнала более 284 кГц; стоимость до 50$. Проанализировав доступное оборудование, было выбрано устройство RTL-SDR, внешний вид платы приведен на рисунке 3, внутренняя архитектура устройства отображена на рисунке 4.

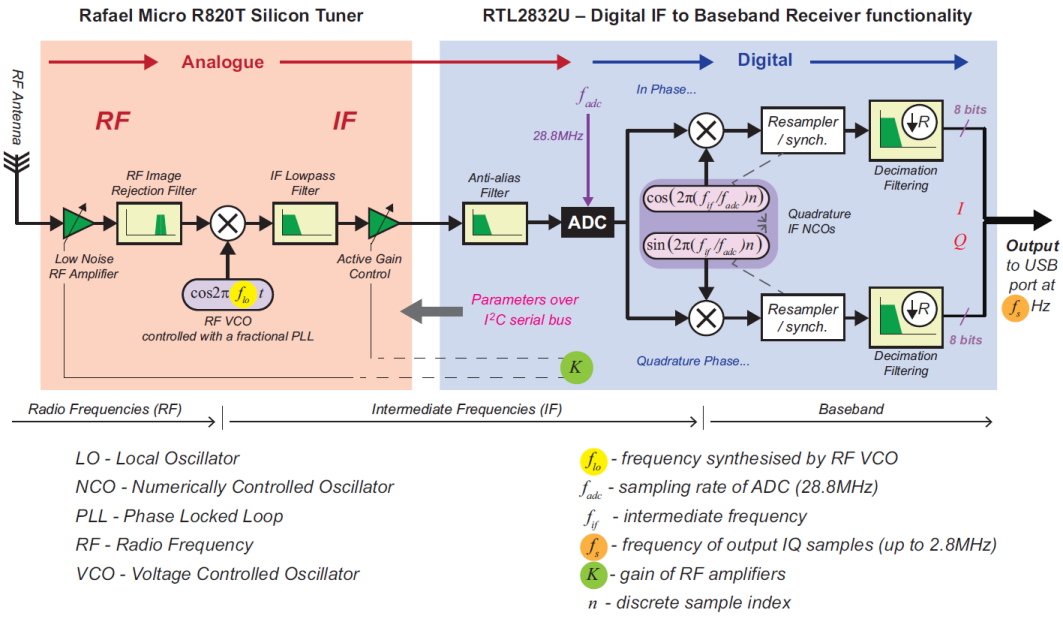


Рис. 4. Блок-диаграмма, отображающая внутреннюю архитектуру устройства R820T/RTL2832U RTL-SDR

Данное устройство можно рассматривать как аналог бюджетного приёмника (~8-10$). RTL-SDR содержит в себе чип тюнера R820T компании «Rafael micro», который переносит высокочастотный сигнал с заданной полосой частот на промежуточную частоту; а также микросхему RTL2832U компании «Realtek», которая оцифровывает и выделяет синфазную и квадратурную компоненты сигнала, а затем передает данные через USB порт. Разрядность АЦП микросхемы RTL2832U составляет 8 бит.

Микросхема демодулятора RTL2832U является очень популярной у радиолюбителей из-за соотношения цены и возможностей применения, имеет большое международное сообщество, развивающее программное обеспечение на принципах открытого исходного кода [5], поддерживается средой разработки MATLAB/Simulink [6].

Для того, чтобы интегрировать устройство RTL-SDR с программной моделью DRM+, была установлена вспомогательная библиотека, добавляющая в Simulink блок источника сигнала «RTL-SDR Receiver», с помощью которого можно настроить основные параметры устройства: центральную частоту, частоту дискретизации и т.д. (рис. 5). Устройство позволяет работать с необходимой частотой дискретизации 284 кГц, поэтому входной сигнал подвергается только фильтрации и автоматической регулировке уровня, как показано на рисунке 6.

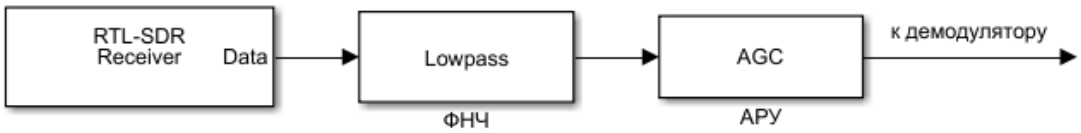


Рис. 6. Блоки обработки входного сигнала от устройства RTL-SDR

Таким образом, технология программно-конфигурируемого радио на сегодняшний день дает возможность реализации бюджетных высокочастотных трактов радиоприемных устройств, благодаря чему находит все более широкое применение как на предприятиях-разработчиках радиоэлектронной промышленности, так и в любительской радиосвязи. Совместное использование SDR и МОП упрощает разработку цифровых приемопередающих устройств и имеет большой потенциал применения в образовательных целях при подготовке кадров для работы с современными стандартами цифровой связи.

Список используемых источников

1. Roman V. Glazkov, Oleg A. Guminskiy, Sergei V. Myshyanov Nikita V. Babaev, Sergei A. Sokolov Research and Implementation of Energy Dispersal Algorithm for DRM System // IEEE. – 2020. ISBN 978-1-7281-5760-3 – p. 17-20.

2. Гуминский О.А, Мышьянов С.В. Исследование и реализация алгоритма канального кодера для системы DRM: IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: СПб. : СПбГУТ, 2020. С. 165–170.

3. Ковалгин Ю.А., Мышьянов С.В., Гуминский О.А, Мошков В.В., Шахпоранян И.А., Жукова А.В. Исследование приемопередающих трактов систем цифрового радиовещания: отчёт о НИР. СПб. : СПбГУТ, 2019. 79 с.

4. ETSI ES 201 980 V4.1.2 (2017-04) Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification. 2017. 196 p.

5. RTL-SDR Community [Электронный ресурс]. - URL: https://www.rtl-sdr.com/ (дата обращения 07.12.2020).

6. Stewart R.W., Barlee K.W, Atkinson D., Crockett L.H. Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR, [1st Edition (revised)]. Glasgow, Strathclyde Academic Media, 2015. 674 p.

Guminskiy O., Myshyanov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Application of the Software-Defined Radio Technology in Designing Digital Receiving and Transmitting Devices Using the Example of the Development of a DRM+ Digital Radio Receiver.

This article examines the aspects of implementing the Software-Defined Radio (SDR) technology in conjunction with the Model-Based Design (MBD) method in the development of the DRM+ radio receiving device.

Key words: MATLAB, Simulink, DRM+, MBD, SDR.

УДК 378.096
ГРНТИ 47.51.29

ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ И УНИВЕРСИТЕТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Р. Н. Евсеев, А. В. Вербицкий
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российская телевизионная и радиовещательная сеть» филиал «Санкт-Петербургский региональный центр»

В настоящее время многие страны мира, и Россия не исключение, перешли с аналогового телевизионного вещания на цифровое. В связи с данным переходом, Российская телевизионная и радиовещательная сеть столкнулась с нехваткой на рынке труда квалифицированных кадров. Одно из решений данной проблемы – это создание базовых кафедр на базе высших учебных заведений, позволяющих совместными усилиями предприятия и вуза вложить действительно необходимые знания и навыки в будущих работников еще во время их обучения.

базовая кафедра, целевое обучение, взаимодействие предприятий, цифровое телевизионное и радиовещание.

Российская телевизионная и радиовещательная сеть (РТРС) — естественная монополия в области связи. Предприятие ведет эфирную наземную трансляцию общероссийских обязательных общедоступных теле- и радиоканалов во всех субъектах Российской Федерации. В его состав входят 78 филиалов: республиканских, краевых и областных радиотелепередающих центров. В настоящее время телекоммуникационными услугами радиотелепередающих центров Российской телевизионной и радиовещательной сети пользуются около полутора тысяч государственных и коммерческих вещательных компаний, операторы сотовой связи, региональные и муниципальные органы исполнительной власти.

В соответствии с федеральной целевой программой «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009–2018 годы» предприятие Российская телевизионная и радиовещательная сеть стало единственным исполнителем мероприятий по строительству цифровой эфирной телесети.

Но строительство сети это лишь начало большого пути. Сеть необходимо обслуживать, модернизировать, проводить профилактику и ремонт. Для выполнения таких работ нужны высококвалифицированные специалисты, знающие специфику работы оборудования, его интерфейсы, порядок настройки качественных параметров, умеющие работать со сложными приборами.

Создание цифровой сети в России подразумевало практически одновременное строительство более 5,5 тысяч объектов на территории страны. При этом использовалось в большом количестве оборудование зарубежных производителей, значительная масса которых не комплектовалась развернутой технической эксплуатационной документацией. В результате потребовалась срочная переподготовка огромного количества технических специалистов предприятия. Самостоятельно провести такую работу в сжатые сроки было невозможно, поэтому было решено наладить взаимодействие с ведущими техническими вузами в разных регионах страны, и совместными усилиями провести переобучение.

Для решения вопросов переобучения специалистов было налажено взаимодействие между РТРС и Санкт-Петербургским государственным университетом телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ). Руководство филиала РТРС «Санкт-Петербургский РЦ» и СПбГУТ увидели большой потенциал в таком взаимодействии, и уже в ноябре 2011 года было подписано Соглашение о сотрудничестве между РТРС и СПбГУТ в области подготовки кадров.

В рамках данного соглашения в СПбГУТ была создана базовая кафедра «Цифровое телевизионное и радиовещание» и стартовала программа повышения квалификации инженерно-технических работников РТРС. Совместно были разработаны планы обучения, охватывающие все необходимые направления, начиная от теоретических основ цифрового вещания, видов модуляции, кодирования, работы приемного и передающего оборудования, заканчивая изучением современных приборов и методов измерений. В лабораторию базовой кафедры были поставлены приборы и оборудование, аналогичное использующемуся на сети цифрового телевидения. В первый же год в СПбГУТ по программе "Технологии цифрового телерадиовещания в стандарте DVB-T2" прошли повышение квалификации более 70 специалистов РТРС. Возвращаясь в филиалы, специалисты делились полученными знаниями со своими коллегами, многократно увеличивая эффективность обучения.

Начиная с 2013 года, было приято решение об организации первого набора абитуриентов на целевое обучение для компании РТРС. В том же году, на базе СПбГУТ началось выполнение научно-исследовательских работ в интересах РТРС, связанных с цифровым вещанием.

Понимая, что теория должна быть неотрывно связана с практикой, начиная с 2014 года было принято решение о прохождении студентами преддипломной практики в тех филиалах РТРС, в которые по окончании обучения студенты придут работать. В филиалах из числа наиболее подготовленных специалистов назначаются наставники, помогающие студентам в выборе темы выпускной квалификационной работы (ВКР), составлению плана работы над ВКР, проведении необходимых расчетов и

экспериментального исследования, получении практических навыков. При таком подходе, будущие руководители выпускников получали возможность заранее познакомиться со своими сотрудниками, понять их уровень подготовки, и разработать план вхождения в должность. С другой стороны, студент получал квалифицированную помощь при написании выпускной работы, и возможность самостоятельного проведения экспериментального исследования на реальном оборудовании филиала. Несколько выпускников, не являющихся целевыми студентами, но прошедших дополнительное обучение в интересах РТРС на базовой кафедре, также изъявили желание работать в филиалах РТРС, что позволило получить первую обратную связь, как от самих выпускников, так и от работников филиалов.

Полученные сведения позволили не только внести коррективы в программу обучения, но и принять еще одно важно решение – начиная с 2015 года, студенты стали проходить на базе филиалов РТРС не только преддипломную, но и производственную практику. Тем самым был повышен уровень вовлеченности студентов в работу филиалов, в течение месяца студенты работали совместно с работниками филиала, получали практические навыки, которые невозможно получить в университете. Руководители филиалов получили возможность планировать потребность в специалистах на длительную перспективу, повышая общую квалификацию коллектива.

2017 год ознаменовался важным событием – первым выпуском студентов базовой кафедры «Цифровое телевизионное и радиовещание», получивших целевую подготовку для работы в РТРС. Было выпущено 12 бакалавров, которые по прибытии в филиалы практически сразу приступили к исполнению своих обязанностей, а их уровень подготовки значительно отличался от уровня подготовки других претендентов на работу в филиале.

Опыт взаимодействия РТРС и СПбГУТ был положительно оценен и в других регионах России. Так, в 2018 году, на базе СПбГУТ было проведено несколько рабочих встреч с представителями Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики и филиалом РТРС «Сибирский РЦ» на которых специалисты и преподаватели СПбГУТ и Санкт-Петербургского филиала РТРС поделились опытом работы, продемонстрировали лабораторию базовой кафедры, методические пособия и планы обучения.

Материальная база кафедры продолжает развиваться, в частности уже проведена интеграция учебной лаборатории базовой кафедры ЦТРВ с лабораторией IPTV и научно-образовательным центром «Медиацентр», что значительно расширило перечень проводимых лабораторных работ и привело к появлению новых дисциплин «Вычислительные сети», «Основы маршрутизации в компьютерных сетях».

В настоящее время прорабатывается новый этап взаимодействия между РТРС и СПбГУТ, предусматривающий не только целевое обучение студентов на базовой кафедре и курсы повышения квалификации сотрудников РТРС, но и разработку дополнительных программ обучения сотрудников РТРС по особенно актуальным вопросам эксплуатации оборудования цифрового вещания, центров формирования цифровых пакетов программ, трактам спутниковой доставки, созданию и настройке сетей передачи данных, систем мониторинга, систем врезки локального контента и других.

Положительный опыт взаимодействия предприятия и университета при подготовке кадров в области цифрового телерадиовещания может быть подтвержден тем, что на сегодняшний день на инженерные должности в филиалы РТРС трудоустроено 59 бакалавров, прошедших целевое обучение в СПбГУТ, повысили свою квалификацию по программе "Технологии цифрового телерадиовещания в стандарте DVB-T2" более 700 сотрудников РТРС.

Список используемых источников

1. Бачевский С.В., Бучатский А.Н., Воробьев О.В., Гоголь А.А., Кирик Д.И., Фуксин Н.С. Экосистема целевой подготовки в парадигме уровней высшего образования. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXVI Международной научно-методической конференции. Санкт-Петербург. 29 сентября 2020 г. – СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. Т. 1. С. 9-12.

2. Гоголь А.А., Бучатский А.Н., Воробьев О.В., Кирик Д.И. Специфика подготовки специалистов отрасли информационных технологий в отраслевом вузе. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXV Международной научно-методической конференции. Санкт-Петербург. 23 апреля 2019 г. – СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. Т. 1. С. 10-11.

3. Гоголь А.А., Бучатский А.Н. Методика выравнивающей подготовки слушателей для эффективного изучения вопросов цифрового телерадиовещания. Материалы XXI Международной научно-методической конференции. Санкт-Петербург. 22 апреля 2015 г. – СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. С. 37.

Evseev R., Verbitskiy A.

Federal state unitary enterprise RTRN, St. Petersbugr

Experience of Interaction of the Enterprise and the University During Training in the Field of Digital Television Broadcasting.

Currently, many countries of the world, and Russia is no exception, have switched from analogue to digital television broadcasting. In connection with this transition, the Russian television and radio broadcasting network faced a shortage of qualified personnel in the labor market. One of the solutions to this problem is the creation of basic departments on the basis of higher educational institutions, allowing the joint efforts of the enterprise and the university to invest the really necessary knowledge and skills in future employees even during their training.

Key words: base department, targeted training, enterprise interaction, digital television and radio broadcasting

УДК 658.5.011
ГРНТИ 47.13.17

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

В. Н. Жданкин, Д. И. Кирик
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье описано применение 3D-печати для быстрого прототипирования радиоэлектронных средств. Произведено сравнение изготовления печатных плат по традиционной технологии и по аддитивной технологии, с помощью 3D-принтера DragonFly. Описаны возможности аддитивных технологий в конструировании радиоэлектронных средств.

3D-печать электроники, аддитивные технологии, быстрое прототипирование.

В настоящее время при разработке новых радиоэлектронных изделий имеет большое значение их скорость выхода на рынок. Для компании важно выпустить продукт раньше конкурентов. Часто в состав этих продуктов входит сложная электроника со сложной геометрией, что увеличивает время выхода на рынок. Это в свою очередь может не в лучшую сторону повлиять на прибыль компании.

Перед тем как новый продукт будет доступен конечному пользователю, он проходит через несколько этапов разработки и корректировки. После внесений изменений в устройство изготавливается прототип, для оценки внесённых изменений и проведения испытаний.

Все эти этапы, а также изготовления прототипа, могут быть дорогостоящими и трудоемкими, создавая серьёзные препятствия для внедрения новых продуктов. Особенно остро данная проблема наблюдается у небольших компаний, у которых может не быть подходящего и дорогостоящего оборудования для изготовления прототипов.

Выходом из данной ситуации могут быть аддитивные технологии. Несмотря на то, что 3D-печать активно обсуждают в последние годы, впервые аддитивное производство было применено в 80-х годах [1]. Оно помогает быстро создавать прототипы устройств. Это позволяет производителям обойти длинный процесс традиционного прототипорования и получить полномасштабную копию разработанного продукта. Созданные продукты, как правило, обладали различными недостатками из-за ограничений аддитивных технологий. Необходимо было идти на компромиссы при выборе материалов, шероховатости поверхности и точности размеров.

Всё это время развивались материалы, применяемые в аддитивных технологиях. Уменьшался минимальный размер напечатанного элемента.

Однако аддитивные технологии всё ещё применялись для моделирования, предназначенного только для оценки формы, корпуса устройства и конструктивных особенностей. Не было возможности проверить и форму, и функциональность. А большинство разрабатываемых изделий включает в себя электронику, датчики, дисплей и т.д. Всё это требует дополнительного времени для разработки и настройки.

В настоящее время сфера 3D-печати уже достаточно развита, чтобы использовать 3D-печать не только при изготовлении корпусов, но и полнофункциональных электронных компонентов. Это достигается путём использования токопроводящих и токонепроводящих чернил, что значительно сократило полный цикл разработки электронного устройства.

Рис. 1. Традиционная технология изготовления двухсторонней печатной платы

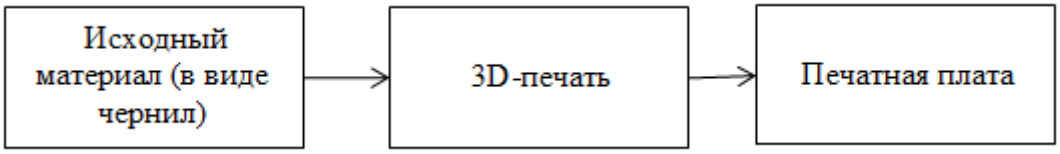


Рис. 2. Аддитивная технология изготовления двухсторонней печатной платы

На рисунке 1 и 2 представлено сравнение традиционных [2] и аддитивных технологий производства радиоэлектронных средств на примере двухсторонней печатной платы. Как можно заметить, при

применении 3D-печати используется гораздо меньшее количество технологических операций, что благоприятно сказывается на скорости и качестве изготовления прототипа.

Стоит отметить, что при традиционном методе изготовления печатных плат наличие операций травления приводит к возникновению бокового подтрава проводников. Это ограничивает разрешающую способность процесса.

В настоящее время существует возможность изготовления многослойных печатных плат с помощью 3D-принтера израильской фирмы NanoDimension, модель DragonFly. 3D-принтер имеет две печатающих головки для печати токопроводящими и токонепроводящими чернилами. Программное обеспечение принтера позволяет использовать стандартные файлы производства печатных плат.

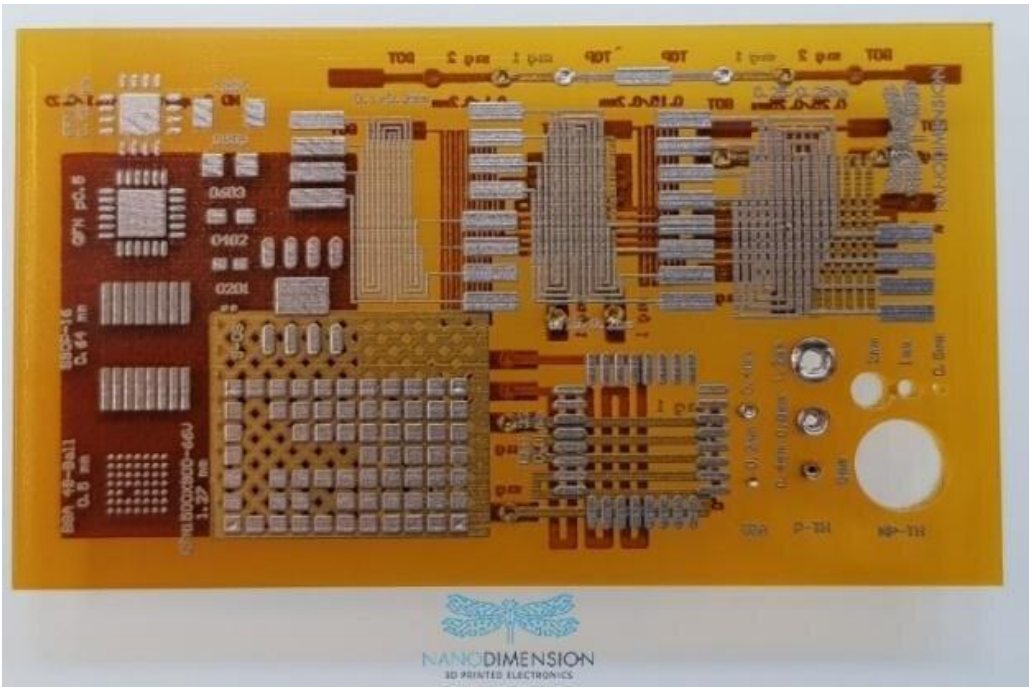


Рис. 3. Четырехслойная печатная плата изготовленная с помощью 3D-принтера DragonFly.

Диаметр капли диэлектрика составляет 3 мкм, а токопроводящих чернил – 0,3 мкм, что позволяет изготавливать прецизионные платы до пятого класса точности. На рисунке 3 изображена четырехслойная печатная плата, изготовленная с помощью 3D-принтера DragonFly [3].

С помощью 3D-печати можно быстро изготовить прототипы радиоэлектронных средств в сопоставимые сроки с традиционным методом. Однако полученные прототипы будут обладать преимуществом не только по времени изготовления. Они могут иметь совершенно различные формы для аутентичного прототипирования продуктов на более ранних этапах цикла разработки.

Аддитивные технологии позволяют изготавливать печатные платы со встроенными радиоэлектронными элементами. Таким образом,

уменьшается длина проводящих дорожек, уменьшаются массогабаритные характеристики платы, увеличивается механическая прочность платы и обеспечивается защита от влаги. Также, 3D-печать позволяет перейти от классической планарной компоновки электронных устройств к объемной компоновке. Таким образом, появляется возможность более эффективно использовать пространство для более плотной компоновки элементов.

В конечном итоге, усовершенствованная технология 3D-печати может быть использована при производстве изделий для конечного пользователя. Таким образом, можно изготавливать изделия с индивидуальными характеристиками. Сейчас 3D-печать может быть использована для сокращения времени разработки за счет изготовления функциональных электронных прототипов.

Благодаря применению аддитивных технологий для ускорения прототипирования радиоэлектронных средств, цикл разработки может быть сокращён с нескольких недель до нескольких часов

Исследования в области печатной электроники ведутся и в России [4]. Разрабатываются диэлектрические, токопроводящие, светоизлучающие и другие чернила и пасты, проводятся работы по нанесению функциональных материалов методами печати на различные основания. Для более быстрого развития аддитивных технологий в России необходимо чтобы исследования в этой области существенно расширялись и проводились в сотрудничестве с ведущими мировыми исследовательскими центрами.

Список используемых источников

1. Вершина Е. Железные перспективы //Атомный эксперт. 2014. N 5-6 С. 56–61.
2. Валетов В.А. Основы производства радиоэлектронной аппаратуры / Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. 112с.
3. Хесин С. 3D-принтер DragonFly – революция в изготовлении многослойных печатных плат / Вектор высоких технологий. 2018. N 4 (39) С. 38–41.
4. Ефремов А., Нисан А. Развитие печатной электроники / Электроника 2013. N 7 С. 108–112.

Zhdankin V., Kirik D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Use of 3D-Printing for the Rapid Prototyping of Electronic Equipment.

The article describes the use of 3D-printing for the rapid prototyping of electronic equipment. A comparison was made between the manufacture of printed circuit boards using traditional technology and additive technology, using a DragonFly 3D printer. The possibilities of additive technologies in the design of radio-electronic means are described.

Key words: 3D printed electronics, additive manufacturing, rapid prototyping.

УДК 004.421
ГРНТИ 47.14.17

АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФА

А. В. Запайщиков, Д. В. Козлов, А. Б. Степанов

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

Данная работа посвящена оценки возможности применения аналого-цифрового преобразователя ADS1299 фирмы Texas Instruments в качестве одного из блоков портативного электроэнцефалографа. Приведены основные характеристики аналого-цифрового преобразователя ADS1299. В работе описаны основные преимущества данного аналого-цифрового преобразователя для применения при регистрации биомедицинских сигналов. Предложено совместное использование данного аналого-цифрового преобразователя и одноплатного компьютера Nvidia Jetson Nano для реализации портативного электроэнцефалографа с возможностью постобработки сигналов. Приведена разработанная 3D модель корпуса портативного электроэнцефалографа.

аналого-цифровой преобразователь, ADS1299, портативный электроэнцефалограф, электроэнцефалограмма, Nvidia Jetson Nano, вейвлет-анализ сигналов.

Один из основных компонентов электроэнцефалографа, во многом определяющим качество его работы, является аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Поэтому важным этапом при проектировании электроэнцефалографа является выбор АЦП, обеспечивающего необходимое качество регистрируемого сигнала – электроэнцефалограммы.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) – графическое представление электрических потенциалов, зарегистрированных с поверхности скальпа человека, и отражающих активность определённых групп нейронов головного мозга [1]. Электроэнцефалограмма объединяет множество физических каналов, число которых может достигать 256. Амплитуда сигналов обычно составляет десятки-сотни микровольт. Максимальная частота сигналов не превышает сотен Гц.

Аналого-цифровые преобразователи по способу реализации делят на три группы [2]:

1. Аналого-цифровые преобразователи прямого преобразования. Данные устройства отличатся высокой скоростью оцифровки сигнала (более 10^9 выборок в секунду). Разрядность АЦП прямого преобразования в большинстве случаях ограничена 12 битами. Для получения большей разрядности необходимо использовать большое количество компонентов АЦП (компараторов).

2. Аналого-цифровые преобразователи последовательного приближения. Данные АЦП имеют меньшую скорость оцифровки по сравнению с АЦП прямого преобразования (до 10^6 выборок в секунду), однако они отличаются более высокой разрядностью, которая может достигать 20 бит.
3. Дельта-сигма АЦП. Являются самым точным видом аналого-цифрового преобразователя из приведенных. Разрядность таких устройств может достигать 32 бит. Из недостатков данных АЦП можно отметить сложность их реализации (что влияет на их стоимость) и относительно низкая скорость оцифровки сигнала.

Для целей регистрации электроэнцефалограммы наиболее подходящим типом АЦП являться дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь. Вместе с АЦП необходимо использовать усилитель с низким уровнем шума для усиления низкого по амплитуде уровня сигнала с поверхности головного мозга человека.

В качестве АЦП при реализации портативного электроэнцефалографа был выбран ADS1299 от производителя Texas Instruments, установленный на отладочной плате (рис. 1).

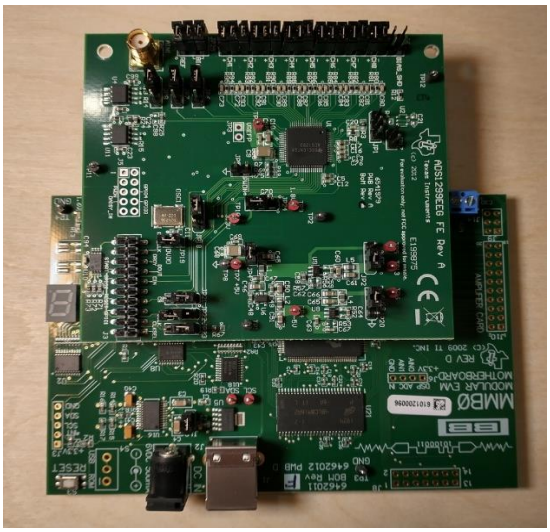


Рис. 1 – Отладочная плата для АЦП ADS1299

Данный АЦП обладает следующими характеристиками [3]:

- тип АЦП – дельта-сигма;
- 8 физических каналов;
- частота дискретизации от 250 до 16000 выборок в секунду (задается программным методом);
- встроенный усилитель с программным управлением усилением (максимальный коэффициент усиления 24);
- встроенный опорный генератор.

Для ознакомления с возможностями данной отладочной платы, а также для проверки характеристик АЦП ADS1299 была проведена серия эксперементов. Для этих целей была собрана экспериментальная установка (рис. 2), блок схема которой представлена на рис. 3.

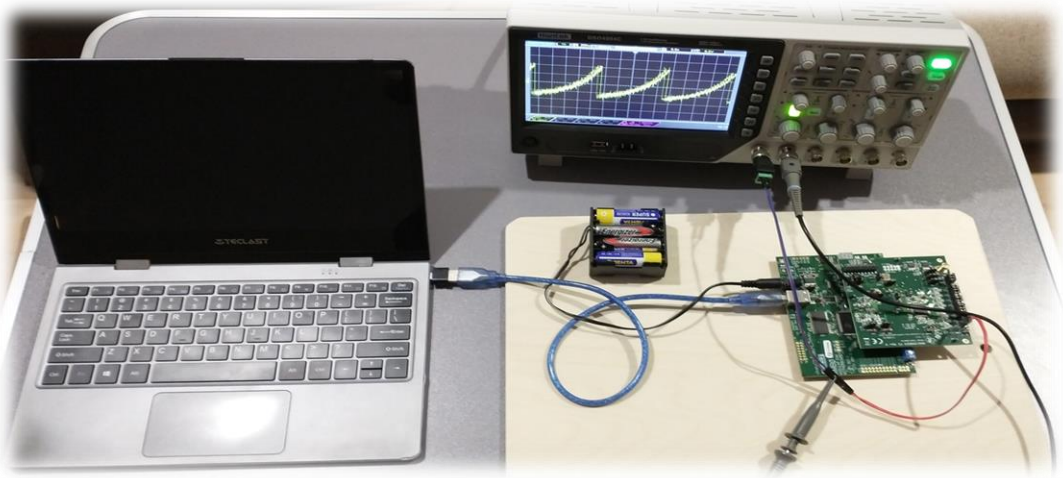


Рис. 2 – Экспериментальная установка

Рис.3 – Блок схема экспериментальной установки

В ходе эксперимента с генератора сигналов, который встроен в осциллограф Hantek DSO4084C, на АЦП были поданы тестовые сигналы с низким уровнем (рис. 4). При этом программным методом на АЦП были установлены: максимальное усиление в 24 раза и частота дискретизации в 16000 выборок в секунду.

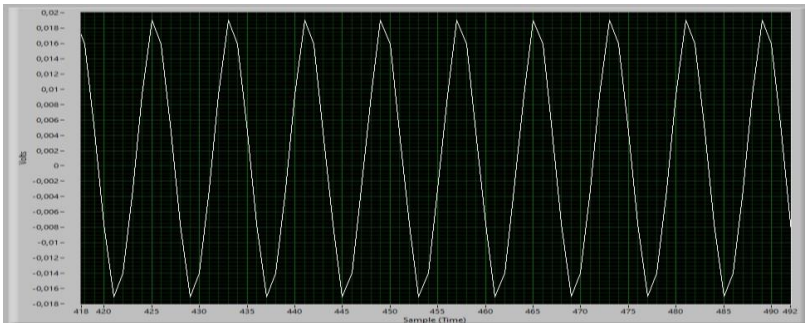


Рис. 2 – Сигнал, полученный с отладочной платы и визуализированный на персональном компьютере

Необработанный сигнал электроэнцефалограммы может быть использован для визуального анализа физиологом. Однако, для использования дополнительной информации о сигнале и для его автоматического анализа, нужно прибегать к постобработке ЭЭГ, полученной с АЦП. При обработке сигналов могут быть использованы методы на основе частотно-временного анализа сигналов с применением вейвлет-преобразования [4, 5]. Однако, вейвлет-преобразование требует значительных вычислительных затрат, в связи с чем при реализации его вычисления целесообразно использовать высокопроизводительную элементную базу, например одноплатный компьютер Nvidia Jetson Nano. Совместное использование отладочной платы с АЦП и вычислительного модуля в виде одноплатного компьютера Nvidia Jetson Nano позволяет создать основу для реализации портативного энцефалографа с возможностью постобработки сигнала. На рис. 5 представлена 3D модель корпуса портативного электроэнцефалографа.

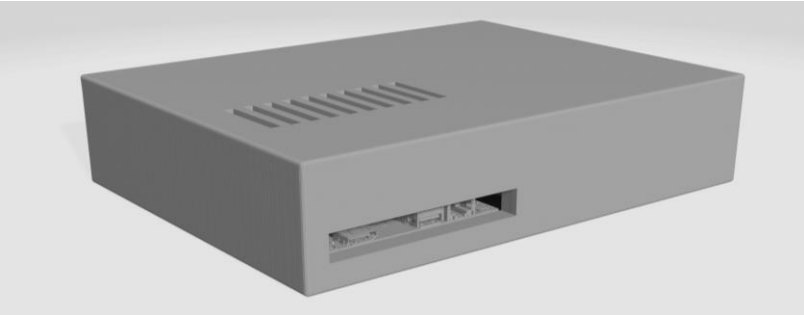


Рис. 3 – Модель корпуса портативного электроэнцефалографа

В качестве основных результатов данной работы можно отметить следующее:

1. Был выбран АЦП, пригодный для использования в качестве составной части портативного электроэнцефалографа.
2. Данный АЦП был протестирован для оцифровки тестовых сигналов.
3. Разработана 3D модель корпуса портативного электроэнцефалографа.
4. Рассмотрен вариант работы данного АЦП совместно с одноплатным компьютером Nvidia Jetson Nano для постобработки ЭЭГ.

Дальнейшее продолжение работы предполагает исследование реальных сигналов ЭЭГ и разработку портативного электроэнцефалографа с использованием данного АЦП с последующей обработкой сигналов с помощью вейвлет-анализа [6].

Список используемых источников

1. Ронкин М.А., Зенков Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней. Руководство для врачей. Изд. 5-е, Издательство МЕДпресс-информ, 2013, 488 с.

2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Пер. с англ., Изд. 2-е, М: Издательство БИНОМ, 2019, 704 с.

3. Datasheet: ADS1299-x Low-Noise, 4-, 6-, 8-Channel, 24-Bit, Analog-to-Digital Converter for EEG and Biopotential Measurements datasheet (Rev. C).

4. Журавов Д.В., Степанов А.Б., Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования средствами MATLAB // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей в 2 т. 2015. С. 99-103

5. Stepanov A.B., Wavelet Analysis of Compressed Biomedical Signals // 20th Conference of Open Innovations Association FRUCT, St.Petersburg, Russia, 2017. С. 434-440.

6. Zhuravov D.V., Stepanov A.B., Application of Simulink in the Implementation of Calculation Algorithms for Continuous Wavelet Transform on a Digital Signal Processor // Journal of Radio Electronics. 2019. № 5. С. 12.

Авторы выражают благодарность СПбГУТ за предоставленный для использования в научной работе осциллограф, подаренный студенту Козлову Д.В. за победу во Всероссийской олимпиаде по радиотехнике "Я-профессионал".

Zapaishikov A.V., Kozlov D.V., Stepanov A.B.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analog-to-Digital Converter for Portable Electroencephalograph.

This work is devoted to assessing the possibility of using a Texas Instruments ADS1299 analog-to-digital converter as one of the functional blocks of a portable electroencephalograph. The main characteristics of the ADS1299 analog-to-digital converter are presented. The paper describes the main advantages of this analog-to-digital converter for use in recording biomedical signals. Proposed a joint use of this analog-to-digital converter and a single-board computer Nvidia Jetson Nano for the implementation of a portable electroencephalograph with the possibility of signal post-processing. Presented the developed 3D model of the case of a portable electroencephalograph.

Key words: analog-to-digital converter, ADS1299, portable electroencephalograph, Nvidia Jetson Nano, wavelet analysis of signals.

УДК 621.396.6
ГРНТИ 47.01.77

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В СЕТЯХ РАДИОДОСТУПА

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

Предложена методика обеспечения электромагнитной совместимости в сетях высокой плотности. В условиях развития беспроводных технологий и широкого внедрения беспроводных устройств, организующих беспроводные локальные сети и персональные сети высокой плотности, электромагнитная обстановка (ЭМО) ухудшается. При этом методы обеспечения ЭМО опираются на решения, разработанные ранее, в условиях гораздо меньшей плотности устройств, что делает их малоэффективными. В докладе предлагается изменить подход к обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) в сетях высокой плотности, используя алгоритмы машинного обучения, основанные на теории линейной регрессии, для управления энергетическими характеристиками устройств.

machine learning, помехоустойчивость, линейная регрессия, сети радиодоступа

Проблематика электромагнитной совместимости

Развитие беспроводных технологий и рост числа устройств, использующих беспроводные технологии, приводит к образованию сетей высокой плотности, в которых одновременное функционирование устройств при минимальном электромагнитном влиянии друг на друга является решением оптимизационной задачи.

Для решения данной задачи предлагается использовать алгоритмы нечеткой логики, которые будут адаптивно менять один из параметров излучаемых сигналов: мощность излучения, частотный диапазон, временной интервал работы.

Оптимизация частотных каналов

Известно, что *Wi-Fi* роутеры работают согласно серии стандартов *IEEE* 802.11. Данные стандарты основаны на частотном разделении канальных групп в комбинации с помехоустойчивыми кодами. При работе в сетях высокой плотности речь идет об одновременно функционирующих устройствах, использующих широкую полосу сигнала (рис.1).

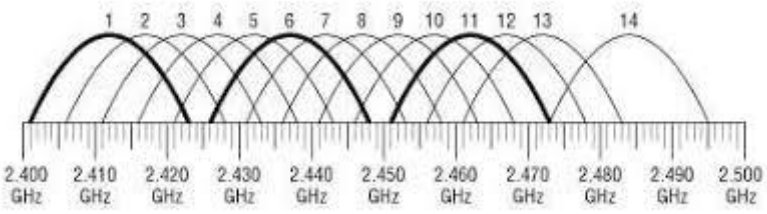


Рис. 1. Условное изображение спектра каналов *Wi-Fi*

Из рисунка 1 видно, что электромагнитная обстановка тем лучше, чем дальше по частоте разнесены роутеры с высоким уровнем *RSSI* (англ. *Received Signal Strength Indicator*). Алгоритмы нечеткой логики можно использовать при решении задачи оптимизации частотного диапазона. Для этого необходимо решить задачу принятия решения о смене канала у близко расположенных *Wi-Fi* роутеров или точек доступа, не принадлежащих одной сети (в дальнейшем будем обозначать их как *AP* – *Access Point*). Немаловажным фактором при адаптации параметров частотных каналов является учет возможности перемещения устройств в данной сети, так как точкой доступа может быть подвижный объект, например, пользовательское устройство – смартфон.

Оптимизация мощности с применением машинного обучения

Если для расчета принять во внимание простую сеть, состоящую из *Wi-Fi* роутеров (AP_k), номера которых обозначены k, где k = 1,2,3…10, то при изменении параметров мощности излучения алгоритм решает оптимизационную задачу на предмет поиска минимума функции зависимости качества сигнала AP_k от набора мощностей всех близкорасположенных роутеров сети. Принятая мощность может быть рассчитана следующим образом:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБмВт}} + G_{t,\text{дБ}u} - P_{min,\text{дБмВт}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}},$$

где $P_{t,\text{дБмВт}}$ – мощность передатчика; $G_{t,\text{дБ}u}$ – коэффициент усиления передающей антенны; $P_{min,\text{дБмВт}}$ – чувствительность приемника на данной скорости; $L_{t,\text{дБ}}$ – потери в антенно-фидерном тракте передатчика; $L_{r,\text{дБ}}$ – потери в антенно-фидерном тракте приемника.

Таким образом, сигналы с других роутеров считаются мешающими. Чем выше уровень сигнала мешающего AP_k поступает на вход антенны исследуемого AP_i, тем хуже качество связи в сети, образованной исследуемым роутером. Таким образом, необходимо решить оптимизационную задачу: с одной стороны качество связи в *WLAN* каждого *Wi-Fi* роутера, а с другой – мешающие сигналы, которые поступают в каналы приема соседних роутеров. Таким образом, оптимизационная задача будет иметь вид:

$$\min\{Y_{i\,\sum\text{дБ}} = \sum_{i,j=1}^{k} P_{rx,iJ.\text{дБ}}, \text{где } i,j = 1 \ldots \ k \text{ и } i \neq j\},$$

где $Y_{i\ \sum дБ}$ – суммарная мощность, принятая всеми роутерами системы; $P_{rx,iJ.дБ}$ – суммарная мощность i-м устройством от j-роутеров системы. Оптимизация мощностей в данной ситуации поможет найти все возможные комбинации мощностей и выбрать наилучшую альтернативу.

В машинном обучении существует множество методов для организации нейронной сети [1]. Например, метод линейной регрессии – это линейная модель, которая предполагает линейную связь между входными переменными и переменными вывода. Регрессия относится к классу задач обучения с учителем, когда по заданному набору признаков наблюдаемого объекта необходимо спрогнозировать некоторую целевую переменную [2].

Представим для первичного расчета группу из трех *Wi-Fi* роутеров. Пользователи сети каждого из роутеров используют свои устройства с разной частотой каждый день, период наблюдения – несколько дней. Происходит набор входных параметров для обучения: каждый час программа считывает количество мегабайт входящего трафика каждого AP_k и заносит данные в таблицу входных данных (табл.1).

ТАБЛИЦА 1. Входные данные для обучения модели

День	Время суток	Объем трафика за час (МБайт)		
		Роутер А	Роутер Б	Роутер В
1	1:00	200	1	50
	2:00	210	2	57
...				
13	23:00	259	57	715
	0:00	90	107	467

Для оптимизации данной сети предполагается разработать алгоритм адаптации в среде MATLAB, а затем перенести его на *HARD*-уровень. Данный алгоритм представляется как математический комплекс машинного обучения, который будет самообучаться на частоте использования роутеров и выдавать больше мощности тому пользователю, который наиболее активен в данный момент времени. Таким образом, получим таблицу взвешенного распределения мощности (табл. 2)

ТАБЛИЦА 2. Целевые данные для обучения модели

День	Время суток	Принятие решения о выборе мощности (%)		
		Роутер А	Роутер Б	Роутер В
1	1:00	80	1	19
	2:00	78	1	21
...				
13	23:00	25	5	70
	0:00	14	16	70

Данные из таблицы 1 являются обучающими, а данные из таблицы 2 – целевыми, то есть при ситуации распределения трафика близкой по значениям, полученным в первый день в 1:00 (табл.1), алгоритм должен подобрать набор мощностей со значениями, близкими к данным таблицы целевых значений (табл. 2). Сеть алгоритма в MATLAB будет включать 30 скрытых слоев для обучения (рис. 2).

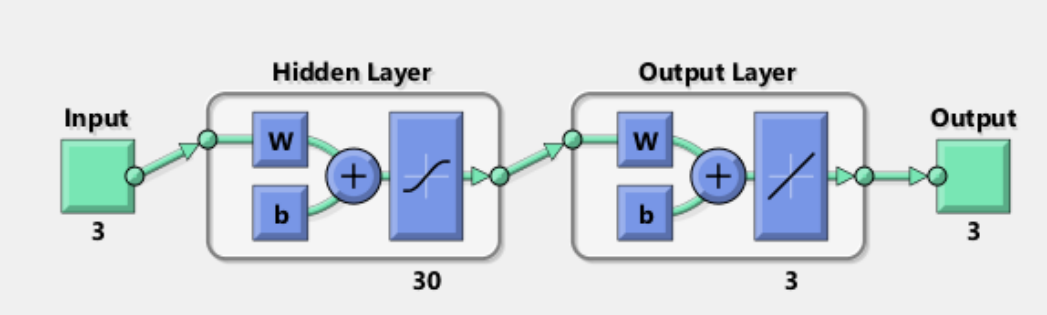


Рис. 2. Условное изображение обучаемой сети [3]

Как видно из рисунка 1, на вход подается три значения – это и есть набор распределения трафика между тремя роутерами, а на выходе 3 значения – это набор мощностей, которые будут установлены на соответствующих роутерах, оптимизируемой сети. В ходе обучения алгоритма получаем график зависимости среднего квадрата ошибки от итерации обучения и результат наилучшей итерации (рис.3).

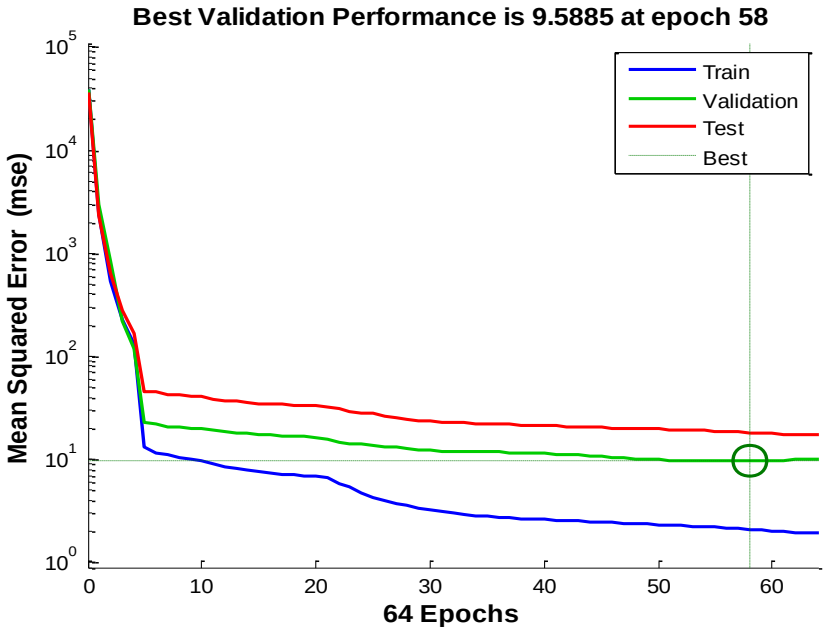


Рис. 3. Результат работы алгоритма линейной регрессии

Несмотря на то, что было выбрано 30 скрытых слоев, гистограмма ошибок показывает, что алгоритм работает корректно (рис.4).

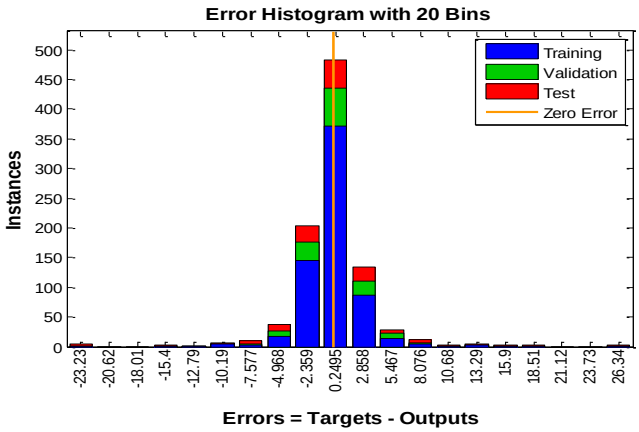


Рис. 4. Гистограмма ошибок работы алгоритма

Для проверки работы предложенного алгоритма на практике необходимо ввести входные данные. Например, полученные на 13 день наблюдения в 23:00 (см табл. 2):

```
>> sim ( net, [259; 57; 715])

ans =

   24.3178
    6.1902
   69.5275
```

Таким образом, на выходе алгоритма получаем набор из трех мощностей, который отличается от целевого на 2,7%, 23,8% и 0,7%.

Заключение

Полученные результаты показывают, что выходные данные алгоритма довольно близки к целевым даже при малом объеме данных обучения. Недостатком предлагаемого метода является игнорирование качества сигнала между роутером и пользовательским устройством. В дальнейшем необходимо доработать данный метод с учетом указанного недостатка. В целом, использование нейронных сетей для оптимизации сетей радиодоступа имеет перспективы практического применения.

Список используемых источников:

1. Рутковский Лешек. Методы и технологии искусственного интеллекта/ Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – Горячая линия – Телеком, 2010. – 520 с., ил.

2. Harris C.J., Moore C.G., Brown M., Inelligent Control: Aspects of fuzzy logic and neural nets, World Scientific, 1993.

3. MATLAB - MathWorks - MATLAB & Simulink [Электронный ресурс] https://www.mathworks.com (дата обращения 20.11.2020 г.)

Kazmin O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Application of Machine Learning Algorithms to Optimize the Electromagnetic Environment in Radio Access Networks.

A technique for ensuring electromagnetic compatibility in high density networks is proposed. With the development of wireless technologies and the widespread adoption of wireless devices that organize wireless local area networks and high-density personal networks, the electromagnetic environment (EMO) is deteriorating. At the same time, the methods of providing EMO are based on solutions developed earlier, in conditions of a much lower density of devices, which makes them ineffective. The report proposes to change the approach to ensuring electromagnetic compatibility (EMC) in high-density networks, using machine learning algorithms based on linear regression theory to control the energy characteristics of devices.

Key words: machine learning, noise immunity, linear regression, radio access networks.

УДК 654.197.6
ГРНТИ 47.51.39

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАБОТЫ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО НАПРАВЛЕННОГО ФИЛЬТРА В СЖАТИИ ВИДЕО

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

Развитие технологий сжатия видеоданных — одно из наиболее приоритетных направлений развития в преобразовании и обработке видеосигналов. Для передачи по ограниченному каналу связи необработанные видеоданные необходимо сжать до той степени, при которой визуальные различия между исходным материалом и результатом сжатия незаметны человеческому глазу. Именно данную задачу выполняют видеокодеки. Преобразование данных в видеокодеке включает в себя множество операций, но одной из передовых технологий в данной сфере является применение корректирующего направленного фильтра (CDEF) для уменьшения артефактов окантовки (пикселизации внутри изображения на границах объектов). В работе рассматривается CDEF, применяющийся в видеокодеке AV1.

кодирование видео, цифровое изображение, контурный фильтр, направленные преобразования

Сжатие видео предполагает, что видео будет иметь меньший объём файла (бит) ценой потери части данных (кодирование с потерями). Цель эффективного кодирования — максимальное сжатие без ущерба субъективному качеству с точки зрения человеческого глаза. Кодирование с потерями позволяет передать с помощью меньшего количества бит достаточную информацию.

Наиболее часто применяющимся способом компрессии цифровых изображений является дискретное 2-D вейвлет-преобразование. Однако у данного математического преобразования есть существенный недостаток: поскольку компрессия происходит по горизонтали и вертикали, то ровные

линии и грани объектов, не расположенных горизонтально или вертикально, передаются с неточностью [1]. Для восприятия человека данная неточность выражена в «ломаности» переданных линий, их пикселизованности.

Данную проблему призван решать корректирующий направленный фильтр (*Constrained Directional Enhancement Filter*, далее по тексту *CDEF*), путём исправления ошибок в кодировании.

Принцип работы корректирующего направленного фильтра заключается в направленном *intra*-прогнозировании. Данное прогнозирование предполагает анализ и кодирование пикселей на основе уже известной информации о пикселях по соседству, поэтому для эффективного кодирования *intra*-прогнозирование является обязательным условием, повышающим эффективность кодека [2].

CDEF использует собственную систему поиска направления пикселей [3]:

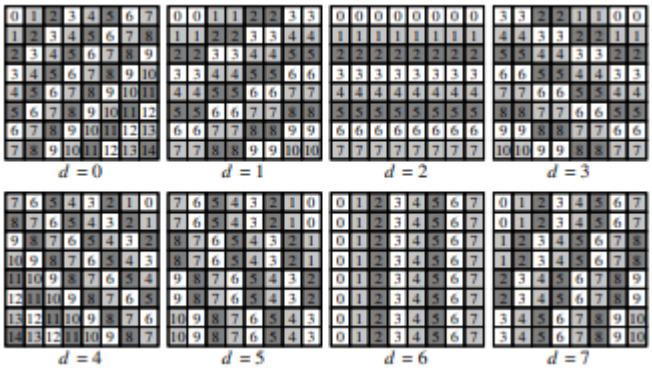


Рис. 1. Таблица блоков 8 ∗ 8 для расчёта разницы в пикселях и выбора направления

Фильтр сравнивает значения пикселей на конкретном блоке с значениями из данной таблицы, составляет численную разницу (сумма клеточных различий) и на основе данной разницы выбирает направление (минимальная разница в блоке определяет итоговое направление воздействия)

Для каждого из направлений d можно рассчитать среднее пиксельное значение k, используя данную формулу [3]:

$$\mu_{d,k} = \frac{1}{N_{d,k}} \sum_{p \in P_{d,k}} x_p, \quad (1)$$

где x_p — значение пикселя p, $P_{d,k}$ — набор пикселей в линии k, следующей в направлении d и $N_{d,k}$ — кардинальное число множества $P_{d,k}$. Зная эти значения, можно рассчитать сумму клеточных различий:

$$E_d^2 = \sum_k \left[\sum_{p \in P_{d,k}} \left(x_p - \mu_{d,k} \right)^2 \right], \quad (2)$$

В соответствии с формулами (1) и (2), представить сумму клеточных

значений можно через данную формулу:

$$E_d^2 = \sum_p x_p^2 - \sum_k \frac{1}{N_{d,k}} \left(\sum_{p \in P_{d,k}} x_p\right)^2,$$

(3)

Нахождение оптимального направления движения осуществляется через формулы (4) и (5):

$$d_{opt} = \max_d s_d,$$

(4)

$$s_d = \sum_k \frac{1}{N_{d,k}} \left(\sum_{p \in P_{d,k}} x_p\right)^2, \quad (5)$$

Значение s_d аппроксимируется и применяется для нахождения наиболее оптимального направления [3].

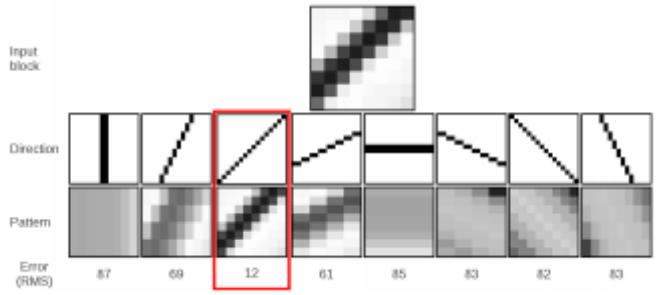


Рис. 2. Пример выбора оптимального направления фильтра по входному блоку

Процесс выбора направления действия фильтра для данных 8 направлений включает в себя следующие шаги:

1. Массив пикселей, описанный уравнением (5), можно математически описать, используя 294 операций дополнения, которые являются суммой смежных пикселей.
2. Результатом данного накопления является 90 строчных сумм, каждая из которых является квадратом, нуждающимся в 90 перемножениях.
3. Значения S_d могут быть вычислены из данных сумм с помощью 34 операций умножения и 82 операций дополнения.
4. Находится наибольшее значение s_d, и проводится 7 операций сравнения с другими значениями.

Всего за этот процесс выполняется 376 операций дополнения, 124 операции умножения и 7 операций сравнения.

Для того, чтобы исправить артефакты, появившиеся при кодировании, а также для устранения чрезмерного свечения используют нелинейный низкочастотный фильтр [3]. Работа фильтра в одном направлении описывается данной формулой:

$$y(i) = x(i) + \sum_m \omega_k f(x(i+m) - x(i), S, D),$$

(6)

где ω_k является ослаблением фильтра, а $f(d, S, D)$ является функцией

ограничения, определяющей различие отфильтрованного пикселя от соседствующих. При малых различиях, $f(d,S,D)=d$, что позволяет фильтру по формуле (6) работать как линейный фильтр. При больших различиях $f(d,S,D)=0$, что означает, что фильтр практически не действует. С учётом данных параметров функция ограничения фильтра будет выглядеть так:

$$f(d,S,D)=\begin{cases}\min\left(d,\max\left(0,S-\left\lfloor\frac{d}{2^{d-\lfloor\log_2 S\rfloor}}\right\rfloor\right)\right), d\geq 0\\ \max\left(d,\min\left(0,\left\lceil\frac{-d}{2^{d-\lfloor\log_2 S\rfloor}}\right\rceil-S\right)\right), d<0\end{cases},$$

(7)

с условием, что $d\geq\lfloor\log_2 S\rfloor$. Параметр S контролирует максимальное позволяемое различие и параметр D контролирует дэмпинг, т. е. точку, где $f(d,S,D)=0$.

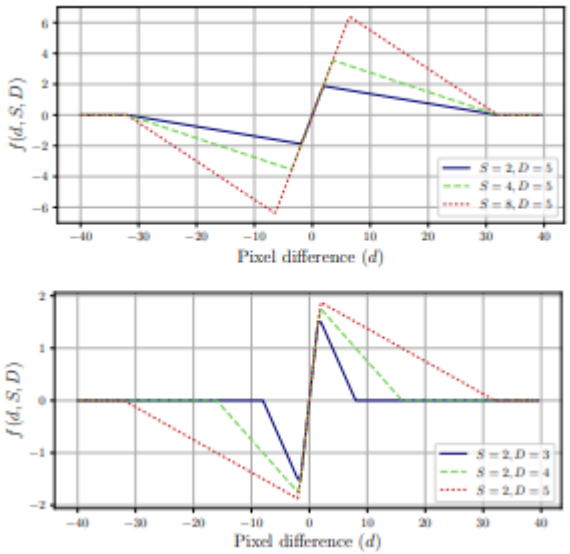


Рис. 3. Иллюстрация эффекта ослабления функции f

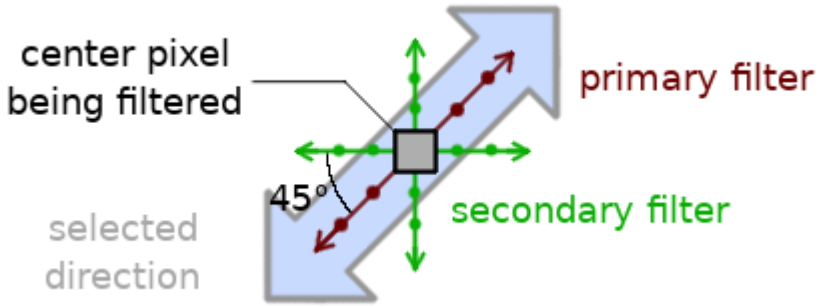


Рис. 4. Пример работы фильтра по первичному (*primary*) и вторичному (*secondary*) набору меток

Задача предсказания состоит в том, чтобы выбрать направление, оптимальное для устранения артефактов окантовки. Однако такую ошибку, как данные артефакты, направленный фильтр не способен исправить с помощью одного набора меток фильтра. Поэтому при разговоре об *CDEF* рассматриваются первичные и вторичные наборы меток [3].

Поскольку фильтр работает сразу в двух направлениях, то итоговая формула, описывающая корректирующий направленный фильтр кодека *AV1* будет выглядеть так:

$$y(i,j) = x(i,j) + \text{round}(\sum_{m,n} w_{d,m,n}^{(p)} f\left(x(m,n) - x(i,j), S^{(p)}, D\right) + \sum_{m,n} w_{d,m,n}^{(s)} f(x(m,n) - x(i,j), S^{(s)}, D)), \quad (8)$$

Так как достоверная передача изображения является главной задачей оцифровки, то применение корректирующего направленного фильтра (*CDEF*) является перспективным направлением при разработке видеокодеков. Пример такого видеокодека — *AV1*. На сегодняшний день направленные фильтры уже помогают сделать цифровое видео лучше [4].

Список используемых источников

1. Robert A. Cohen, Sven Klomp, Anthony Vetro, Huifang Sun. Direction-Adaptive Transformers for Coding Prediction Residuals. Материалы междунар. конф. Institute of Electrical and Electronics Engineers International Conference of Image Processing, 26-29 сент. 2010 г., Гонконг.

2. Chio-Ling Chang, Bernd Girod. Direction-Adaptive Discrete Wavelet Transform for Image Compression. Материалы Institute of Electrical and Electronics Engineers, 5 мая 2007 г., Тайвань.

3. Steinar Midtskogen, Jean-Marc Valin. The AV1 Constrained Directional Enhancement Filter (CDEF). Совместный стандарт Cisco Systems Inc. (Лусакер, Норвегия) и Mozilla Corporation (Маунтин-Вью, Калифорния, США). 28 окт. 2017 г.

4. Kaiming He, Jian Sun, Xiaoou Tang. Guided Image Filtering. Материалы Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013 г., Гонконг.

Losev A. P.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of Work Algorithm of Constrained Directional Enhancement Filter into Video Compression.

The most important direction in development of video convertion and processing is effective compressing. Raw video data must be compressed enough to be transmitted through limited data channels, but this compressed data should be identical to raw materials (based on subjective assessment). This task is the target of using video codecs. Data convertion via video codec is complex system of operations, but one of the most progressive techniques is using the constrained directional Enhancement Filter (CDEF) with the purpose of reducing borders artifacts (pixelization inside the image on the objects borders). In this work CDEF is considered by using in AV1 video codec.

Key Words: video coding, digital image, directional filter, directed transformations.

УДК 621.391
ГРНТИ 49.43.31

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУТНИКОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ (СДУ)

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

В ходе исследовательской работы была разработана модель спутникового канала связи в среде Simulink на основе СДУ. Модель позволяет наглядно оценить передачу в зависимости от наблюдаемого процесса в канале.

моделирование, спутниковый канал связи, SDE, MATLAB, СДУ

Постановка задачи моделирования

1. Рассмотреть задачу моделирования каналов связи на основе СДУ в общем виде
2. Разработать структурную схему имитатора, реализующего модель канала связи на основе СДУ.
3. Разработать структурную схему модели в среде Simulink.
4. Реализовать алгоритм моделирования канала связи на основе СДУ в программе MATLAB.
5. Проанализировать чувствительность модели канала связи на основе СДУ в программе MATLAB.

Теоретический разбор задачи моделирования каналов связи на основе СДУ

Рассмотрим моделирование непрерывных случайных процессов, описывающих случайные параметры и характеристики пространственно-когерентных сигналов.

Представим сигнал следующим образом

$$s(t) = a(t)cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$$

где $a(t)$ и $\varphi(t)$ – случайные амплитуда и фаза; ω_0 – несущая частота.

Выразим амплитуду и фазу в виде одномерных стохастических дифференциальных уравнений:

$$\frac{da(t)}{dt} = f_a[a(t)] + g_a[a(t)]\vartheta_a(t)$$

$$\frac{d\varphi(t)}{dt} = f_\varphi[\varphi(t)] + g_\varphi[\varphi(t)]\vartheta_\varphi(t)$$

где $f_a[a(t)]$, $g_a[a(t)]$, $f_\varphi[\varphi(t)]$, $g_\varphi[\varphi(t)]$ – неизвестные коэффициенты; $\vartheta_a(t)$, $\vartheta_\varphi(t)$ – белые шумы единичной интенсивности.

В данной исследовательской работе будут рассмотрены: марковский гауссовский случайный процесс и процесс, амплитуда которого подчиняется распределению по закону Релея, а фаза – распределению по равномерному закону.

Для марковского гауссовского случайного процесса имеем:

Определим СДУ для гауссовского процесса [1]:

$$dX_t = \mu(t, X_t)dt + \sigma(t, X_t)dW_t$$

Так как процесс марковский, то все, что нам нужно знать – значение X_{t_i}, чтобы сгенерировать $X_{t_{i+1}}$

Определим:

$$\sigma_{i,i+1} = cov(X_{t_i}, X_{t_{i+1}})$$

И

$$\mu_i = EX_{t_i}$$

Согласно теореме о многомерных нормальных условных распределениях известно, что $(X_{t_i}, X_{t_{i+1}})^T$ имеет многомерное нормальное распределение. В частности

$$\begin{pmatrix} X_{t_i} \\ X_{t_{i+1}} \end{pmatrix} \sim N\left(\begin{pmatrix} \mu_i \\ \mu_{i+1} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_{i,i} & \sigma_{i,i+1} \\ \sigma_{i,i+1} & \sigma_{i+1,i+1} \end{pmatrix}\right)$$

Используя теорему о многомерных нормальных условных распределениях, имеем:

$$X_{t_{i+1}} | X_{t_i} = x_i \sim N\left(\mu_i + \frac{\sigma_{i,i+1}}{\sigma_{i,i}}(x_i - \mu_i), \sigma_{i+1,i+1} - \frac{\sigma_{i,i+1}^2}{\sigma_{i,i}}\right)$$

Следовательно, чтобы сгенерировать МГСП:

1. Нарисовать $Z \sim N(0,1)$. Установить $X_{t_1} = \mu_1 + \sqrt{\sigma_{i,i}}Z$
2. Для $i = 1 \ldots m-1$ нарисовать $Z \sim N(0,1)$ и установить

$$X_{t_{i+1}} = \mu_i + \frac{\sigma_{i,i+1}}{\sigma_{i,i}}(X_{t_i} - \mu_i) + \left(\sqrt{\sigma_{i+1,i+1} - \frac{\sigma_{i,i+1}^2}{\sigma_{i,i}}}\right)Z$$

Положим, что

$$\mu_i = EX_{t_i} = 0$$

$$\sigma_{i,i+1} = min(t_i, t_{i+1}) = t_i$$

Получаем:

$$X_{t_{i+1}} = X_{t_i} + \left(\sqrt{t_{i+1} - t_i}\right)Z$$

Для процесса, описываемого Релеевским распределением, запишем [2]:

$$\frac{da(t)}{dt} = \frac{m_0^2}{4\tau_{\text{кор}}}\left[\frac{1}{a(t)} - 2a(t)\right] + m_0(2\tau_{\text{кор}})^{-1/2}\vartheta_a(t)$$

$$\frac{d\varphi(t)}{dt} = \vartheta_\varphi(t)$$

Реализация модели Simulink

Разрабатываемая модель должна состоять из 2х частей: самого спутникового канала и блока, модулирующего случайный процесс на основе СДУ. Вид процесса задается в блоке параметров.

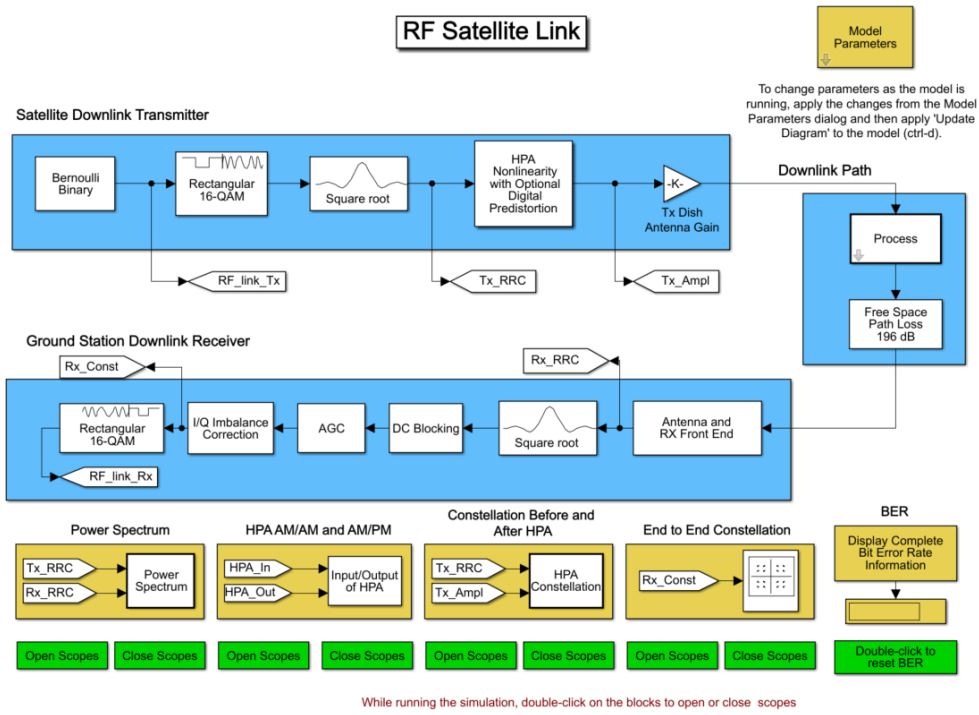


Рис. 1. Реализация модели в Simulink

На рис. 1. представлена разработанная модель. Она позволяет оценивать качество передачи в зависимости от основных требований к бюджету канала в любом частотном диапазоне, оценивать влияние различных модуляций и скоростей кодирования на полосу пропускания, скорость передачи и т.п., а также получать наглядное представление о качестве передачи через сигнальное созвездие и график спектральной плотности мощности передаваемого и принимаемого сигнала.

Анализ результатов моделирования

По итогам моделирования был проведен анализ чувствительности модели канала связи на основе СДУ, результаты которого представлены на рис. 2.

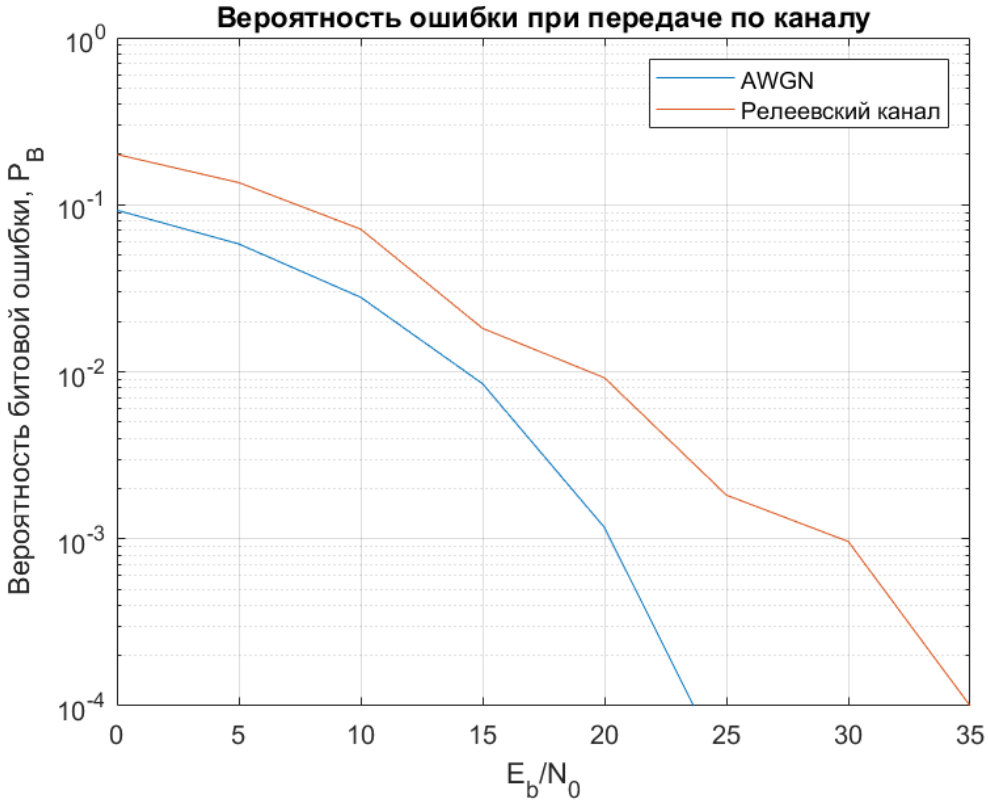


Рис. 2. Вероятность ошибки при передаче по каналу

Результат, полученный в ходе исследования, соответствует ожидаемому.

Значение проведенного исследования

Достижения в технологии спутниковой связи в последние годы привели к значительному увеличению пропускной способности, обеспечиваемой множеством новых систем «High Throughput Satellite» (HTS). Системы HTS – это новое поколение космических станций, способных обеспечивать высокую пропускную способность по сравнению с обычными спутниковыми системами. Принципиальным отличием архитектуры систем HTS является использование нескольких точечных лучей («spot beams») для охвата желаемой зоны обслуживания.

Таким образом, данное исследование может быть полезно с точки зрения оценивания замираний, возникающих в многолучевом канале, и может быть использовано при оценке характеристик модели системы HTS.

Список используемых источников

1. Tim Brereton. Stochastic Simulation of Processes, Fields and Structures. Ulm University. Institute of Stochastics, Ulm, 2014.

2. Журавлев А. К., Хлебников В. А. Адаптивные радиотехнические системы с антенными решетками. Издательство Ленинградского университета, 1991.
3. S. I. Resnick. Adventures in Stochastic Processes. Birkh¨auser, Boston, 1992.
4. J. Norris.Markov Chains. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
5. Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1104 с.: ил. – Парал. тит. англ.

Lyalina A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Modeling a Satellite Communication Channel Based on Stochastic Differential Equations.

In the course of the research work, a model of a satellite communication channel was developed in the Simulink environment based on the SDE. The model allows you to visually assess the transmission depending on the observed process in the channel.

Key words: modeling, satellite communication channel, SDE, MATLAB

УДК 621.396
ГРНТИ 49.33.29

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С БОРТА БЛА ПОСРЕДСТВОМ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Д. Ю. Митряшкина

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

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) широко используются в общегражданских, военных и исследовательских целях, для решения задач видеонаблюдения и обеспечения безопасности, а также для проведения досуга и любительской видеосъемки. Организация обмена данными между БЛА и конечным потребителем передаваемой информации является важной задачей, качественное решение которой во многом определяет эффективность применения БЛА. На текущий момент наблюдаются тенденции к использованию действующих сетей мобильной связи для передачи данных с борта БЛА. В данной работе рассмотрены результаты двух летных экспериментов, проведенных в городской и малонаселенной пригородной зонах с использованием мобильного телефона, расположенного на борту БЛА. Проведен сравнительный анализ результатов экспериментов и выявлены основные проблемы организации передачи данных.

БЛА, DL_bitrate, UL_bitrate, RSSI, SNR, LTE, MIMO

В [1] и [2] был определен ряд требований к каналам связи для передачи данных с борта БЛА. К ним относятся: высокая скорость, малая задержка, быстрая повторная синхронизация, высокая надежность, а также способность обмена данными с несколькими БЛА одновременно. Способ реализации передачи данных между БЛА и наземным пунктом управления (НПУ) должен отвечать вышеперечисленным требованиям.

Современные гетерогенные сети мобильной связи (GSM/UMTS/LTE) потенциально могут стать жизнеспособной альтернативой штатным системам радиосвязи с точки зрения пропускной способности и задержки.

Для анализа возможности использования LTE в качестве технологии передачи данных с БЛА были проведены два летных эксперимента на высоте полета до 800 м. Первый – в зоне с уверенным покрытием сети на окраине г. Санкт-Петербурга, второй – в пригородной зоне с неуверенным покрытием.

Время полета	Высота полета	CellID
9:48:23	0	202
9:48:36	75	202
9:49:04	92	202
9:55:08	100	202
9:56:55	150	202
10:01:51	200	202
10:54:33	250	202
11:57:10	300	202
11:57:30	350	202
11:59:08	400	202
11:59:45	450	202
12:00:27	500	202
12:02:08	550	202
12:02:44	600	202
12:04:44	650	202
12:07:06	700	202
12:07:32	750	202
12:09:01	800	202

Зависимость смены CellID от времени и высоты

Время полета	Высота полета	CellID
11:26:31	75	101
11:33:01	75	101
11:54:00	92	101
11:54:05	100	200
11:54:16	150	12
11:54:34	200	12
11:56:29	250	12
11:57:10	300	12
11:57:30	350	12
11:59:08	400	12
11:59:45	450	12
12:00:27	500	12
12:02:08	550	56429
12:02:44	600	56429
12:04:44	650	56429
12:07:06	700	56429
12:07:32	750	56429
12:09:01	800	56429

Зависимость смены CellID от времени и высоты полета (Пригород)

Рис. 1. Изменение скорости передачи данных в восходящей линии и полной мощности принимаемого приемником сигнала RSSI с изменением высоты полета БЛА

Эксперименты проводились с помощью мобильного телефона на базе Android, размещенного на борту БЛА самолетного типа и специализированных приложений GNet Track pro [3] и AnyDesk.

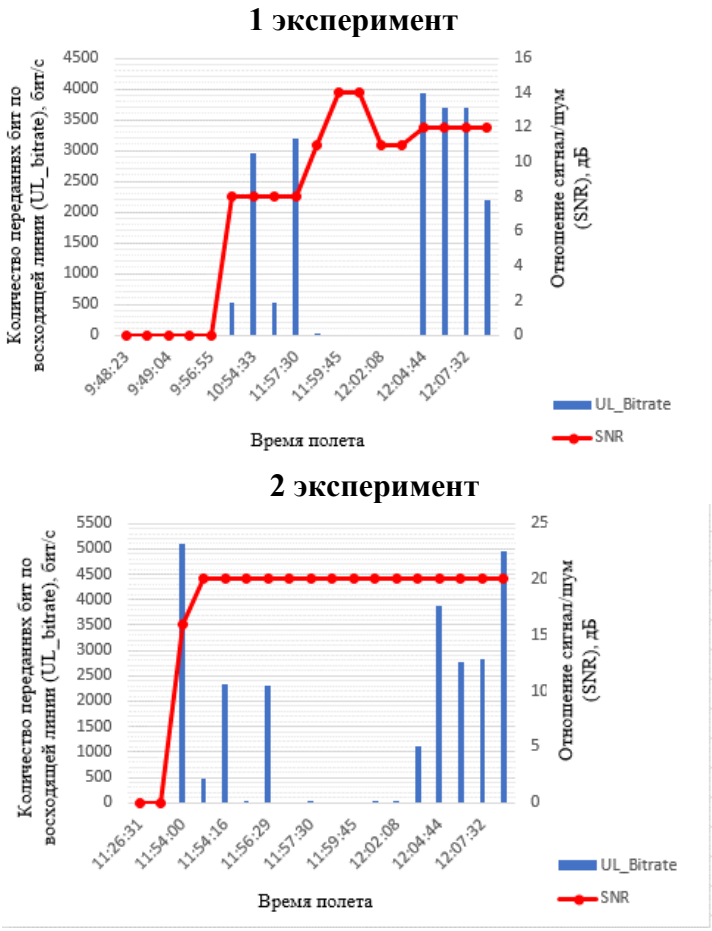


Рис. 2. Изменение скорости передачи данных в восходящей линии и отношения сигнал/помеха SNR с изменением высоты полета БЛА

Зависимость субъективного качества связи от значений параметров качества представлена в табл. 1. При обработке результатов экспериментов было выполнено сопоставление полученных значений с данными таблицы и проведена оценка скорости передачи данных.

ТАБЛИЦА 1. Зависимость субъективного качества связи от значений параметров качества LTE [4]

Качество связи	RSSI, дБм	RSRQ, дБ	SNR, дБ
отличное	≥ −65	≥ −10	≥ 20
хорошее	от −65 до −75	от −10 до −15	от 13 до 20
среднее	от −75 до −85	от −15 до −20	от 0 до 13
плохое	≤ −85	< −20	≤ 0

На рис. 1-3 приведены результаты летных экспериментов для восходящей линии связи LTE (направление БЛА → НПУ).

Значения RSSI в первом эксперименте (от −71 дБм до −75 дБм) согласно табл. 1 соответствуют хорошему качеству связи. Значения RSSI во втором эксперименте (от −85 дБм до −96 дБм) свидетельствуют о плохом качестве. Однако при этом отсутствует корреляция скорости

передачи данных с уровнем сигнала, что требует проведения дополнительных экспериментов и более глубокого анализа.

По графикам видно, что показатели SNR в 1 эксперименте свидетельствуют о среднем качестве связи, а во втором (20 дБ на высоте от 100 м) – об отличном качестве связи. При этом, если в городской местности связь скорости передачи данных и SNR очевидна, то в пригороде корреляция между этими параметрами отсутствует.

Похожая картина наблюдается и при анализе параметра RSRQ (рис.3).

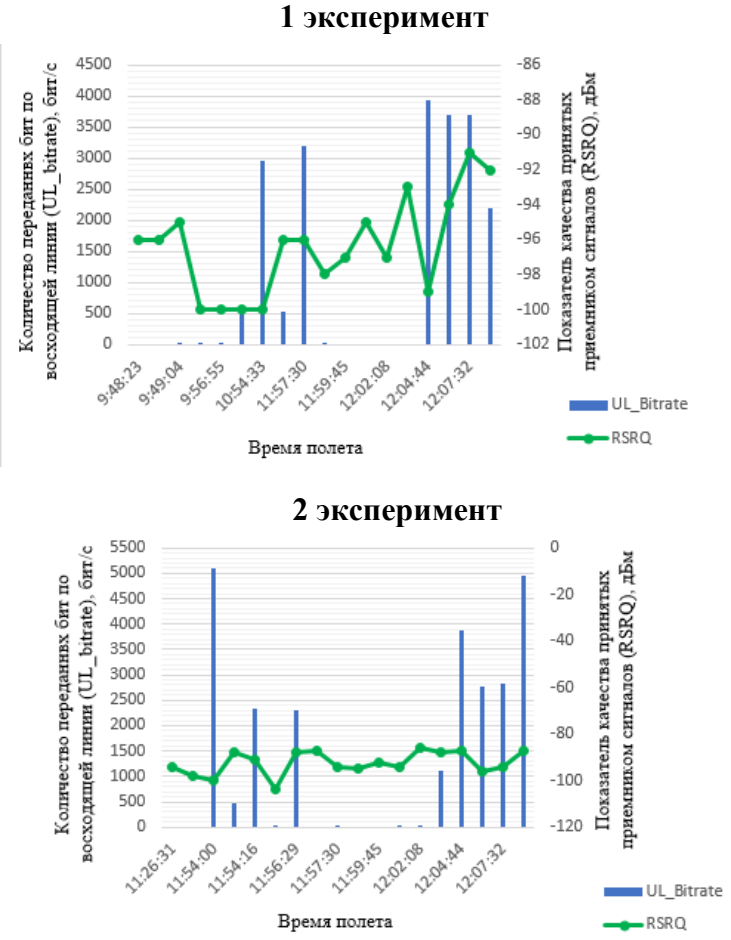


Рис. 3. Изменение скорости передачи данных в восходящей линии и показателя качества сигнала RSRQ с изменением высоты полета БЛА

Анализ результатов эксперимента показал, что в условиях неуверенного покрытия скорость передачи данных в восходящем канале эпизодически снижается до десятков кбит/с. Эти значения являются критическими, т.к. при среднем размере передаваемого файла 1,5 МБайта и скорости движения БЛА 70 км/ч минимальная требуемая скорость передачи данных составляет 0,5 Мбит/с, а при скорости полета 120 км/ч должна составлять не менее 0,735 Мбит/с [1].

Для решения этой проблемы могут быть предприняты следующие меры: увеличение выходной мощности передатчика и увеличение

коэффициентов усиления антенного оборудования. Также имеет смысл дублирование оборудования на борту БЛА с использованием sim-карт разных операторов.

Для дальнейших экспериментов в этом направлении целесообразно использовать мультистандартный модем с поддержкой диапазона LTE-900 и внешними антеннами MIMO. Отдельного исследования требует скорость и качество передачи данных в нисходящем канале (направление НПУ → БЛА).

Список используемых источников

1. Никитина А.В., Митряшкина Д.Ю. Анализ требований к каналам действующих сетей мобильной связи для передачи данных с борта беспилотного летательного аппарата // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом: сборник материалов (тезисов) XLV международной конференции РАЕН, 2020. – С. 9-11.

2. Слюсар В. Передача данных с борта БПЛА: стандарты НАТО // Электроника: НТБ, 2010, № 3, с. 80–86.

3. G-NetTrack [Электронный ресурс] URL: https://www.gyokovsolutions.com/G-NetTrack%20Android.html (Дата обращения 7.11.2020).

4. Параметры качества сигнала LTE 4G // [Электронный ресурс] URL: https://www.gsmsota.com.ua/blog/stati/parametry-kachestva-signala-lte-4g/ (Дата обращения 14.11.2020).

Mitryashkina D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Problems of Organizing Data Transmission from a UAV Using the Current Mobile Network.

Unmanned aerial vehicles (UAVS) are widely used for General civil, military and research purposes, for *solving video surveillance and security problems, as well as for leisure and Amateur video shooting. The organization of data exchange between the UAV and the end user of the transmitted information is an important task, the qualitative solution of which largely determines the effectiveness of the UAV application. At the moment, there are trends in the use of existing mobile communication networks for data transmission from UAVS. This paper reviews the results of two flight experiments conducted in urban and sparsely populated suburban areas using a mobile phone located on Board a UAV. A comparative analysis of the results of experiments was carried out and the main problems of data transmission organization were identified.*

Key words: UAV, DL_bitrate, UL_bitrate, RSSI, SNR, LTE, MIMO

УДК 004.41
ГРНТИ 47.51.39

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО СОЗДАНИЮ ИНТЕРАКТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

И. В. Ожиганов[1], Д. А. Кудрина[2], Е. И. Туманова[1]
[1]Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
[2]Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Разработанный лабораторный практикум посвящен созданию компьютерной графики в режиме реального времени в программной среде TouchDesigner. Предполагается приобретение обучающимися по этому практикуму следующих навыков: создание генеративной графики; визуализация звука и других данных; разработка интерактивных проектов с использованием Microsoft Kinect и Oculus Rift; работа с проекционным оборудованием и 3D мэппингом.

компьютерная графика, TouchDesigner, лабораторный практикум

Представленный в данной работе лабораторный практикум разработан специально для факультативного курса «Способы создания интерактивной компьютерной графики».

Целью проведения этого факультативного курса является изучение современных способов создания интерактивного контента и приобретение практических навыков по работе в программной среде TouchDesigner. Кроме того, курс включает изучение особенностей зрительного восприятия человеком трехмерности окружающего пространства и методов построения аппаратуры и систем для стереосъемки, передачи и воспроизведения изображений [1]. Основная задача дисциплины – познакомить студентов с базовыми понятиями компьютерной графики, с технологиями создания, обработки изображений и видео, дать навыки работы со специализированными программным обеспечением и аппаратурой. Практические занятия являются аудиторными, проводятся с использованием современной аппаратно-программной базы и предназначены для закрепления и более глубокого изучения определенных аспектов лекционного материала на практике.

В курс лабораторного практикума включены следующие работы:

1. Знакомство с программой TouchDesigner, создание feedback эффекта;
2. Создание собственных компонентов программы, аудио-реактивная генеративная графика;
3. Создание программного студийного видеомикшера для проведения онлайн трансляций;
4. Работа с бесконтактным сенсорным контроллером Microsoft Kinect.

5. Особенности получения контента для 3D мэппинга;

6. Симуляция физики, создание контроллера сцены;

7. Рендеринг стереоизображений. Методы навигации в виртуальной реальности [2];

8. Введение в GLSL шейдеры.

В первой работе предполагается ознакомление обучающихся с интерфейсом программы, приобретение ими первоначальных навыков нодового программирования (рис. 1). Здесь рассматриваются типы операторов, их параметры и методы взаимодействия между друг другом.

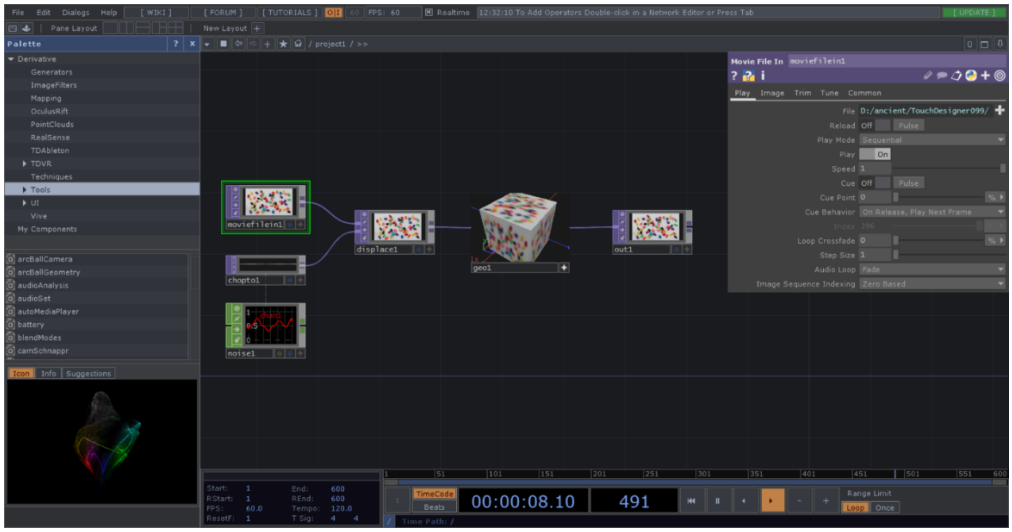


Рис. 1. Стартовое окно программы

При выполнении второй лабораторной работы студенты создают виртуальную сцену, реагирующую на изменение во времени параметров звукового сигнала, получаемого с помощью микрофона (рис. 2). Для пост-обработки аудио-реактивной сцены создается компонент программы, в котором реализован визуальный эффект «feedback», уже упомянутый в первой работе.

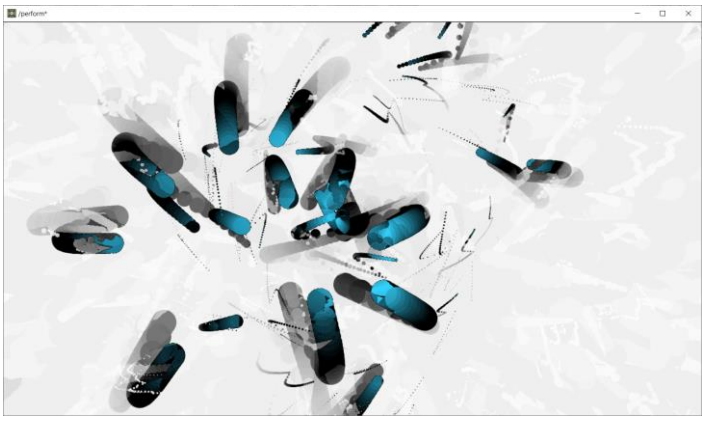


Рис. 2. Пример обработанной аудио-реактивной сцены

В третьей работе обучающиеся знакомятся с языком программирования Python и применяют его в среде разработки TouchDesigner для реализации функций микширования видеопотоков, получаемых с нескольких источников (камер или генераторов графики) без использования специализированного оборудования. В этой же работе предусматривается знакомство студентов с протоколом передачи данных по локальной сети (NDI) для передачи видеопотоков между различными программными продуктами на одном компьютере (рис. 3).

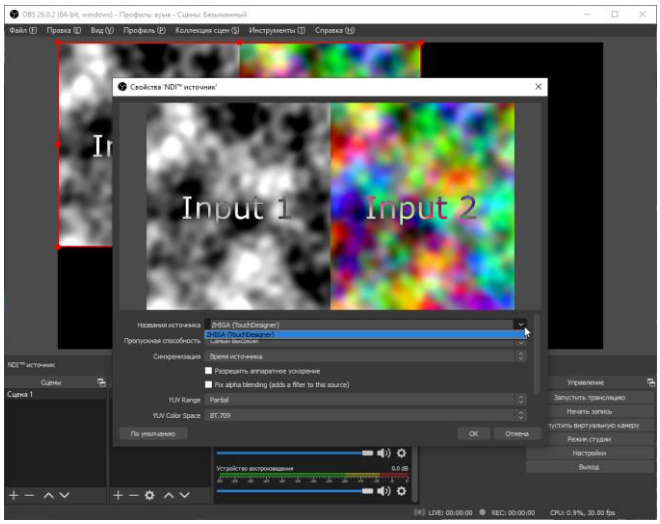


Рис. 3. Пример микшированного видеопотока, передаваемого в OBS

Четвертая работа предназначена для реализации творческих идей по взаимодействию с картой глубины, получаемой с помощью сенсора Microsoft Kinect и закрепления навыков по работе с программой TouchDesigner путем реализации библиотеки жестов на основе данных, получаемых с помощью Kinect SDK.

При выполнении пятой лабораторной работы студенты работают с проекционным оборудованием и специально заготовленным макетом под проекцию (рис. 4). TouchDesigner в этой работе используется и как ПО для мэппинга, и как генератор графики [3].

Рис. 4. 3D мэппинг на макет

Во время выполнения шестой лабораторной работы обучающиеся создают виртуальную сцену с симуляцией физики. Сцена представляет собой платформу-лабиринт для шарика (рис. 5), наклоняемый с помощью контроллера, обладающего гироскопом и акселерометром (смартфона). Обмен данными о положении контроллера в пространстве с программой осуществляется по протоколу OSC.

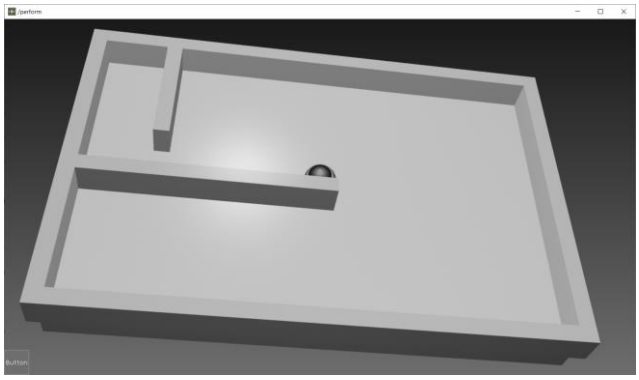


Рис. 5. Платформа, управляемая положением смартфона

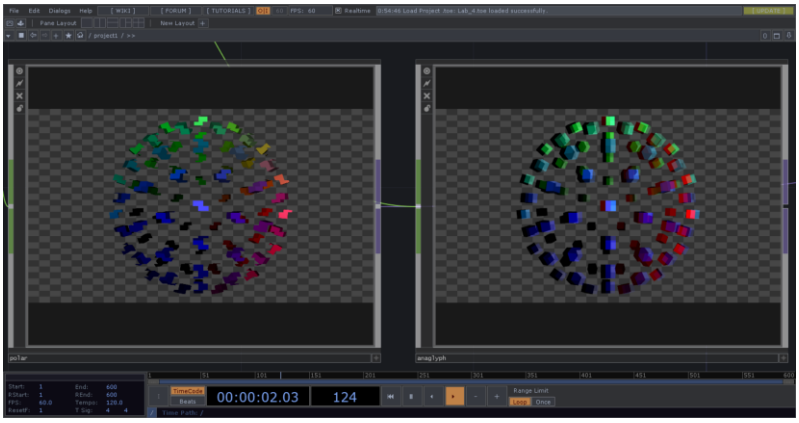


Рис. 6. Рендер для различных 3D очков

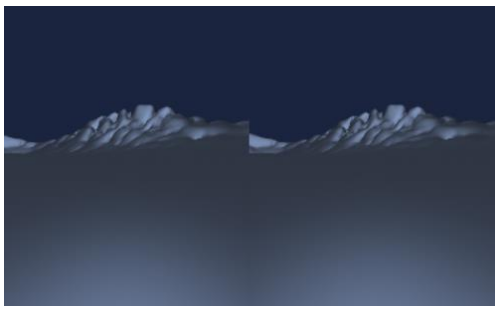


Рис. 7. Стереопара для Oculus Rift

Седьмая работа выполняется с использованием 3D очков различных типов: анаглифные, поляризационные. Студентам предлагается создать рендер изображений для 3D очков (рис. 6). Кроме того, в этой работе

используются VR очки Oculus Rift для полноценной работы со стереопарой (рис. 7).

В восьмой работе студенты знакомятся с языком программирования шейдеров (GLSL). Здесь рассматриваются основные функции, используемые при написании пиксельных шейдеров, а также предполагается использование уже готовых шейдерных программ с сервиса shadertoy.com и адаптация их в синтаксис среды TouchDesigner (рис. 8).

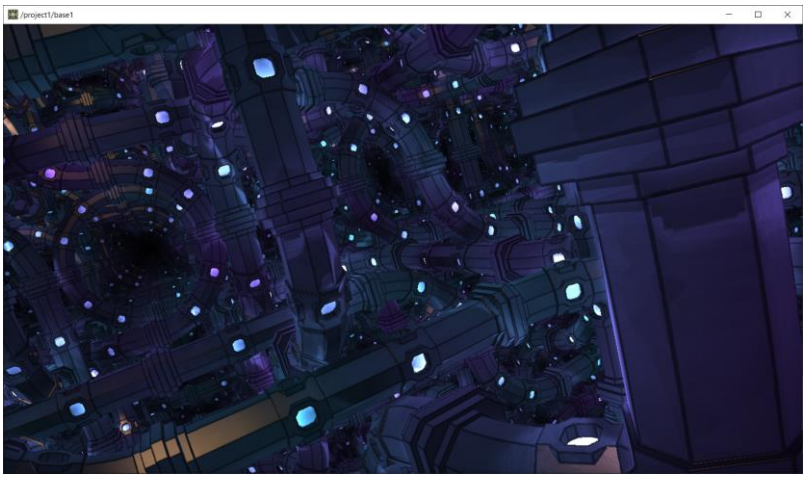


Рис. 8. Пример работы шейдерной программы, адаптированной под TouchDesigner

Разработанный комплекс лабораторных работ сопровождается соответствующими теоретическими справками по каждой теме. Во время прохождения данного курса студенты получают глобальное представление о современных способах создания интерактивного контента и приобретают практические навыки по работе в программной среде TouchDesigner. Кроме того, использование в данном курсе аппаратных средств, сенсоров и устройств развивает студентов как специалистов широкого профиля.

Список используемых источников

1. Телевидение: Учебние для вузов / В.Е.Джакония, А.А. Гоголь, Я.В.Друзин и др.; Под. ред. А.А.Гоголя. М.: Горячая линия – Телеком, 2007г. – 616 с.
2. Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженин А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2018 . – 59 с.
3. Sorkhabi E. Introduction to TouchDesigner 099. M. : Leanpub, 2019. 161 p.

Ozhiganov I., Kudrina D., Tumanova E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Development of a Practice Course on Creation of Interactive Graphics.

The developed practical course is devoted to the creation of computer graphics in real time in the TouchDesigner software environment. It is assumed that the students in this course will acquire the following skills: creating generative graphics; visualization of sound and other data; development of interactive projects using Microsoft Kinect and Oculus Rift; work with projection equipment and 3D mapping.

Key words: computer graphics, TouchDesigner, practice course

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

СОВРЕМЕННЫЕ БОРТОВЫЕ АНТЕННЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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

Обзорный доклад о современных бортовых антеннах космических аппаратов, используемых для связи, управления и передачи всех видов информации между космическим аппаратом и Землей, космическими аппаратами. Приводятся основные требования к проектированию антенн с учётом условий космической среды. Приводится перечень используемых типов антенн космических аппаратов в зависимости от конструкции антенны.

бортовые антенны, космическая связь, межспутниковая связь

Космический корабль – это летательный аппарат, работающий на определенной высоте орбиты. Необходимо обмениваться информацией и управлять космическим кораблем с помощью наземного оборудования, получать информацию об обнаруженном объекте и передавать на Землю информацию, обнаруженную космическим кораблём. Поэтому бортовые антенны космических аппаратов должны отвечать следующим конкретным требованиям к их эксплуатации: конкретным электрическим характеристикам, разумной структурной компоновке, соответствующей прочности и жёсткости конструкции и правильной работе в космической среде.

Важно помнить, что типы антенн различаются [1]. Антенна устанавливается на космический аппарат для выполнения определённых целей. Типы антенн, которые покрывают почти весь электромагнитный спектр, различаются по характеристикам для разных типов функций. В таблице 1 показаны антенны космического аппарата, сгруппированные по функциям, включая приемную антенну для навигации и определения местоположения, антенну межспутниковой связи и т. д.

ТАБЛИЦА 1. Основные антенны на космическом корабле

	Тип антенны	Соответствующие функциональные требования	Характеристики	Примечания
1	Антенна TT&C	Измерение расстояния и скорости спутника, отслеживание внутреннего состояния спутника и управление командами	Обычно требуется всенаправленное покрытие	
2	Антенна передачи данных	Передача информации, полученной со спутника, на землю	Антенна с сфокусированным лучом	
3	Антенна полезной нагрузки	Обмен информацией или захват обнаруженной цели		Используется как радар или для связи и дистанционного зондирования и т. д.
4	Приемная антенна навигационного позиционирования	Прием сигналов навигации и позиционирования для определения местоположения спутников	Обычно имеет полусферический луч	
5	Антенна межспутниковой связи	Межспутниковый обмен информацией	Обычно антенна с точечным лучом	

Антенны космических аппаратов должны выдерживать жесткие механические и космические условия. Антенна космического корабля будет проходить весь процесс запуска, полета на орбиту и даже возврата на Землю. Поэтому для антенны космического корабля, помимо требований к электрическим характеристикам, следует также учитывать некоторые особые требования к механической конструкции, свойствам материалов и тепловым характеристикам, обусловленные факторами окружающей среды. Следовательно, антенна космического корабля представляет собой механико-тепло-электрическое единство.

Электромагнитная среда антенны космического корабля сложна и предъявляет особые требования к электромагнитной совместимости. На космическом корабле установлены антенны для различных целей, которые обладают характеристиками высокой плотности, широкого спектра,

сильной передачи и чувствительного приёма. Кроме того, вокруг антенны космического корабля имеются рассеиватели и отражатели, и их электромагнитные проблемы представляют собой сложную проблему многократного рассеяния. Следовательно, конструкция бортовой антенны космического корабля должна быть квалифицирована и проверена на электромагнитную совместимость [2].

Из-за требований к необслуживаемости и долгому сроку службы на орбите, а также из-за различных ограничений космических аппаратов и трудностей в достижении дублирующей конструкции резервной антенны, требования к надежности антенн космических кораблей сильно ограничены. Высокая надежность может быть достигнута путем решения многих проблем, связанных с материалами, компонентами, конструкцией и проверкой и т. д.

Для повышения автономности и долговечности космических аппаратов некоторые антенны космических аппаратов должны иметь возможность автономного управления. Следовательно, существует большая потребность в интеллектуализиции антенн космического корабля. Поскольку характеристики антенны космического корабля тесно связаны с характеристиками системы, конструкция антенны космического корабля должна быть ориентирована на всю систему, а не только на отдельный компонент.

Ниже приведены основные типы антенн космических аппаратов и их применение в зависимости от конструкции антенны [1]:

1. Проволочные антенны:
    - Дипольная антенна используется для систем телеметрии и телеуправления, а также для спутников глобальной поисково-спасательной системы. Предназначена для передачи данных на частотах 243 и 406 МГц.
    - Спиральная антенна подходит для частот до 9 ГГц, круговой поляризации. Может быть сконструирована как с средним коэффициентом усиления с направленным излучением или с низким коэффициентом усиления с всенаправленным излучением. Используется для передачи данных и систем телеметрии и телеуправления.
2. Апертурные антенны:
    - Рупорные антенны подходят как для линейной, так и для круговой поляризации. Имеют среднее усиление, могут быть сконструированы как узкополосные или широкополосные.
    - Параболические антенны с фронтальным питанием имеют простую конструкцию, которая подходит как для линейной, так и для круговой поляризации. Это узкополосные антенны связи с высоким коэффициентом усиления, работают в сантиметровом диапазоне.

- Антенна Кассегрена обладает высоким усилением, подходит как для линейной, так и для круговой поляризации. Антенны такого типа используются для активного и пассивного дистанционного зондирования, обеспечивают связь в миллиметровом диапазоне.
- Антенна Грегори отличается от антенны Кассегрена тем, что вспомогательный гиперболический рефлектор перемещен к эллиптической поверхности. Имеет такие же характеристики и такое же применение.
- Офсетная параболоидная антенна имеет линейной поляризацией. Диаграмма направленности многолучевая, содержит множество главных лучей. Обеспечивает региональное радиовещание и дистанционное зондирование.
- Резонансная обратная антенна работает в диапазоне УВЧ. Имеет среднее усиление и низкий уровень боковых лепестков. Используется для сбора данных.

3. Щелевая антенна:
   - Прямоугольная волноводная щелевая антенна работает в С-диапазоне. Используется для радаров и пассивного дистанционного зондирования.
   - Круглая волноводная щелевая антенна способна формировать круговую симметричную диаграмму направленности. Работает выше С-диапазона. Используется для TT&C, особенно для спутников со стабилизацией вращения.
4. Микрополосковая антенна:
   - Однослойная патч-антенна является узкополосной. Работает на частотах выше L-диапазона. Применяются как антенны радаров и антенны дистанционного зондирования.
   - Многослойная патч-антенна используется для сбора больших по объёму данных. Имеет такие же характеристики, как и однослойная патч-антенна.
5. Антенная решетка:
   - Линейная решётка применяется для радаров и дистанционного зондирования.
   - Плоская антенная решётка обладает высоким усилением, имеет регулируемый луч. Работает на частотах выше L-диапазона. Используется в качестве антенны мобильной связи, антенн радара, антенн дистанционного зондирования, навигационной антенны и т. д. Такие антенны могут потребовать дополнительного развёртывания.
   - Конформная (выпуклая) антенная решётка размещается на поверхности неплоских объектов. Используется для систем

TT&C, радар-ответ, навигации и определения местоположения и т.д.

Для связи, управления и передачи всех видов информации между космическим аппаратом и Землей, космическими аппаратами все виды радиосистем на космических кораблях должны иметь бортовые антенны, которые могут устанавливать беспроводные каналы для передачи информации. В аэрокосмической и космической связи антенна космического корабля не только участвует в установлении беспроводного канала, но также участвует в передаче и обработке сигналов, особенно в современной космической информационной системе. Характеристики антенны космического корабля напрямую связаны с общими характеристиками системы и успешным завершением миссии космического корабля.

Список используемых источников

1. Rui You, Wenjun Gao, Chunbang Wu, Hongbin Li. Technologies for Spacecraft Antenna Engineering Design. Springer Singapore, 2021. 459 p.
2. Geoff Varrall. 5G and Satellite Spectrum, Standards, and Scale. Artech house, 2018. 333 p.

Purshel V.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Modern Onboard Antennas for Spacecraft.

An overview report on modern onboard spacecraft antennas used for communication, control and transmission of all types of information between the spacecraft and the Earth, spacecraft. The basic requirements for the design of antennas are given, taking into account the conditions of the space environment. A list of used types of spacecraft antennas is given, depending on the antenna design.

Key words: onboard antennas, satellite communications, inter-satellite communications.

УДК 621.396.6
ГРНТИ 47.45.29

МАЛОЭЛЕМЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

В данной работе будет рассмотрено моделирование и преимущество кольцевых малоэлементных антенных решеток. Актуальность данных решеток для беспилотных летательных аппаратов. Сравнение двух широкополосных излучателей, таких как излучатель Вивальди и спиральный излучатель.

В связи с увеличенными требованиями к пропускной способности каналов связи необходимо использовать широкополосные сигналы, требующие АФС с соответствующими свойствами и эффективным управлением ДН.

Использование АР позволяет существенно повысить эффективность современных бортовых и наземных радиосистем за счет осуществления быстрого безынерционного обзора пространства путем сканирования луча АР электрическими методами. Формирование диаграммы направленности с требуемой шириной и уровнем боковых лепестков осуществляется путем создания соответствующего амплитудно-фазового распределения по раскрыву решетки.

В связи с указанными преимуществами ФАР для создания канала связи с БПЛА, в данной работе предлагается рассмотреть использование малоэлементной кольцевой ФАР с применением широкополосных излучателей.

Диаграмма направленности такой решетки всенаправленная, а также позволяет поворачивать главный лепесток к приемо-передающей станции. Всенаправленность необходима, чтобы минимизировать количество используемых АР при обеспечении связи на 360 азимутальных градусах. Использование малоэлементных ФАР обусловлено массогабаритными и энергетическими параметрами. При использование многоэлементных антенных решеток ширина диаграммы направленности уменьшается, но усложняется структура управления, а также ухудшаются энергетические характеристики. Число элементов оптимальное для данной задачи будет N=10,12,14.

Поясним, почему данное число элементов считается оптимальным. Для получения большого коэффициента усиления необходимо использовать большое число элементов. Зависимость КУ от числа элементов расположенных в одной плоскости прямо пропорциональна. А в кольцевых решетках при увеличении числа элементов больше 16 соседние

элементы будут мешать друг другу боковыми лепестками. Что бы увеличить КУ в кольцевых решетках необходимо использование большого числа элементов, что бы в каждой точке окружности образовывалась так называемая “псевдо” плоскость из элементов. Тогда соседние элементы не будут ослаблять друг друга, а наоборот будут представлять линейную решетку.

Для БПЛА важным условие при выборе излучателя является его широкая полоса пропускания. Использование широкополосной антенны необходимо в связи с передачей видео на наземную станцию в большом разрешении.

В качестве широкополосных излучателей можно использовать излучатели Вивальди и спиральные антенны. Они позволяют получить полосу пропускания более 100МГц.

Диапазон частот удовлетворяющий требованиям для канала связи с беспилотными летательными аппаратами, и оптимальный с точки зрения затухания в атмосфере и падениях на гидрометеорах, а также уместный с массогабаритных характеристик самой антенной системы. Это от 2ГГц до 15ГГц.

Было проведено моделирование кольцевых антенных решеток с различным числом элементов на двух частотах 5 ГГц и 10 ГГц. Результаты моделирования сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Характеристики решетки

	КНД
8 элементов; радиус кольца λ	9.87 дБ
10 элементов; радиус кольца λ	10.76 дБ
12 элементов; радиус кольца λ	12.20 дБ
14 элементов; радиус кольца λ	12.62 дБ
16 элементов; радиус кольца λ	13.05 дБ
18 элементов; радиус кольца λ	12.88 дБ

Как видно из полученных ранее результатов увеличение элементов с 12 до 18 не дает существенного увеличения направленности. Разница в направленности антенных решеток составляет менее 1 дБ. Что является слишком маленьким значением для увеличения числа элементов АР на БПЛА. Т.к. увеличение числа элементов повлечет за собой ухудшение энергетических характеристик.

Также нельзя забывать про габариты такой антенной системы. Для данного типа антенных решеток, антенная система представляет собой цилиндр.

Кольцевая антенная решетка с защитным радиопроницаемым цилиндрическим кожухом, является оптимальным решением для подвеса такой системы на БПЛА. Габариты будут зависеть от частоты при частоте 5 ГГц, геометрические размеры цилиндра будут составлять 48x7.5 сантиметров, при частоте 10 ГГц геометрические размеры цилиндра будут составлять 24x3.75 сантиметров.

Для примера представлена диаграмма направленности в азимутальной плоскости в полярных и линейных координатах.

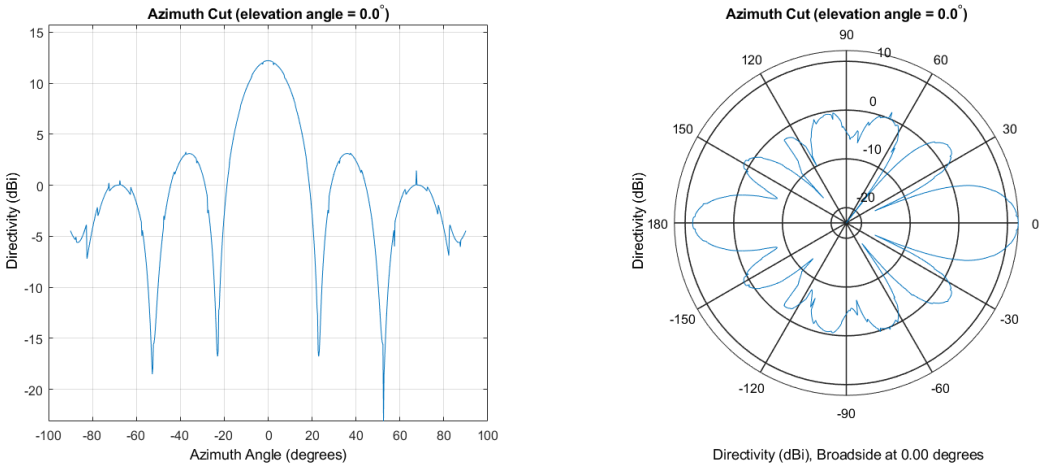


Рис. 1. ДН АР с излучателями Вивальди в азимутальной плоскости

Так же было проведено моделирование со спиральными излучателями. Полученные данные представлены в таблице 2.

Этот тип антенн используют благодаря своим характерным преимуществам, таким как широкополосность, при малых габаритах эллиптическая поляризация, простота конструкции.

Поле с вращающей эллиптической поляризацией можно применить при работе одной и той же антенны на передачу и на прием для увеличения развязки между каналами, для этого необходимо принимаемое и передаваемое поле должны иметь противоположно направленное вращение.

При использовании спиральных антенны в качестве элементов решетки к преимуществам антенн добавляется еще и направленность.

Таблица 2. Характеристики решетки

	КНД
8 элементов; радиус кольца λ	6.96 дБ
10 элементов; радиус кольца λ	9.96 дБ
12 элементов; радиус кольца λ	11.01 дБ
14 элементов; радиус кольца λ	10.86 дБ

16 элементов; радиус кольца λ	11.07 дБ
18 элементов; радиус кольца λ	11.21 дБ

Габариты такой антенной системы при частоте 5 ГГц будут составлять 32.3x3.8 сантиметров, при частоте 10 ГГц будут составлять 18.8x1.9 сантиметров.

Как видно из таблицы 1 и таблицы 2 увеличение числа элементов для двух разных широкополосных излучателей не имеет смысла для БПЛА.

Таблица 3. Характеристики решетки

	КНД
8 элементов; радиус кольца λ	12.46 дБ
10 элементов; радиус кольца λ	12.37 дБ
12 элементов; радиус кольца λ	15.24 дБ
14 элементов; радиус кольца λ	15.60 дБ
16 элементов; радиус кольца λ	16.00 дБ
18 элементов; радиус кольца λ	15.87 дБ

Таблица 4. Характеристики решетки

	КНД
8 элементов; радиус кольца λ	10.53 дБ
10 элементов; радиус кольца λ	12.73 дБ
12 элементов; радиус кольца λ	13.98 дБ
14 элементов; радиус кольца λ	13.8 дБ
16 элементов; радиус кольца λ	13.85 дБ
18 элементов; радиус кольца λ	14.14 дБ

В случае использования такой антенной системы для высотных беспилотных летательных аппаратов, возможно недостаточная направленность по отношении к наземной станции. Данную проблему может решить не кольцевая, а цилиндрическая антенная решетка. Данная конфигурация антенной решетки позволит управлять главным лепестком не только в азимутальной плоскости, как это было с кольцевыми антенными решетками, но и в угломестной.

Так же были проведено моделирование решеток с такой конструкцией. Данные сведены в таблицу 3 для излучателей Вивальди, и таблицу 4 для спиральных излучателей.

Из таблиц, приведенных выше видно, что использование кольцевой решетки Вивальди на частоте 5 ГГц возможно только при больших размерах беспилотного аппарата. В свою очередь решетка, состоящая, из спиральных излучателей будет иметь КНД ниже на несколько дБ, но иметь более компактные геометрические размеры. Кольцевую решетку со спиральными излучателями рекомендуется использовать на частотах менее 7 ГГц в силу своих геометрических размеров. На частотах выше 7 ГГц можно использовать излучатели Вивальди, так как их геометрические размеры на таких частотах будут удовлетворять требованиям, применяемы к АФС на бортовой части БПЛА.

Список используемых источников

1. Рязанов И.Г. Анализ и синтез широкополосной планарной щелевой антенны с экпоненциальным изменением ширины щели для систем широкополосного доступа. И.Г. Рязанов, А.А. Бякин, О.А.Белоусов.

2. David K. Barton Radar Equations for Modern Radar. – Artech House, 2012. – С.427.

3. Калашников С.Н. Фазированная антенная решетка для систем цифрового телевидения. С.Н. Калашников, О.А. Белоусов.

4. Линейная решетка спиральных антенн с электронным сканированием http://mirznanii.com/a/120998/lineynaya-reshetka-spiralnykh-antenn-s-elektronnym-skanirovaniem (дата обращения 08.05.2019)

5. Антенная решетка https://ru.bmstu.wiki/Антенная_решётка (дата обращения 01.05.2019)

Ryzhkov A.A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Circular Antenna Array UAV

In this paper, we will consider the modeling and advantages of small-element ring antenna arrays. Relevance of these grids for unmanned aerial vehicles. Comparison of two broadband emitters, such as the Vivaldi emitter and the spiral emitter.

Key words: antenna, circular array, uav, vivaldi antenna, helix antenna.

УДК 004.93
ГРНТИ 49.45.01

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТОК И ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.

А. А. Семенихина, А. А. Фадеев, А. Ю. Федосов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

На основе анализа предложена методика создания автоматизированной базы данных с применением визуальных меток (QR кодирования) и технологий дополненной реальности. Рассмотрен пример генерации QR кода для трех реальных объектов. Предложенный метод реализован в мобильных операционных системах (Android, iOS). Рассмотрены перспективы развития и использования предложенной методики.

автоматизация, визуализация, дополненная реальность, база данных, визуальные метки, штрих код, линейные коды, двухмерные коды (QR коды).

Введение

В настоящие время кодирование широко используется для маркировки меню ресторанов, в рекламе, почтовых отправлениях, в производстве, транспортировке, складской логистике, оптовой и розничной торговле, документообороте и т.д. путем создания визуальных меток. При этом используются как линейные так и двухмерные коды.

Изобретение быстрого считывания информации о предмете явилось базовой инновацией во всей сфере человеческой деятельности. Использование штрих кодов давно приняло мировые масштабы. Штрихкодирование обеспечивает явные преимущества во многих областях человеческой деятельности - сокращает время сбора информации, увеличивает точность расчетов и усиливает контроль над всей цепочкой движения материальных ресурсов.

Как коды, так и технологии **AR (**augmented reality - дополненной реальности**)** широко применяются на сегодняшний день в маркетинге, спортивных трансляциях - показывают траекторию полета мяча, шкалу высоты и т.д.

Технологии автоматизации и сопровождение ее дополненной реальностью применяются недавно, поэтому разработанных методик, программных продуктов и алгоритмов на сегодняшний день практичеки не существует. Поэтому возникает необходимость создания метода автоматизации с возможностью визуализации баз данных. Это позволит исключить ошибки, обусловленные человеческим фактором, значительно уменьшит время сбора и обработки информации, при этом метод должен быть понятным конечным пользователям.

Алгоритм реализации поставленной задачи

1. Разработать новую методику создания автоматизированных баз данных.
2. Применить в автоматизированных базах данных визуальные метки (QR кодирование) вместо «рукописных».
3. Применить к автоматизированным базам данных технологии AR.
4. Создать приложение для визуализации автоматизированной базы данных для современных гаджетов (телефонов, смартфонов).

Реализация поставленной задачи

Инновационный метод предполагает переход от ручного сбора и обработки данных, о том или ином объекте учета, к созданию автоматизированных баз данных, а также их визуализацию. При этом исключаются случаи, когда наименование позиций в номенклатуре полностью или частично совпадают для изделий отличающихся конструкторскими, дизайнерскими, техническими и другими особенностями. Это позволит исключить факты злоумышленной замены или дублирования одного и того же инвентарного номера для выведения позиции номенклатуры из базы учета.

Например в СПбГУТ для материального учета используется программное обеспечение 1С: Бухгалтерия. На его основе, для демонстрации разрабатываемой методики, были созданы три новые позиции: ноутбук, кухонный гарнитур с фруктами и радиоприемник. Благодаря встроенному техническому функционалу программой было создано три матричных QR кода. Использование матричных форматов QR обосновано их широкими техническими возможностями: такими как больший объем закодированной информации; возможностью исправления ошибок (регенерации); автономностью; возможность вариации размеров; широкой доступностью. Сгенерированные QR коды показаны на рисунке 1.

а *б* *с*

Рисунок 1 - Сгенерированные QR коды: *а*- ноутбук, *б*- кухонный гарнитур с фруктами, *с*- радиоприемник.

После преобразования буквенно-цифрового инвентарного номера в QR code (визуальная метка), последний преобразуется в цель, что позволяет считывать ее не только специализированными устройствами, но и распознать с помощью камеры мобильного устройства.

Созданная база целей объединяется с визуальными данными, например: видеоматериалы, звуковые, текстовые, пояснительные, 3D материалы и т.д. Образуется связка: Номенклатура → Инвентарный номер → QR код → AR, которая преобразуется в локальное приложение для мобильных устройств с широко распространенными операционными

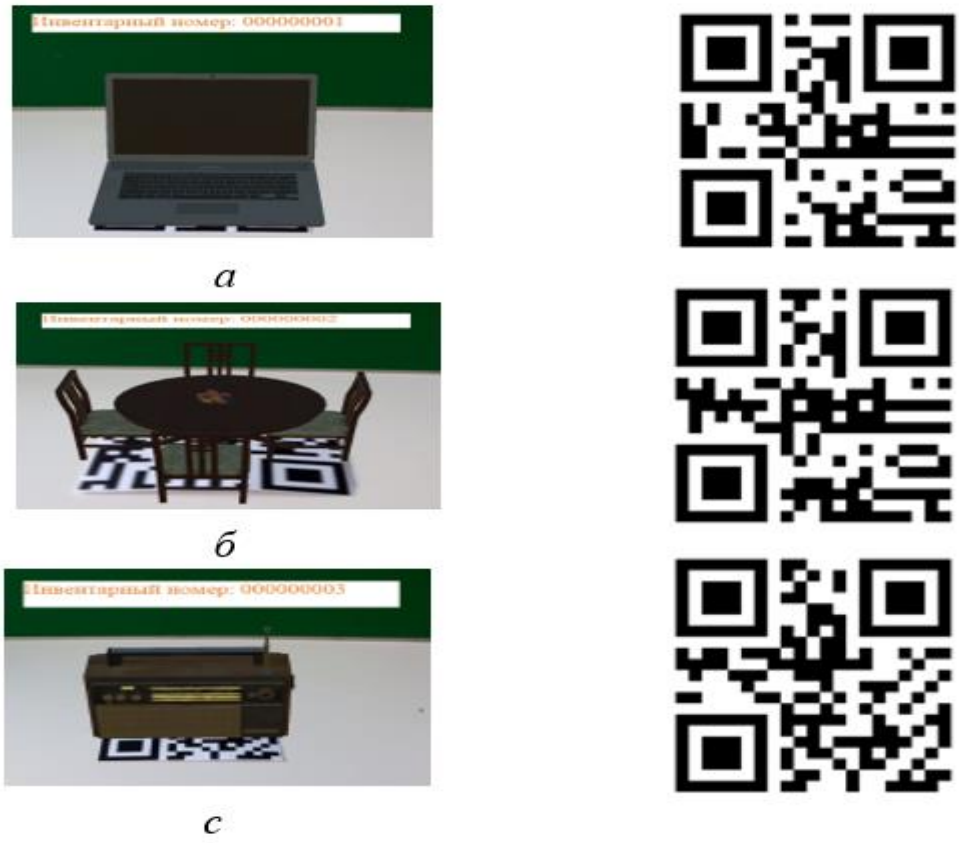


Рисунок 2 – Изображения моделей сгенерированных QR кодов:
а- ноутбук, *б*- кухонный гарнитур с фруктами, *с*- радиоприемник.

системами Android и iOS. Запустив скомпилированное приложение и наведя камеру смартфона на QR код, на экране гаджета отобразиться его контент (изображение, текст, картинка). Это позволит пользователю убедиться в соответствии реального объекта с его номенклатурой [1, 2, 4].

Полученные результаты

Таким образом созданная автоматизированная база данных с помощью QR меток, визуализирована с применением AR технологий. В качестве примера на рисунке 2 представлены полученные результаты [3].

Предложенный метод учета значительно сокращает время сбора и обработки текущего состояния материального фонда, закрепленного за тем

или иным подразделение (лабораторией, кафедрой, складом и т.д.). При этом можно использовать не только специализированные средства считывания, но и различные гаджеты и мобильные телефоны. Таким образом, реализуется возможность сопоставления реального объекта с имеющейся позицией в базе, что исключает возможность подделки или присвоения чужого инвентарного номера объекту.

Заключение

Данный метод создания баз данных с применением визуальных меток и технологий дополненной реальности может охватить обширные области применения и развиваться в дальнейшем [5, 6].

С помощью технологий AR возможно создание виртуальной базы лабораторных установок, что позволит экономить средства, направляемые на закупку реального оборудования.

Создание соответствующей научной базы, позволит реализовать подготовку высококлассных специалистов в области широчайшего использования возможностей AR и VR технологий.

Список используемых источников

1. Хелен П., Дополненная реальность. Все, что вы хотели узнать о технологии будущего: пер. с англ. Михайлов В.Г 2017, 220 с. ISBN 978-5-04-089971-5.
2. Milgram P., Kishino A. F. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays // IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D (12). 1994. P. 1321–1329.
3. Белинская С.И. Использование мобильных приложений в учебном процессе // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2016. № 15. С. 97-102.
4. Корниенко Т.В., Потапов А.А., Шапиро К.В. Использование элементов технологии «дополненной реальности» в образовательной деятельности // Современный научный потенциал и перспективные направления теоретических и практических аспектов. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С. 51-54.
5. Михайлова П.С. Применение QR-кодов в образовании // Новые информационные технологии в образовании: материалы VIII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 10-13 марта 2015 г.). Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2015. С. 269-275.
6. Николаенко Г.А., Евсикова Е.В. Перспективы использования QR – кодировки в академической сфере // Социология науки и технологий. 2015. Т. 6. № 2. С.109-118.

Semenikhina A., Fadeev A., Fedosov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Development of a Database Creation Method Using Visual Labels (QR Coding) and Augmented Reality Technologies.

Based on the analysis, a methodology for creating an automated database using visual tags (QR coding) and augmented reality technologies is proposed. An example of generating a QR code for three real objects is considered. The proposed method is implemented in mobile

operating systems (Android, iOS). Prospects for the development and use of the proposed technique are considered.

Key words: automation, visualization, augmented reality, database, visual labels, barcode, linear codes, two-dimensional codes (QR codes).

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ РАДИОРЕСУРСАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ СЛАЙСИНГА В СЕТЯХ 5G

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

До настоящего времени сети мобильной связи в основном обслуживали абонентские терминалы, предназначенные для передачи голоса и данных, однако в эпоху 5G они должны обслуживать множество устройств с различными характеристиками и потребностями. Все они предъявляют различные требования к сетям мобильной связи и их функционалу с точки зрения мобильности, зарядки, безопасности, управления политиками, задержки, надежности и т.д. Решить проблему рационального использования радиоресурсов в сетях 5G NR призвана технология слайсинга, позволяющая разделить одну физическую сеть на несколько виртуальных сетей. Анализу возможностей этой технологии и особенностей ее внедрения посвящена данная работа.

5G, слайсинг, управление радиоресурсами

Разнообразие требований к сетям 5G, обусловленное применением подключенных к ним устройств, очень велико. Например, технология Massive Machine-Type Communication (mMTC), которая подключает к мобильным сетям неподвижные датчики, измеряющие температуру, влажность, осадки и т.д., не требует таких функций, как хэндовер или обновление местоположения, которые имеют решающее значение при обслуживании мобильных телефонов. А для интернета вещей для критических сценариев URLLC/uMTC (например, управление роботами, беспилотными автомобилями или оборудованием для телемедицины) требуется очень низкая задержка E2E – менее нескольких миллисекунд. Однако использовать максимальные возможности для всех устройств или создавать выделенные сети для каждой службы нецелесообразно, т.к. это достаточно затратно.

Слайсинг сети – это технология, которая позволяет операторам разделить одну физическую сеть на несколько виртуальных сквозных (E2E) сетей, каждая из которых логически изолирована, включая

устройство, доступ, транспорт и базовую сеть и предназначена для разных видов услуг с разными характеристиками и требованиями (табл. 1). Для каждого сегмента сети гарантированы выделенные ресурсы (например, ресурсы для виртуализированных серверов, QoS и т. д.). Поскольку слайсы изолированы друг от друга, ошибка или сбой, произошедшие в одном слайсе, не влияют на обмен данными в других слайсах [1].

ТАБЛИЦА 1. Варианты использования сетей 5G [2]

Вариант использования сети 5G	Трафик	Требования
eMBB/xMBB	Видео 4K/8K UHD, голограмма, AR/VR	Высокая емкость канала связи
mMTC	Сенсорная сеть (телеметрия, сельское хозяйство, строительство, логистика, умный город, умный дом и т.д.)	Множественное подключение устройств на площади до 200000 км^2
URLLC/uMTC	Управление движением, автономное вождение транспортных средств, автоматизированная фабрика, интеллектуальная сеть, телемедицина	Низкая задержка, высокая надежность

1. 5G RAN и Core: виртуализация сетевых функций

В действующих сетях мобильной связи основными устройствами являются телефоны, а функции RAN и ядра (Core) построены на выделенном сетевом оборудовании, предоставляемом поставщиками RAN. Для реализации сетевых сегментов обязательным условием является виртуализация сетевых функций (Network Functions Virtualization – NFV). По сути, основная идея NFV заключается в установке программного обеспечения, отвечающего за работу с сетью (то есть MME, S / P-GW и PCRF в Packet Core и DU в RAN), на виртуальных машинах (Virtual Machine – VM), развернутых на виртуализированном коммерческом сервере, а не на отдельном выделенном сетевом оборудовании. Таким образом, RAN работает как пограничное облако, а Core – как основное облако. Связь между виртуальными машинами, расположенными в пограничном и базовом облаках, обеспечивается с помощью SDN. Затем для каждой услуги создаются сегменты. [4]

Как уже было сказано, выделенные слайсы создаются для сервисов с разными требованиями. А виртуализированные сетевые функции размещаются в разных местах каждого сегмента (например, в пограничном или базовом облаке) в зависимости от сервисов. Кроме того, некоторые сетевые функции, такие как начисление платы, управление политиками и

т.д., могут быть важны в одном сегменте, но не нужны в других сегментах. Операторы могут настраивать сегменты сети по своему усмотрению.

Объем ресурсов RAN, выделяемых на каждый слайс сети зависит от требований QoS (см. табл.1), объема трафика, качества радиоканала и т.д. Кроме того, при наличии нескольких технологий радиодоступа (Radio access technology – RAT), также можно выделить ресурсы RAN для слайса сети из одной или нескольких RAT. Для повышения гибкости в зависимости от сетевого трафика, например, возможно динамическое включение/выключение конкретной RAT в слайсе, что снижает энергопотребление слайса.

1. Слайсинг между Edge и Core облаками: IP/MPLS-SDN

SDN, когда-то представлявшая собой довольно простую концепцию, теперь стала более сложной, чем когда-либо, поскольку каждый вендор заявляет, что его SDN аутентична. В качестве примера рассмотрим тип Overlay, подход к SDN, который предполагает способность к взаимодействию между виртуальными машинами за счет использования существующей сетевой инфраструктуры. [5]

В Core-облаке находится виртуализированный сервер. В гипервизоре сервера запущен встроенный vRouter /vSwitch. Контроллер SDN выполняет подготовку виртуализированного сервера и маршрутизаторов между каждой виртуальной машиной в Core-облаке и DC-G/W маршрутизатор. Затем контроллер SDN выполняет сопоставление между этими туннелями и MPLS L3 VPN (например, IoT VPN). Процесс такой же и в пограничном облаке: создание сегмента IoT, подключающегося из пограничного облака, к магистрали IP/MPLS и полностью к Core-облаку. Этот процесс можно реализовать с использованием технологий и стандартов, которые доступны на данный момент.

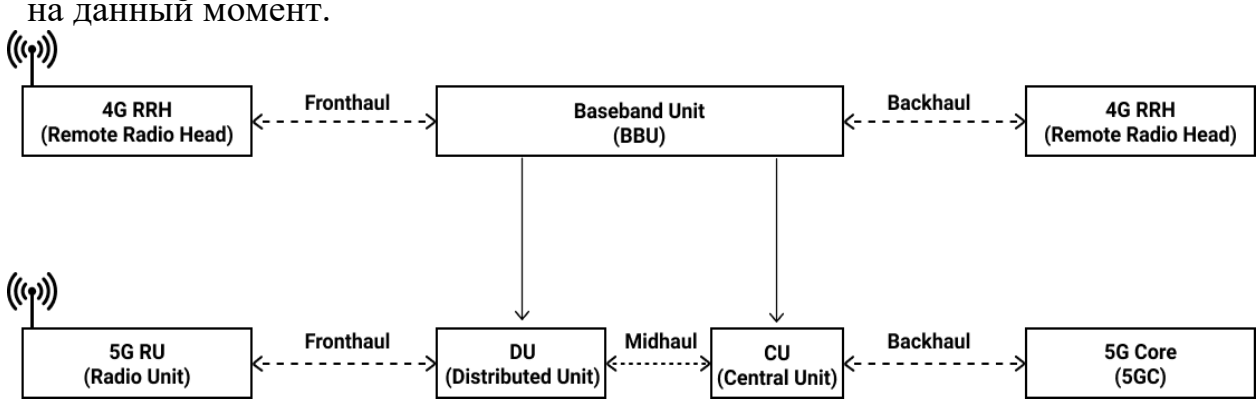


Рис. 1. Сравнение архитектуры RAN LTE и 5G NR [7]

2. Слайсинг между Edge-облаком и RU на площадке базовой станции

В сетях предыдущих поколений Fronthaul, т.е. транспортный домен между выносным радиомодулем (Remote Radio Head – RRH) и блоком формирования модулирующих сигналов (Base Band Unit – BBU), не был

специфицирован, разрабатывался вендорами самостоятельно и рассматривался как составная часть базовой станции (рис.1).

Однако в архитектуре 5G этот элемент становится непроприетарным, т.е. теперь спецификации Fronthaul являются открытыми. Это позволит операторам покупать RU, DU, CU и связанные с ними транспортные сети у любого вендора. Однако, следует отметить, что данное обстоятельство может вызвать ряд проблем в части совместимости оборудования разных производителей вообще и работы механизмов слайсинга в частности. На интерфейсе Fronthaul осуществляется передача пакетных данных, которые в некоторых случаях требуют значительной минимизации задержек и фазового дрожания (джиттера).

Таким образом, возникает задача исследования работы механизмов слайсинга в части RAN при различных вариантах реализации транспортных решений Fronthaul для разных сценариев использования сетей 5G.

В рамках диссертационной работы планируется провести сравнительный анализ способов реализации слайсинга в сетях 5G путем имитационного моделирования доступных на сегодняшний день решений. Для моделирования предполагается использовать среду MATLAB или библиотеку для высокоуровневого языка программирования Python – SciPy [6].

Очевидно, что необходимо разработать модели различных механизмов слайсинга и контроллера слайсов. Система управления слайсами должна отслеживать топологию, трафик и производительность каждого слайса и опорной сети и в случае перегрузки одного из слайсов должна принимать решения по выделению ресурсов, не ухудшая качество работы других слайсов Исходными данными для моделирования будут являться топология слайса, его маршруты и объемы трафика каждого класса, показатели задержки/вариации/потерь, а также информация о совместном использовании ресурсов различными слайсами.

Список используемых источников

1. Nakao A. et al. End-to-end network slicing for 5G mobile networks // Journal of Information Processing. – 2017. – Т. 25. – С. 153-163.

2. E2E Network Slicing - Key 5G technology. 27.11.15 [Электронный ресурс] // URL: https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=blog&no=8325 (Дата обращения 10.11.2020).

3. Campolo C. et al. Towards 5G network slicing for the V2X ecosystem //2018 4th IEEE Conference on Network Softwarization and Workshops (NetSoft). – IEEE, 2018. – С. 400-405.

4. Ksentini A., Nikaein N. Toward enforcing network slicing on RAN: Flexibility and resources abstraction //IEEE Communications Magazine. – 2017. – Т. 55. – №. 6. – С. 102-108.

5. Han B. et al. Admission and congestion control for 5G network slicing //2018 IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN). – IEEE, 2018. – С. 1-6.

6. SciPy [Электронный ресурс] // https://www.scipy.org/ (Дата обращения 10.11.2020).
7. В центре внимания: сети Fronthaul 4G/5G 4.06.2020 [Электронный ресурс] // URL: https://www.ciena.ru/insights/articles/spotlight-on-4G5G-fronthaul-networks_ru_RU.html (Дата обращения 10.11.2020).

Sivets N.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Task of Managing Radio Resources when Using Slising Technology in 5G Networks.

Until now, mobile networks have mainly served subscriber terminals dedicated to voice and data, however, in the 5G era, they must serve a variety of devices with different characteristics and needs. They all have different requirements for mobile networks and their functionality in terms of mobility, charging, security, policy management, latency, reliability, etc. Slicing technology is designed to solve the problem of rational use of radio resources in 5G NR networks, which allows one physical network to be divided into several virtual networks. This work is devoted to the analysis of the capabilities of this technology and the features of its implementation.

Key words: 5G, slicing, radio resource management.

УДК 004.428.4

ГРНТИ 50.51.17

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ

А. С. Степичев, А. Н. Степутин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Процесс внедрения сетей сотовой связи пятого поколения набирает обороты по всей планете. На введении радиосетей 5G NR в эксплуатацию сосредоточено много сил и внимания, так как они призваны заменить большую часть существующего сегмента 3G/4G. В статье приведены и описаны программы, способствующие ускорению и автоматизации проектирования сетей мобильной связи пятого поколения.

5G NR, мобильная связь, проектирование, планирование, моделирование, программное обеспечение.

В данной статье представлен краткий обзор программного обеспечения, предназначенного для планирования и расчета радиосетей 5G NR. В докладе описаны как бесплатные, либо условно-бесплатные (с достаточным для работы бесплатным функционалом), так и коммерческие

программы. Каждый продукт, несмотря на частично схожий с другими функционал, является в чем-то уникальным.

Продукты, рассмотренные в обзоре: Ranplan Proffesional, Atoll 5G NR, RadioMobile, Xirio, RadioPlanner 2.1, OpenAirInterface, 5G K-Simulator.

Ranplan Professional – инструмент для планирования сетей 5G с возможностью проектирования indoor и комбинированных indoor-outdoor покрытий. Он одновременно моделирует внутреннюю и внешнюю среду и взаимодействие между ними, а интеллектуальные алгоритмы автоматизации проектирования беспроводной сети внутри здания значительно облегчают и ускоряют процесс планирования [1].

Ranplan Professional – одна из ведущих платформ для планирования сети 5G, поддерживающая: развертывание как NSA, так и SA; все диапазоны частот 5G NR; все дуплексные режимы 5G NR (TDD, FDD, SUL и SDL); все 7 режимов MIMO, massive MIMO и 3D-MIMO; агрегации несущих; взаимодействие между 5G NR и сетями 2G / 3G / 4G / NB-IoT / WiFi.

ПО разрабатывается британской компанией Ranplan Wireless.

Atoll 5G NR поддерживает интегрированное сетевое планирование для сетей с несколькими RAT (Radio Access Technology). Он включает в себя мульти-технологическую сетевую базу данных, унифицированную модель трафика, комбинированный симулятор Монте-Карло и модуль ACP (автоматическое планирование ячеек) с несколькими RAT. Atoll предоставляет операторам комплексную и развивающуюся основу для планирования и оптимизации многотехнологических сетей, включая небольшие соты, интегрированный Wi-Fi и IoT [2].

Ключевые особенности: моделирование 5G трафика; планирование соседей; создание матрицы помех; опция автоматического частотно-территориального планирования.

Основные недостатки данного решения – достаточно высокая стоимость и высокие требования к производительности оборудования разработчика. Пакет Atoll целесообразно использовать для разработки проектов значительного масштаба [3]. Разработчик Forsk (США).

RadioMobile – это широкодоступный программный пакет, который можно использовать для планирования покрытия сети 5G, предоставляющий возможности определения затухания на радиоинтерфейсе, бюджета потерь, выбора размеров антенн и высоты опор. Преимущества:

- Программа является абсолютно бесплатной.
- Программное обеспечение позволяет быстро рассчитать бюджет канала и запасы на замирания для любой полосы частот.
- Использует свободно доступные данные о местности SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – международный исследовательский проект по созданию цифровой модели высот), которые можно загружать «по

запросу» для расчета высоты местности. Также есть возможность оценки с учетом покрытия местности (деревья / леса).

• RadioMobile автоматически рассчитывает зону Френеля для любого необходимого звена, с графическим отображением, позволяющим быстро определить и отметить любые препятствия.

К недостаткам программы RadioMobile можно отнести следующие ограничения ее инструментария: невозможность учета распределения трафика в сети и отсутствие подробных баз данных для исследования влияния застройки на канал [4]. Разработчик – француз Roger Coudé.

Xirio – это условно-бесплатный онлайн-сервис с большим функционалом и поддержкой различных стандартов связи и моделей PPB. Не требует установки или обновлений и доступен из любого браузера.

Поддерживает следующие стандарты мобильной связи: POCSAG, DCS-1800, GSM-900, TACS-900, Аналоговая транкинговая сеть, Цифровая транкинговая сеть, UMTS, CDMA-2000, HSDPA, HSUPA, GSM-R, LTE – TDD/FDD, LTE-A – TDD/FDD, 5G NR. Для каждого стандарта сервис предлагает различные модели расчета PPB. Существует возможность подробной настройки передатчиков, антенн и приемников. Существует поддержка учета влияния строений [3].

Главным недостатком Xirio является то, что на бесплатной основе пользователю доступен расчет с разрешающей способностью, не превышающей 400 м, что, в свою очередь, приводит к значительным погрешностям вычислений [4].

Программа **RadioPlanner 2.1** предназначена для частотно-территориального планирования и расчета зон радиопокрытия при проектировании: сетей мобильной связи GSM/WCDMA/CDMA/UMTS/LTE /5G; сетей профессиональной мобильной связи стандартов; аналоговых и цифровых сетей радио- и телевизионного вещания; сетей на основе беспроводных технологий IoT LPWAN: LoRa, "СТРИЖ" и других; систем авиационной радиосвязи линий земля-воздух и радионавигации.

К особенностям программы можно отнести:

• Встроенный редактор модели препятствий;

• Автоматический расчет количества населения в зоне охвата на основе базы данных проекта OpenStreetMap;

• Повышенная детальность и высокая скорость расчетов за счет оптимизации алгоритма и использования многопоточных процессоров.

Является коммерческим ПО, разработанным ООО «Центр телекоммуникационных технологий». Также существует демоверсия, предоставляемая на 5 дней [5].

OpenAirInterface (OAI) – это проект с открытым исходным кодом, способный моделировать сети базовых станций, каналы и элементы ядра стандартов 4G LTE и 5G New Radio. Он предоставляет программное обеспечение для следующих компонентов: HSS, MME, SPGW-U, SPGW-C, eNodeB. eNodeB требует большой производительности, поэтому

настоятельно рекомендуется моделировать его на выделенном ПК. Для этого в OAI реализована возможность настройки компонентов на нескольких ПК и / или виртуальных машинах [6]. Разработчиком ПО выступает OpenAirInterface™ Software Alliance (Франция).

5G K-Simulator – южнокорейская программа с открытым исходным кодом, состоящим из:

- 5G K-SimLink – это имитатор канального уровня для системы беспроводной связи на основе Rel.15. Позволяет оценивать среднюю производительность архитектуры приемопередатчика физического уровня.
- 5G K-SimSys – это имитатор системного уровня, поддерживающий сценарии с несколькими сотами и несколькими пользователями.
- 5G K-SimNet – это сетевой симулятор, позволяющий оценить среднюю сквозную производительность сети.

Платформа 5G K-Sim состоит из двух основных частей: веб-платформы и облачной платформы. Веб-платформа предоставляет пользователям удобный графический интерфейс для моделирования, а облачная платформа поддерживает веб-платформу в вычислениях [7].

Выводы

В результате сравнительного анализа были изложены основные функции, достоинства и недостатки обозреваемого программного обеспечения. Также было показано для моделирования какой части сети предназначены рассматриваемые программы. Все эти данные сведены в таблицу. Исходя из вышеизложенного, каждый может сам выбрать ПО, подходящее под его цели и задачи. Студентам и людям, ищущим программы для использования в учебных целях, больше подойдут бесплатные программы с широким функционалом, такие как 5G K-Simulator. Оператор же, распоряжаясь большими бюджетами, может позволить себе любое самое новое и продвинутое программное обеспечение, которое будет способствовать ему в построении и модернизации радиосетей.

Список используемых источников

1. Ranplan Professional. [Электронный ресурс]. URL: https://ranplanwireless.com/products/ranplan-professional (Дата обращения 17.11.2020)
2. Atoll 5G NR. [Электронный ресурс]. URL: https://www.forsk.com/atoll-5g-nr (Дата обращения 18.11.2020)
3. Обзор ПО для планирования радиосетей. [Электронный ресурс]. URL: http://omoled.ru/publications/view/876 (Дата обращения 17.11.2020)
4. Богомолова Е.А., Пилипенко А.М. Программные средства для моделирования каналов связи в беспроводных сетях. [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30068371& (Дата обращения 18.11.2020)
5. RadioPlanner 2.1. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ctt-group.ru/radioplanner (Дата обращения 17.11.2020)
6. OpenAirInterface: A Flexible Platform for 5G Research. [Электронный ресурс]. URL: https://mosaic5g.io/resources/mosaic5g_oai.pdf (Дата обращения 19.11.2020)

7. 5G K-Simulator. [Электронный ресурс]. URL: http://5gopenplatform.org/main/index.php (Дата обращения 19.11.2020).

Stepichev A., Steputin A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Overview of Software for Simulating Next Generation Mobile Networks.

The implementation of a fifth generation cellular network is gaining momentum across the planet. A lot of effort and attention has been focused on putting 5G NR radio networks into operation, as they are intended to replace most of the existing 3G / 4G segment. The article presents and describes programs that help accelerate and automate the design of fifth generation mobile networks.

Key words: 5G NR, mobile communications, design, planning, modeling, software.

ТАБЛИЦА. Анализ представленного ПО

Наименование ПО	Достоинства	Недостатки	Объект моделирования	Наличие бесплатной версии	Разработчик ПО
Ranplan Professional	+ моделирование indoor и outdoor покрытия и взаимодействия между ними; + интеллектуальная автоматизация проектирования покрытия	- отсутствие свободной демоверсии	RAN	ПО распространяется на коммерческой основе	Ranplan Wireless (Британия)
Atoll 5G NR	+ хорошо справляется с масштабными проектами; + автоматическое частотное планирование и автоматическое планирование сот	- высокая стоимость продукта; - высокие требования к вычислительной мощности компьютера	RAN 5G траффик	ПО распространяется на коммерческой основе	Forsk (США)
RadioMobile	+ Наличие перевода программы и руководства пользователя на русский язык	- невозможность учета распределения трафика; - отсутствие подробных БД для исследования влияния застройки	RAN	Полностью бесплатное ПО	француз Roger Coudé
Xirio	+ Не требует установки, доступен из любого браузера	- в бесплатной версии пользователю доступен расчет с разрешающей способностью, не превышающей 400 м	RAN	Условно-бесплатное ПО	Aplicaciones y Proyectos TIC S.L. (Испания)
RadioPlanner 2.1	+ хорошая оптимизация под многопоточные компьютеры; + возможность проектирования большого спектра различных сетей (мобильной, теле-, радиосвязи, авиарадиосвязи)	- отсутствие свободной демоверсии	RAN	ПО распространяется на коммерческой основе.	ООО «Центр теле-коммуникационных технологий» (Россия)
OpenAir-Interface	+ возможность моделирования всех элементов сети; + некоммерческое ПО с открытым исходным кодом	- отсутствие ПО управления инструментарием	RAN Core	Полностью бесплатное ПО	OpenAirInterface™ Software Alliance (Франция)
5G K-Simulator	+ возможность моделирования всех элементов сети; + возможность работы с тяжелыми проектами за счет облачных вычислений; + некоммерческое ПО	- недостатки отсутствуют	Каналы RAN Core	Полностью бесплатное ПО	5G WISE research center (Корея)

УДК 004.855.5
ГРНТИ 28.23.15

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИЦА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО ОКНА

Д. А. Татаренков, П. В. Черноштан
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Последние десять лет в области распознавания образов ведутся активные разработки и предложены различные методы распознавания, использующие такие подходы, как метод главных компонент, методы с использованием гистограмм, нейросетей, байесовских сетей, алгоритма Виолы-Джонса. Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования методов выделения лиц, как частного случая широкого класса задач распознавания изображений.

скользящее окно, метод Виолы-Джонса

Практически во всех областях человеческой деятельности ежедневно возникает необходимость решения задач анализа данных, выявления зависимостей между атрибутами, прогнозирования ситуаций, явлений и процессов. Причем с каждым днем таких задач становится все больше, объем доступной информации увеличивается, благодаря бурному развитию дата-центров и облачных технологий совершенствуются технологии ее сбора, хранения и организации. В связи с этим требуются универсальные подходы и методы, пригодные для решения прикладных задач анализа данных. Содержательная постановка задачи обучения машин распознаванию образов появилась в конце 50-х годов и заключалась в построении способа обучения машин решать классификационные задачи так же, как это делают живые существа. [3]

Для случая, когда локализация объектов определяется с помощью обрамляющего прямоугольника, на протяжении многих лет применяют метод сканирующего (скользящего) окна (англ. slidingwindow, scanwindow).

Иными словами, применительно к рисункам и фотографиям используется подход на основе скользящего окна (scanningwindow): по изображению перемещается прямоугольная активная область или сканирующее окно, в котором происходит поиск с помощью прямоугольных признаков. [2]

Имеется изображение, содержащее нужные объекты. Это изображение представлено двумерной матрицей пикселей, где каждый пиксель имеет свое значение: если изображение черно-белое, то от 0 до 255; если изображение цветное (RGB), то от 0 до 255^3. В результате своей работы, алгоритм должен определить лица и их черты и пометить их. Поиск осуществляется в активной области изображения прямоугольными признаками (рис.1), с помощью которых и описывается найденное лицо и его черты:

$$rectangle_i = \{x,y,w,h,a\}, \quad (1.1)$$

где *x*, *y*– координаты центра*i*- го прямоугольника;
w– ширина;
h– высота;
a– угол наклона прямоугольника к вертикальной оси изображения.

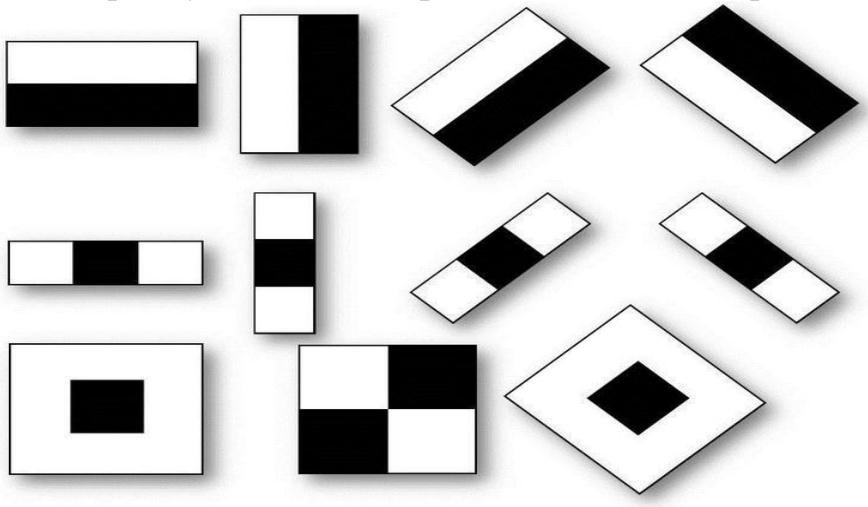


Рис. 1. Примитивы Хаара

В стандартном методе Виолы – Джонса используются прямоугольные признаки, изображенные на рисунке выше, они называются примитивами Хаара: представляют собой результат сравнения яркости в двух прямоугольных областях.

Величина каждого признака вычисляется как сумма пикселей в белых прямоугольниках, из которой вычитается сумма пикселей в черных областях. Прямоугольные признаки более примитивны, чем steerablefilter, и, несмотря на то, что они чувствительны к вертикальным и горизонтальным особенностям изображений, результат их поиска более груб. Однако при хранении изображения в интегральном формате (integralimage, в каждом пикселе изображения записана сумма всех пикселей левее и выше данного), проверка прямоугольного признака на конкретной позиции проводится за константное время, что является их преимуществом по сравнению с более точными вариантами. Каждая прямоугольная область в используемых признаках всегда смежна с другим прямоугольником, поэтому расчет признака с 2 прямоугольниками состоит из 6 обращений в интегральный массив, для признака с 3 прямоугольниками — из 8, с 4 прямоугольниками — из 9.

Эти признаки и описывают найденные на изображении объекты и их черты. С помощью них можно определить, находиться перед нами лицо или же другой объект. Но при этом есть нюанс, лицо может быть разного масштаба. Для этого необходимо либо менять размер сканирующего окна, либо же начинать просмотр изображения с маленьким разрешением и дальше увеличивать изображение (рис. 2), не меняя размер сканирующего окна.

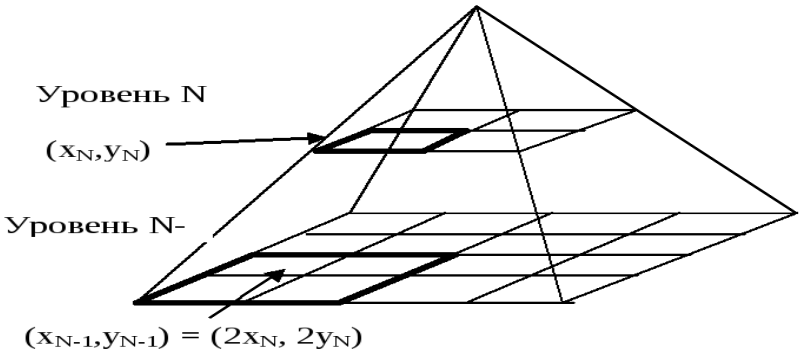


Рис. 2. Принцип построения пирамиды изображений

Пирамида изображений представляет собой последовательность N изображений, причем каждое последующее изображение получается из предыдущего путем прореживания в два раза

Если позволяют вычислительное ресурсы, то для подавления высокочастотных шумов при прореживании рекомендуется перед прореживанием использовать низкочастотную линейную фильтрацию. В качестве ядра линейного фильтра обычно выбирают функцию Гаусса. В этом случае пирамида называется Гауссовой. Согласно теореме Котельникова сжатие в Гауссовой пирамиде происходит с минимальной потерей информации.

Изображение $f_N(x,y)$ представляет собой уменьшенную копию исходного изображения $f_1(x,y)$. Размер пикселя изображения уровня N равен

$$p_N = 2^{N-1} \quad (1.2)$$

Для координат пикселей изображений двух произвольных уровней пирамиды с номерами n и m справедливы следующие соотношения

$$2^{n-1}x_n = 2^{m-1}x_m \,,\; 2^{n-1}y_n = 2^{m-1}y_m \quad (1.3)$$

Кроме того, ввиду использования пирамидального представления входных изображений процент перекрытия исследуемых областей также возрастает. Здесь также существует корреляция шага изменения масштабного коэффициента с показателем FNR.

Алгоритм сканирующего окна подразумевает смещение координат исследуемой области на определённое значение, как в горизонтальном направлении, так и в вертикальном. Это значение не может быть слишком большим, так как при большом значении шага сканирующего окна сильно возрастает FNR для обработки изображения в целом. При малых значениях шага сканирующего окна возникает проблема частичного перекрытия исследуемых областей. И чем меньше шаг, тем более похожи эти области, а значит и сопоставление с хаароподобными вейвлетами может дать идентичный ответ.

Приведённые выше особенности работы сканирующего окна приводят к тому, что детектор может срабатывать на одно и то же лицо несколько раз. Это позволяет с одной стороны с большей уверенностью

утверждать, что лицо на изображении есть, однако повторные срабатывания нельзя принимать как TP (truepositive).

Для устранения повторных срабатываний применяется подход non-maximasuppression (NMS).Он заключается в удалении любых ответов детектора в окрестности детектирования с локально максимальным уровнем достоверности. NMS обычно применяется ко всем обнаружениям изображения с уверенностью выше определенного порога.

Общий подход к не максимальному подавлению заключается в следующем:

1. После того, как пирамида изображения построена, сканируется изображение с помощью скользящего окна для обнаружения объекта.
2. Помещаются в массив все текущие окна, которые дали положительный результат (выше определённого порога w), ранжируются от максимального значения ответа к минимальному.
3. Отсеиваются все окна, на которых детектор даёт отклик ниже w.
4. Производится переход к следующему окну с наибольшим ответом и повторяется процедура для текущего масштаба.

Алгоритм должен быть распространён на все масштабы входной пирамиды изображений.

Метод скользящего окна используется в алгоритме Виола-Джонс, который был создан в 2001 году.[1] Что бы скользящее окно работало, необходимо пройти несколько этапов:

1. Подготовка выборки данных для обучения
2. Извлечение признаков из данных
3. Обучение классификатора
4. Оптимизация классификатора

ТАБЛИЦА 1. Сравнение алгоритмов распознавания лиц

Метод	Точность распознавания	Влияние мимики на точность распознавания	Вычислительная сложность
Гибкого сравнения на графах	~90%	низкое	++
Главных компонент	~90%	высокое	+
Нейронный сети	~90%	низкое	+
Виолы-Джонса	~90%	низкое	+

В основу алгоритма Виола-Джонс положены: интегральное представление изображения по признакам Хаара, построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга и способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру. Данный метод демонстрирует высокую эффективность при решении задачи поиска объектов на изображениях и видеопоследовательностях в режиме реального времени. Алгоритм Виолы-Джонса обладает низкой

вероятностью ложного обнаружения лица. Метод позволяет обнаруживать лицо при наблюдении его под углом до 30°. В случае, когда угол превышает 30°, требуется наклон изображения. Точность идентификации может достигать значений свыше 96%.

В рамках данной статьи рассмотрено использование метода скользящего окна в задаче обнаружения лица на изображении.

Метод гибкого сравнения на графах имеет большие время распознавания и вычислительную сложность. Метод главных компонент имеет большее, по сравнению с другими вариантами, влияние изменений мимики на точность распознавания. По результатам сравнительного анализа наиболее подходящими алгоритмами для распознавания лиц в программной системе ситуационного видеонаблюдения являются нейронные сети и метод Виолы-Джонса.[5] Оба алгоритма удовлетворяют условиям технического задания и имеют высокие характеристики эффективности. Однако, метод нейронных сетей, в отличие от алгоритма Виолы-Джонса, не имеет реализаций на языках Delphi, C, C++, C#, которые указаны в качестве предпочтительных для реализации проекта. Выбор между использованием нейросетей и метода Виолы-Джонса был сделан в пользу последнего, так как он имеет реализацию средствами свободной библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Работа с ней возможна на языке C++, а благодаря оболочке EmguCV – также на языке C#.

Список используемых источников

1. Alpaydin E. Introduction to Machine Learning // The MIT Press, 2010.
2. Bradski G.R. Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface // Proc. IEEE Workshop on Applications of Comp. Vision, Princeton, 1998. P. 214-219.
3. Журавлев Ю.И., Никифоров В.В. Алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок // Кибернетика. 1971. №3. С. 1-11.
4. Гренандер У. Лекции по теории образов // Под ред. Ю. Журавлева М.: Мир, 1979. С.112.
5. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения // М.: Едиториал УРСС, 2011. С.256.

Chernoshtan P. Tatarenkov D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Face Detection in an Image Using the Sliding Window Method.

Over the past ten years, active development has been carried out in the field of pattern recognition and various recognition methods have been proposed that use such approaches as the principal component method, methods using histograms, neural networks, Bayesian networks, and the viola-Jones algorithm. it is caused by the need to improve the methods of face detection, as a special case of a wide class of image recognition problems.

Key words: Sliding window, viola-Jones method

УДК 654.164
ГРНТИ 49.43.29

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ 5G СИСТЕМ НА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

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

Сети пятого поколения активно развиваются на территории Российской федерации. Из-за модернизации функциональных возможностей мобильной сети необходимо следить за электромагнитной безопасностью, производить соответствующие измерения. Возникновение новых стандартов мобильных сетей позволяет обеспечить стабильную работу огромного количества устройств, но ведёт к электромагнитному загрязнению и превышению стандартных норм безопасности. В работе приведены соответствующие измерения плотности потока энергии и указаны зоны ограничения застройки при теоритическом введении сети пятого поколения.

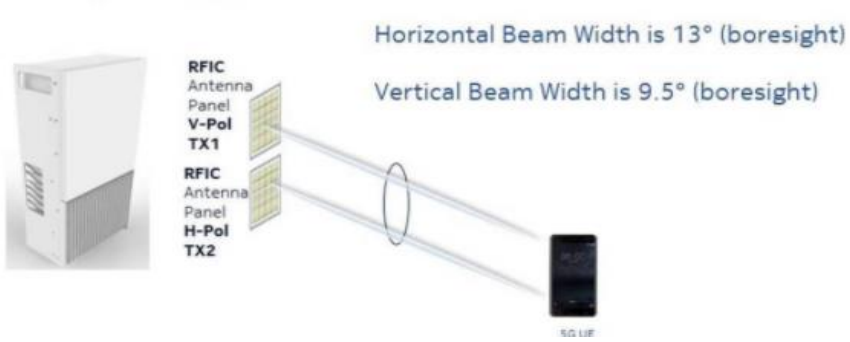
сети пятого поколения, зона ограничения застройки, электромагнитная безопасность, мобильные базовые станции.

Люди в современном мире потребляют большое количество трафика, что ведет за собой к постоянной модернизации функциональных возможностей мобильной сети. Смартфоны, телевизоры, компьютеры и все возможные гаджеты, которые окружают нас, определяют дальнейший прогресс. Таким прогрессом является сеть пятого поколения. Резкое увеличение количества подключаемых устройств в офисах, бизнес центрах и жилом фонде требует постоянного мониторинга электромагнитной среды. Для обеспечения безопасности разработаны государственные стандарты, которые содержат предельно допустимые уровни (ПДУ) плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля и суммарную интенсивность плотности потока энергии [1]. Санитарные правила действуют повсеместно на территории России и устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к размещению и эксплуатации средств подвижной радиосвязи диапазона частот 27…2400 МГц. Такие правила включают в себя абонентские терминалы спутниковой связи.[1] Для систем мобильной связи пятого поколения, рассмотрим уровни электромагнитных полей, создаваемые антеннами базовых мобильных станций на территории жилого фонда, внутри жилых, административных и производственных помещений, не должны превышать следующих предельно допустимых значений:

- в диапазоне частот 27 МГц ≤ f <300 МГц – по значениям напряженности электрического поля, Е (В/м) [1].
- в диапазоне частот 300 МГц ≤ f ≤ 2400 МГц – по значениям плотности потока энергии, ППЭ (мВт/ см2, мкВт/см2) [2].

По данным этого документа можно сделать вывод, что сети пятого поколения
не вписываются в электромагнитную обстановку, создаваемую телекомму никационными и мобильными системами предыдущих поколений, в которых полосы рабочих частот, режимы работы и топология размещения имеют принципиальные отличия от сетей пятого поколения [3].

Антенны мобильных базовых станций (БС), которые находятся на крышах или на антенно-мачтовых сооружениях (АМС) буквально на каждом шагу. БС вносят свой вклад в общую обстановку электромагнитного поля. Антенны БС предшествующего поколения представляют собой панели, которые направленны в разные стороны для обеспечения мобильной связи населения. В основном в густонаселенных местах: мощность передатчиков БС составляет 5-20 Вт. Антенны БС пятого поколения работают по принципу активной фазированной решетки, при мощности 10.2 Вт в сектор. [4].



Р

Рис.1 Представлен вид антенн пятого поколения.

Для установки БС пятого поколения (5 G) необходимо провести серию медико-биологических исследований, для того чтобы определить верные ПДУ в близи жилого фонда. На сегодняшний день, есть все основания полагать, что нормативы, существующие для населения, не соответствуют характеристикам реально существующему электромагнитному полю. На сегодняшний день существуют различные предельно допустимые уровни. ПДУ для населения регламентируются в соответствии с [2]. Для рабочего персонала нормируемый параметр описан в СанПиН 2.1.8/.2.2.4.1383-03. [2].

Таблица 1. Предельно допустимые уровни воздействия электромагнитных полей на рабочих местах персонала

Нормируемые Параметры	**Диапазоны частот, МГц**		
	27 ≤ f <30	***30 ≤ f <300***	***300 ≤ f ≤ 2400***
Максимальный ПДУ	296 В/м*	80 В/м*	1000 мкВт/см^2*
ПДУ для Т ≥ 8 ч за смену	30 В/м	10 В/м	25 В/м

Таблица 2. Предельно допустимые уровни ЭМП (электромагнитное поле) для диапазона частот 30 кГц—300 ГГц для населения

Диапазон частот	Диапазоны частот, МГц				
	30-300 кГц	*0.3-3 МГц*		*3-30 МГц*	*0.3-300 ГГц*
Нормируемый параметр	Напряженность электромагнитного поля Е (В/м)				Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см2)
Предельно допустимые уровни	25	15	10	3	10

Для формирования новых методических материалов в связи введением нового стандарта необходимо обратить внимание на особенности распространения дециметровых, сантиметровых и миллиметровых волн. Рассмотреть характерное поведение радиоволны в густонаселенной местности, внутри здания (indoor), в сельской местности. Частота размещения БС с зависит от нескольких факторов от диапазона длин волн – чем меньше длина волны, тем выше плотность размещения, от мощности изучаемой антенны, от плотности застройки. [3].

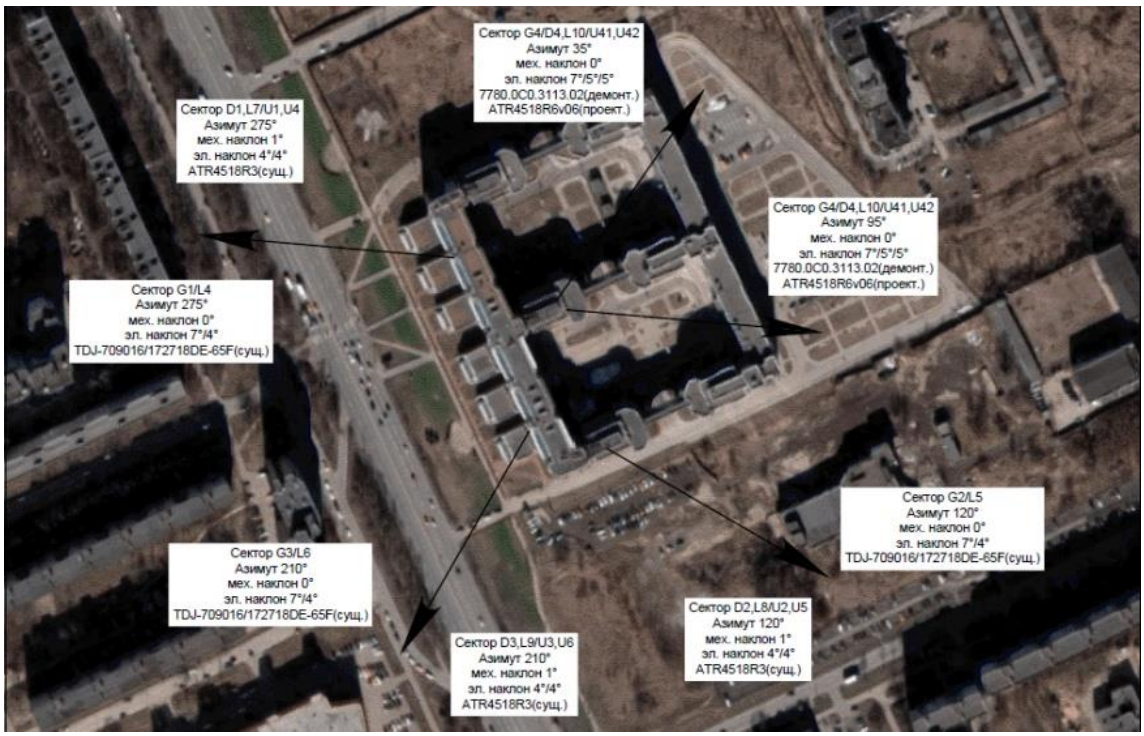


Рис.2 Объект для предварительного расчета с учетом введения сети пятого поколения

Произведем теоретический расчет БС с введением новой технологии 5G. Расчеты выполнены с учетом перспективной застройки, согласно данным Росреестра и Публичной кадастровой карты.

Расчет санитарно-защитной зоны и зоны ограничения от передающего радиотехнического объекта (ПРТО) выполнен с применением программного комплекса ПК АЭМО 4.0, разрешенного для применения на территории Российской Федерации. Принцип действия программы состоит в том, чтобы по заданным техническим характеристикам антенного оборудования определить зону ограничения застройки, оценить электромагнитную обстановку в пределах излучения радиопередающего оборудования.

Для теоретического эксперимента был выбран участок, где присутствуют панельные антенны на кровле здания в непосредственной близости жилого фонда.

На рис.2 мы видим схему расположения БС на кровле Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальное значение плотности потока энергии от передатчика БС «ПАО МТС» на частоте 5 ГГц составило 39.56 мкВт/см2. Безопасным критерием значения ППЭ на селитебной территории 10 мкВт/см2.

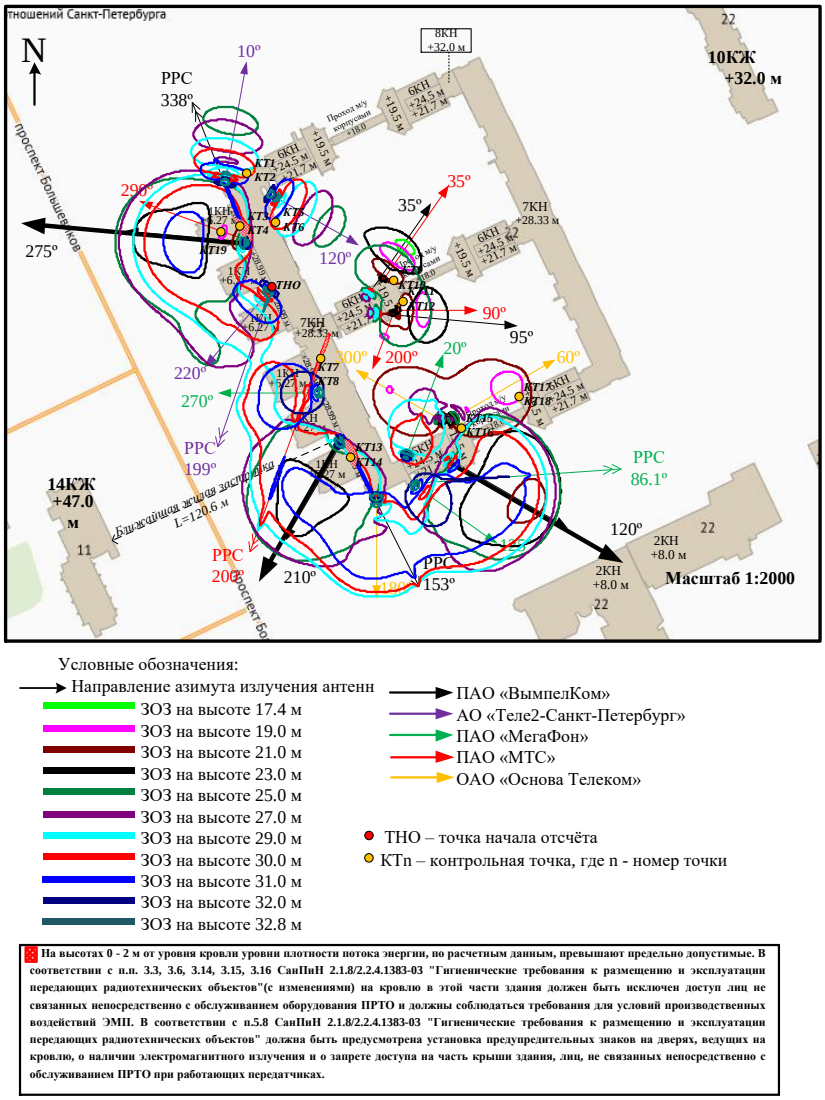


Рис. 3 расчет зон ограничения застройки от электромагнитных излучений

Таблица 3. Значения ППЭ в точках наиболее вероятного нахождения людей на примыкающей к зданию местности

№ П.П	Контрольная точка	Описание места точки расчета	Высота Н,м	Азимут направления, град	Расстояние до точки, м	ППЭ мкВт/см^2
1.	КТ1*	На кровле 7-этажного нежилого здания	30.33	348	≈54.9	16.841
2.	КТ2	На 7 этаже 7-этажного нежилого здания	27.33	348	≈54.9	0.791
3.	КТ3*	На кровле надстройки 7-этажного нежилого здания	30.99	332	≈32.2	11.502
4.	КТ4	На 7 этаже 7-этажного нежилого здания	27.99	332	≈32.2	2.352
5.	КТ5*	На кровле 7-этажного нежилого здания	30.33	2	≈30.8	39.56
6.	КТ6	На 7 этаже 7-этажного нежилого здания	27.33	2	≈30.8	1.674
7.	КТ7*	На кровле 7-этажного нежилого здания	30.33	146	≈41.2	15.736

Проведен расчет зон ограничения застройки от электромагнитных излучений радиочастотного диапазона сети пятого поколения вблизи территории жилой застройки. Необходимость проведения исследований определяется требованиями по обеспечению электромагнитной безопасности на селитебной территории.

Расчет выполнен для оценки интенсивности воздействия электромагнитного излучения на основе предельно допустимых уровней плотности потока энергии, указанных в нормативных документах.

Измерения на кровле административного здания и в пределах жилых территорий проводились с помощью программного комплекса для расчета ПРТО (передающих радиотехнических объектов), программный комплекс имеет свидетельство о государственной регистрации.

По результатам расчета максимальных уровней ППЭ вблизи жилого фонда, можно сделать вывод, что уровни не соответствуют требованиям нормативных документов и превышают предельно допустимые уровни, образуя опасную зону. Опасной зонной считается высоты 0 - 2 м от уровня кровли, где уровни плотности потока энергии по расчетным данным, превышают предельно допустимые. на таких застройках должен быть исключен доступ лиц, не связанных непосредственно с обслуживанием оборудования и должны соблюдаться требования для условий производственных воздействий ЭМП.

Список используемых источников

1. СанПин № 2.1.8/2.2.4.1190, Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи: Санитарно-

эпидемиологические правила и нормативы. —М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 27 с.

2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 22 с.

3. Рыжков А.Е. и др. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMAX. – СПб: Линк, 2012. – 226 с.

4. Хансен Р.С. Фазированные антенные решетки. 2-е издание. При поддежке ` НИИП им. В.В. Тихомирова` пер. с англ. под ред. А.И. Синани. Серия: Мир радиоэлектроники М. Техносфера. 560с.

Tlyauberdina A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Features of 5G Systems Operation in Residential Area.

The networks of the fifth generation are actively developing on the territory of the Russian Federation. Due to the modernization of the mobile network functionality it is necessary to monitor the electromagnetic safety, make the appropriate measurements. The emergence of new standards for mobile networks allows to ensure the stable operation of a huge number of devices, but leads to electromagnetic contamination and exceed the standard safety standards. The work provides relevant measurements of the density of the energy flow and indicates the areas of limitation of construction during the theoretical introduction of the fifth generation network.

Key words: fifth generation networks, phased grid, electromagnetic safety, power supply.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

УДК 004.054
ГРНТИ 49.33

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ И ПРИЛОЖЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Ю. Э. Авакян, Р. В. Киричек
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается методология тестирования устройств и приложений Интернета вещей. Тестирование необходимо для повышения уровня надежности и оценки параметров устройств и приложений Интернета вещей. Для определения критериев тестирования и составления методологии были изучены существующие рекомендации, описывающие различные подходы к тестированию Интернета вещей. Представленная в данной статье методология основана на рекомендациях ITU-T Q.4062 "Framework for IoT Testing" и ITU-T Y.4500.15/Q.3955 oneM2M – Testing framework. Рассмотренная методология может быть использована для разработки систем комплексного тестирования устройств и приложений Интернета вещей.

интернет вещей, методология тестирования, качество обслуживания.

Технологии Интернета вещей стремительно развиваются, образовывая сложные системы, включающие в себя индивидуальные устройства, технологии умного дома и умного города, медицинское оборудование, транспорт, промышленность и т.д [1]. Развитие Интернета вещей направлено на автоматизацию процессов в данных областях.

Высокое влияние на процессы тестирования оказывает появление новых технологий. Они способствуют созданию различных архитектур и изменению конфигураций систем, образованных устройствами и приложениями Интернета вещей. Таким образом, при тестировании необходимо обращать внимание на условия, в которых оно будет проводиться. Наиболее эффективным является тестирование в условиях, приближенных к реальным сценариям эксплуатации, включающих в себя стрессовое тестирование, проверку на соответствие заявленным характеристикам, проверку на совместимость устройства и программного обеспечения, определение показателей задержки сети и т.д. Комплексное

тестирование необходимо для обеспечения требуемого качества обслуживания и надежности [2]. В зависимости от метода тестирования и архитектуры системы, испытания могут проводиться как на реальных устройствах, так и на имитационных моделях и виртуальных устройствах Интернета вещей.

Предложенная методология основывается на существующих рекомендациях, описывающих процедуры тестирования Интернета вещей, таких как ITU-T Q.4062 “Framework for IoT Testing” [3] и ITU-T Y.4500.15/Q.3955 oneM2M – Testing framework [4].

Рекомендация ITU-T Y.4500.15/Q.3955 представляет методологию тестирования на соответствие требованиям и функциональную совместимость тестовых систем для стандартов oneM2M.

Интернет вещей предполагает использование технологий множественного доступа для различных типов сетей связи, такие как BAN, PAN, LAN, WLAN, LPWAN, FAN, MAN, WAN и сотовые сети. Основная цель рекомендации ITU-T Q.4062 заключается в том, чтобы определить структуру тестирования для систем Интернета вещей, использующих технологии множественного доступа. На основе данных рекомендаций предложена методология тестирования устройств и приложений Интернета вещей.

Методология тестирования

Тестирование на соответствие (Conformance test)

Устройства и приложения Интернета вещей состоят из различных технологий, таким образом, тест на соответствие должен определяться на основе требований соответствующих стандартов и проводиться с учетом особенностей используемых технологий. Например, тестирование на соответствие может показать, что устройство правильно реализует конкретный стандартизованный протокол.

Тестирование взаимодействия (Interoperability test)

Тестирование взаимодействия может продемонстрировать, что устройство будет работать с другими подобными устройствами. Оно показывает, что функциональное взаимодействие между, как минимум, двумя устройствами соответствует требованиям стандартов, на которых эти устройства основаны.

Тестовые сценарии функционального взаимодействия определяют только функциональное поведение. Они не могут явным образом тестировать поведение ошибок протокола.

Тестирование подключения (Connectivity test)

Данный тип тестирования позволяет определить, правильно ли взаимодействуют оборудование и сетевые элементы Интернета вещей в

рамках заданной архитектуры и как эта сеть взаимодействует с инфраструктурами различных сетей. Взаимодействие устройств по сети должно осуществляться с помощью интерфейсов, основанных на коммуникационных технологиях или протоколах Интернета вещей. Тесты подключения основываются на процедурах тестирования, которые описаны в стандартах или требованиях разработчика для интерфейсов.

Тестирование совместимости (Compatibility test)

Данный тип тестирования предназначен для проверки совместимости оборудования и программного обеспечения Интернета вещей от разных поставщиков во время его работы в сети [5]. Тест измеряет, насколько удовлетворительно устройства работают параллельно друг с другом в общей инфраструктуре, а также, взаимодействуют с другими системами или их элементами. При проверке совместимости различных технологий Интернета вещей необходимо учитывать межпротокольное преобразование данных и идентификацию самого протокола с использованием определенных атрибутов для обеспечения совместимости устройств и приложений Интернета вещей.

Существуют уровни совместимости:

- полная совместимость – устройства и приложения Интернета вещей должны обмениваться информацией и выполнять требуемые функции без необходимости изменять свои интерфейсы, протоколы, программное и аппаратное обеспечение;
- совместимость – устройства и приложения Интернета вещей должны обмениваться информацией и выполнять требуемые функции, адаптируя свои интерфейсы, протоколы, программное и аппаратное обеспечение или использовать преобразующие устройства (адаптеры, шлюзы и др.);
- частичная совместимость – устройства и приложения Интернета вещей должны частично обмениваться информацией и выполнять ограниченный набор функций;
- несовместимость – устройства и приложения Интернета вещей не способны обмениваться информацией между устройствами и выполнять какой-либо набор функций по причине различий в используемых технологиях.

Стресс-тестирование (Stress test)

Данный тест используется для определения устойчивости системы. Одна из важнейших задач стресс-теста – это проверка стабильной работы маршрутизаторов для работы с трафиком Интернета вещей. Результаты тестирования оказывают влияние на разработку и внедрение систем Интернета вещей. Во время проведения тестирования следует учитывать

емкость сети, задержку, объем трафика, потерю пакетов, количество устройств, которое может быть огромным, и т.д. Кроме того, следует учитывать такие параметры, как потребление энергии устройства и температуру окружающей среды [6].

Для проведения данного теста должны быть выполнены следующие условия:

- устройство должно генерировать типичный для Интернета вещей трафик [6];
- должна осуществляться возможность генерации трафика различными виртуальными устройствами Интернета вещей с уникальными параметрами (MAC-адрес, IP и т.д.);
- должно быть предусмотрено выполнение основных сценариев работы устройств Интернета вещей (постоянная отправка пакетов, отправка данных по запросу или работа в роли актуатора);
- устройство должно поддерживать различные основные типы физических интерфейсов передачи данных, такие как PON, Internet и WLAN.

Тестирование времени отклика для классификации типа сети

Позволяет оценивать тип сети на основе измеренного времени отклика. Как правило, в случае, если целевая сеть не перегружена, пакет прибывает на устройство Интернета вещей с определенным уровнем задержки. Диапазон задержки передачи зависит от типа сети, который можно классифицировать, сравнивая задержку передачи тестового пакета в не перегруженных сценариях и диапазон задержки передачи, полученный заранее.

В данном методе тестовый сервер отправляет тестовый пакет на устройства Интернета вещей в целевой сети. Устройство отправляет ответный пакет на тестовый сервер сразу после получения тестового пакета. Сервер тестирования измеряет, собирает время приема-передачи (RTT) пакетов, а затем классифицирует значения RTT для оценки типа целевой сети.

Условия проведения тестирования

Тестирование устройств и приложений Интернета вещей в существующей сети позволяет проводить любые виды тестирования, и их результаты отражают производительность в реальной ситуации. Тем не менее, выполнение полного набора тестов на реальной сети может быть затруднительным по техническим или экономическим причинам, тогда следует использовать модельную сеть [7, 8]. Модельная сеть позволяет воспроизводить архитектуру как созданной сети, так и проектируемой. Модельные сети могут быть реализованы как в физической, так и в

виртуальной форме. В сценариях, где тестирование производится на модели, предполагается использование генераторов трафика для изучения всех параметров сети. Одним из преимуществ использования модельной сети является возможность сегментации. Разделение сети на независимые сегменты позволяет обеспечить более гибкое тестирование.

Заключение

В данной статье были изучены различные методы тестирования устройств и приложений Интернета вещей согласно существующим стандартам и представлена соответствующая методология комплексного тестирования. Были рассмотрены условия для проведения тестов и их характеристики.

Представленная в статье методология может быть использована при проведении тестирования различных устройств и приложений Интернета вещей для обеспечения требуемой надежности и стабильной работы.

Список используемых источников

1. Ананченко И.В., Распопа Е.А., Хаджиев И.В. Перспективы развития тестирования Интернета вещей // Фундаментальные исследования. 2017. N 11-1. С. 15-19.
2. Кулик В. А., Выборнова А. И. Методы комплексного тестирования устройств Интернета вещей // материалы Девятнадцатой международной научной конференции: в 3 томах / Под ред. В. М. Вишневского, К. Е. Самуйлова, Москва, 2016 г. М.: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2016. С. 305 – 312.
3. ITU 2018. ITU-T Recommendation Y.4500.15/Q.3955. oneM2M - Testing framework. ITU. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4500.15-201803-I
4. ITU 2020. ITU-T Recommendation Q.4062. Framework for Internet of things testing. ITU. https://www.itu.int/rec/T-REC-Q.4062/en
5. Наралиев Н.А., Самаль Д.И. Обзор и анализ стандартов и протоколов в области интернет вещей. Современные методы тестирования и проблемы информационной безопасности IoT // International Journal of Open Information Technologies. 2019. №8.
6. Долгушев Р.А., Киричек Р.В., Кучерявый А.Е. Обзор возможных видов и методов тестирования интернета вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. N 2. С. 1–11.
7. Наралиев Н.А., Самаль Д.И. Обзор и анализ стандартов и протоколов в области интернет вещей. Современные методы тестирования и проблемы информационной безопасности IoT // International Journal of Open Information Technologies. 2019. №8.
8. Долгушев Р.А., Киричек Р.В. Разработка моделей и методов тестирования устройств и приложений интернета вещей на базе модельной сети // материалы Седьмой международной научной конференции: в 4 томах / Под ред. С.В. Бачевского, Санкт-Петерьург, 2018 г. М.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. С. 299-304.

Avakyan Y., Kirichek R.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Methodology for Testing Devices and Applications of the Internet of Things.
The article discusses the methodology for testing IoT devices and applications. Testing is essential to improve the reliability and performance of IoT devices and applications. To determine the test criteria and draw up a methodology, the existing recommendations describing various approaches to testing the Internet of Things were studied. The methodology presented in this article is based on the recommendations of ITU-T Q.4062 "Framework for IoT Testing" and ITU-T Y.4500.15 / Q.3955 oneM2M - Testing framework. The considered methodology can be used to develop systems for complex testing of devices and applications of the Internet of Things.

Key words: Internet of things, testing methodology, quality of service.

УДК 004.02
ГРНТИ 49.01.75

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА КОНТАКТ-ЦЕНТРЫ

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

Для прогнозирования нагрузки на контакт-центры зачастую используются методы, основывающиеся на усреднении показателей тренда, уровня и сезонности. Но в условиях быстрого увеличения или снижения нагрузки эти коэффициенты не отражают в полной мере появившуюся динамику, что делает прогнозирование недостаточно эффективным. В то же время применение комбинации методик машинного обучения позволит своевременно корректировать прогноз, увеличивая его точность. В данной работе предложен метод использования комбинации регрессии и алгоритмов обучения с подкреплением.

прогнозирование нагрузки, машинное обучение, регрессия, обучение с подкреплением, OSS/BSS

В качестве основных инструментов прогнозирования нагрузки на контакт-центры (КЦ) сейчас используется методы на подобии тройного экспоненциального сглаживания. Такие методы одновременно весьма эффективны для не долгосрочных прогнозов и достаточно просты в реализации. В их основе лежит принцип усреднения данных по трем основным (или более) компонентам: тренд, уровень и сезонность. Например, для составления прогноза на месяц, как правило, учитывают:

- уровень обращений за последний месяц (количество обращений в конкретный временной интервал);
- предполагаемый тренд (общая наблюдаемая тенденция увеличения или уменьшения количества обращений);

- влияние сезонных факторов (исторические наблюдения о увеличении или уменьшении количества обращений относительно среднего за месяц) [1].

Поскольку усредняются данные за довольно большой промежуток времени (несколько месяцев, лет), такой прогноз не может быстро отреагировать на резкое увеличение или снижение нагрузки. То есть при достаточно внезапном изменении внешних условий, таком как смена погодных условий, появление проблемы с доступом к сервису, чрезвычайная ситуация, ведущем к изменению числа обращений, используемые коэффициенты недостаточно отразят появившуюся динамику. И быстрое изменение тренда на противоположный отразится в прогнозе лишь через несколько дней.

Важно упомянуть, что для владельца КЦ неблагоприятными являются обе ситуации: и когда фактическое количество обращений ниже прогнозируемого, и когда выше. В первом случае неэффективно используется ресурс операторов КЦ, что ведет к излишним тратам на оплату работы персонала. Во втором случае растет число необработанных обращений, увеличивается время ожидания ответа, что приводит к неудовлетворению клиентов и повышает риск их дальнейшего оттока.

Также важно оговориться, что в рамках данной работы рассматриваются в первую очередь контакт центры, имеющие возможность привлечь дополнительных операторов на несколько часов при необходимости. Такие операторы могут работать из дома и подключаться тогда, когда они нужны, и на столько времени, на сколько нужны. Либо это дополнительные часы подработки для операторов, работающих полную смену. И это может быть также применено в КЦ, предоставляющих свои услуги нескольким компаниям. В таком случае ресурс операторов КЦ перераспределяется между обращениями обслуживаемых компаний.

Под контакт-центром в данной работе подразумевается единый центр сбора поступающих обращений от клиентов. Операторы КЦ принимают и обрабатывают разные виды обращений: голосовые вызовы, письма по электронной почте, сообщения в мессенджерах и чатботах.

Из описанного ранее ясно, что для прогнозирования нагрузки на КЦ нужны новые методы, позволяющие быстро скорректировать прогноз в условиях быстрых изменений. Методы машинного обучения кажутся подходящими для этой задачи.

Машинное обучение – это методики анализа данных, которые позволяют аналитической системе обучаться в ходе решения множества сходных задач, извлекать информацию из исходных данных, выявлять закономерности и принимать решения с минимальным участием человека [2]. Для дальнейшего рассмотрения были выбраны две ветви

машинного обучения: классическое обучение (обучение с учителем) и обучение с подкреплением.

Классическое обучение подходит для работы с простыми данными, характеристики которых понятны, а информация, которая хранится у оператора связи, как правило, представляет собой числа или текст (простые данные), скомпонованные в таблицы (название колонки является ее характеристикой), что полностью подходит для классического обучения. Подходящей для задач прогнозирования в этой группе методов является регрессия.

Задача регрессии – отыскать функцию, описывающую связь между множествами X и Y так, чтобы для известных значений x предсказанные ей значения y были верны. В зависимости от того, является ли искомая функция линейной или нелинейной, регрессия называется одномерной (линейной) или полиномиальной. Если Y зависит от ряда параметров $x_1 \ldots x_i$, говорят о многомерной (криволинейной) регрессии [3].

Для выбора наиболее подходящей функции используется критерий суммы квадратов регрессионных остатков (*SSE — Sum of Squared Errors*): сумма квадратов разности реального значения y и найденного значения y^* должна быть минимальной Он описывается следующей формулой [4]:

$$SSE = \sum_{i=1}^{m} (y_i - y_i^*)^2$$

где y_i – реальное значение функции в i-ой точке множества известных значений x, y^*_i – восстановленное при помощи регрессии значение функции в этой же точке, m – количество известных значений x.

Методы обучения с подкреплением основаны на взаимодействии с окружающей средой. Цель алгоритма при этом подходе – минимизировать количество ошибок на каждом этапе принятия решения. Существует ряд различных алгоритмов, но их суть сводится к следующему [5]:

1. Считывается состояние системы, с которой будет происходить взаимодействие.
2. Предпринимается действие.
3. Считывается новое состояние системы.
4. В зависимости от того, приближает ли новое состояние к искомому (было ли действие полезно) предпринятое действие получает положительное или отрицательное подкрепление.

Такие алгоритмы находят применение в управлении технологическими процессами, в маршрутизации трафика телекоммуникационных сетей, в маршрутизации трафика беспроводных сенсорных сетей.

Применение регрессии для прогнозирования нагрузки на КЦ кажется достаточно перспективным, так как позволяет подобрать достаточно сложные функции для описания числовой последовательности и

предсказания ее продолжения. Однако в условиях резкого изменения нагрузки при его использовании возникнут те же проблемы, что описаны в начале статьи. Это связано с тем, что методы классического обучения не созданы для самостоятельной работы с динамически изменяющейся средой.

В то же время, методы обучения с подкреплением позволяют отслеживать, насколько правильным было принятое решение, но не позволяют проанализировать все возможные варианты развития событий.

В таком случае, логичным кажется создания комбинации двух этих методов, причем такой, что:

1. В момент времени τ на основании данных за предыдущий промежуток T с помощью регрессии определяется некая функция $F(t)$ (где t – время), наиболее полно отображающая характер нагрузки на КЦ.
2. По найденной функции $F(t)$ составляется прогноз на моменты времени $(\tau + 1 \dots \tau + N)$, где N – переменная, определяющая дальность прогноза.
3. В момент времени $\tau + 1$ величина реальной нагрузки сравнивается с прогнозируемым значением $F(\tau)$.
4. На основании сравнения алгоритм обучения с подкреплением определяет дальнейшее действие: либо функция $F(t)$ продолжает использоваться для прогнозирования, либо при помощи регрессии находится новая функция $F^*(t)$, учитывающая значения при τ и $\tau + 1$.
5. При $\tau + 2$ и в дальнейшие моменты времени повторяются шаги 3 и 4.

Задачей следующего этапа исследований является проверка описанного метода прогнозирования нагрузки на КЦ на практике.

Список используемых источников

1. The Latest Techniques for Call Centre Forecasting // Callcenter Helper. 2007. [Электронный ресурс]. URL: https://www.callcentrehelper.com/the-latest-techniques-for-call-centre-forecasting-117394.htm (дата обращения 24.11.2020)
2. Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика. М.: ДМК Пресс. 2018. 418 с.
3. Воронцов К. В. Лекции по алгоритмам восстановления регрессии. . // МГУ. 2007. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ccas.ru/voron/download/Regression.pdf (дата обращения 24.11.2020)
4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Издательский дом «Вильямс». 2007. 912 с.
5. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. The MIT Press. 2015. 352 с.

Belozor A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of the Possibility of Applying Machine Learning to Predict the Load on Contact Centers.

Contact centers often use methods based on averaging trend, level and seasonal components to predict contact center workload. However, under conditions of rapid increase or decrease in the load, these components do not fully reflect the emerging dynamics, which makes forecasting not enough effective. At the same time, a combination of machine learning techniques will allow to correct a forecast in time, increasing its accuracy. In this paper, a method of using a combination of regression and reinforcement machine learning algorithm is proposed.

Key words: load forecasting, machine learning, regression, reinforcement learning, OSS/BSS.

УДК 621.38:535
ГРНТИ 29.31.33

СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ С ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ ДЛЯ ВВОДА СИГНАЛОВ

Н. С. Беляков, С. А. Рогов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Проведен краткий обзор исследований, подтверждающих перспективность применения когерентных оптических процессоров с жидкокристаллическими пространственными модуляторами света на входе для обработки изображений и сигналов. В работах использовались как жидкокристаллические матрицы для видеоаппаратуры, так и специальные жидкокристаллические модуляторы для когерентных систем.

системы когерентной оптической обработки, оптический процессор, оптический анализатор спектра, оптический коррелятор, распознавание образов, устройства ввода информации, жидкокристаллический пространственный модулятор света.

Применение оптических аналоговых процессоров перспективно при решении задач обработки информации, где требуется высокая скорость вычислений при малых габаритах и энергопотреблении процессора. С помощью оптических процессоров могут быть реализованы такие алгоритмы обработки информации, как анализ пространственных спектров изображений, спектральный и корреляционный анализ сигналов, вычислительные процедуры для распознавания образов [1,2].

Быстродействие, разрешающая способность, динамический диапазон, удобство управления и другие параметры процессора в значительной мере определяются его элементной базой, в частности, используемым устройством ввода сигналов в оптическую систему.

Одними из наиболее перспективных входных устройств в настоящее время являются жидкокристаллические пространственные модуляторы света (ЖК ПМС) с электронным управлением и микрозеркальные матричные модуляторы света. Микрозеркальные устройства имеют большую скорость ввода информации в оптическую систему, однако бинарный характер модуляции ограничивает их применение [3]. Жидкокристаллические матрицы характеризуются малыми габаритами и малыми управляющими напряжениями, большим числом пикселов и достаточным для многих применений быстродействием. Они выпускаются серийно для видеоаппаратуры, разработаны и специальные матрицы для когерентных систем. Модуляторы для когерентных систем построены на базе светопропускающих и отражающих микродисплеев [4]. Микродисплеи с технологией LCoS уникальны по разрешению, размеру пикселов и световой эффективности. Компания «Holoeye» предлагает широкий выбор таких ПМС, как амплитудных, так и фазовых. Вид ЖК ПМС (рис.1), выпускаемых фирмой «Holoeye» и параметры двух из них приведены в таблицах 1 и 2.

Рис.1. Пространственные модуляторы компании «Holoeye»

К сожалению, специальные матрицы для когерентных оптических систем очень дороги. Недорогие ЖК матрицы для видеоаппаратуры, не предназначенные для когерентных систем, могут иметь неконтролируемые фазовые неоднородности, однако среди них довольно большой процент изделий, которые можно использовать для оптической обработки информации.

Когерентные оптические процессоры на основе ЖК матриц, в том числе и на основе ЖК матриц для видеоаппаратуры интенсивно исследовались в последние годы. Была продемонстрирована возможность их применения в схемах оптических анализаторах спектра и корреляторах,

в которых раньше использовались менее перспективные устройства ввода, например, такие, как трубка «Титус».

Таблица 1.
Характеристики фазового модулятора PLUTO-2

Тип дисплея	Отражающая LCOS
Разрешение	1920 × 1080 пикселей
Шаг пикселя	8.00 мкм
Активная область	15.36×8.64 мм
Коэффициент заполнения	93%
Глубина адресации	8 Бит
Частота кадров на входе	60 Гц
Формат сигнала	HDMI-HDTV

Таблица 2.
Характеристики пропускающего модулятора LC-2012

Тип дисплея	LC
Разрешение	1024 × 768 пикселей
Шаг пикселя	36 мкм
Активная область	36.9×27.6 мм
Коэффициент заполнения	55%
Глубина адресации	8 Бит
Частота кадров на входе	60 Гц
Формат сигнала	HDMI-XGA

Большое число строк ЖК ПМС позволило применить их в качестве устройств ввода вместо многоканальных акустооптических модуляторов для улучшения некоторых параметров акустооптических систем обработки сигналов. Был предложен и исследован коррелятор длинных сигналов с растровым вводом в оптическую систему с помощью ЖК матрицы [5-8]. Проводились и проводятся исследования возможности применения работающих в реальном времени оптических процессоров для распознавания образов, в том числе, инвариантном к масштабу и ориентации входных сигналов [9]. В ряде университетов разработаны и используются в учебном процессе действующие макеты оптических процессоров с ЖК ПМС на входе [10]. Рассматривается возможность увеличения быстродействия ЖК ПМС за счет параллельного ввода сигналов в матрицу [11,12]. Реализация такой возможности позволит еще увеличить скорость работы оптических систем обработки информации.

Проведенные исследования подтверждают перспективность применения когерентных оптических процессоров с

жидкокристаллическими пространственными модуляторами на входе для обработки сигналов и изображений.

Список используемых источников

1. Кейсесент Д. Оптическая обработка сигналов // Оптическая обработка информации. Применения / Под ред. Кейсесента Д. М.: Мир, 1980. 349 с.
2. Евтихиев Н.Н, Евтихиева О.А., Компанец И.Н. и др.// Информационная оптика / Под ред. Евтихиева Н.Н. - М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 610 с.
3. Н.Н. Евтихиев, Д.С. Гончаров, Р.С. Стариков, Н.А. Сравнение микрозеркального и фазового жидкокристаллического ПВМС как устройств ввода инвариантного оптико-цифрового коррелятора изображений. //Сборник научных трудов. М.: НИЯУ МИФИ 2020. № 9. С. 673.
4. Пространственные модуляторы света HOLOEYE. [Электронный ресурс]: - Научные решения - Электронные данные. Режим доступа: URL.: https://in-science.ru, свободный – (дата обращения 17.11.2020).
5. Kuzmin M. S., Rogov S.A. Spatial light modulator based on liquid-crystal video projector matrix for information processing systems // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). 2013. V.22. No. 4. P. 261-266.
6. Кузьмин М.С., Рогов С.А. Оптический фурье-процессор с жидкокристаллическим устройством ввода информации // Оптический журнал. 2015. Т.82. №3. С.23-29.
7. Кузьмин М.С., Рогов С.А. Анализатор свернутого спектра с жидкокристаллическим устройством ввода сигналов // Письма в ЖТФ. 2014. Т.40. № 15. С. 1-5.
8. Кузьмин М.С., Рогов С.А. Обработка одномерных сигналов с растровым вводом в двумерных оптических корреляторах // ЖТФ. 2015. Т.85. Вып.4. С156-158.
9. Евтихиев Н.Н., Стариков С.Н., Проценко Е.Д. и др. Макет инвариантного коррелятора с использованием жидкокристаллических пространственно-временных модуляторов света//Квантовая электроника. 2012, С. 1039-1041.
10. Сайт Кэмбриджского университета. [Электронный ресурс]: - Исследования - Электронные данные. Режим доступа: URL.: https://www.cam.ac.uk, свободный – (дата обращения 17.11.2020).
11. Kuzmin M. S., Rogov S.A. // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). 2016. V.25. No. 2. P. 114–117.
12. Кузьмин М.С., Рогов С.А. //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Межд. конф.; сб. науч. ст. / Под. ред. С. В. Бачевского; СПб.: СПбГУТ, 2019. Т. 1. С. 631-640.

Belyackov N., Rogov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Optical Information Processing System of the Liquid Crystal Matrix to the Input Signals.

A brief review of studies confirming the prospects of using coherent optical processors with liquid-crystal spatial light modulators at the input for image and signal processing is carried out. We used both liquid crystal matrices for video equipment and special liquid crystal modulators for coherent systems.

Key words: ***optical processing systems, optical processor, optical spectrum analyzer, optical correlator, pattern recognition, information input devices, liquid crystal spatial light modulator.***

УДК 004.942
ГРНТИ 49.33.29

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЕГОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КАНАЛОВ С ШУМОМ

М. В. Бочаров, К. А. Ахрамеева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В рамках современного обмена информацией стоит задача обеспечения передачи и хранения данных безопасным способом. Общедоступные системы связи не обеспечивают в полной мере безопасность информации из-за возможности перехвата или ее искажения. Одним из наиболее перспективных способов для обеспечения конфиденциальности передаваемых данных является применение методов цифровой стеганографии, позволяющих сохранить в тайне сам факт передачи информации для нелегитимных пользователей. Так называемые стегосистемы применяют различные методы и алгоритмы для вложения и извлечения конфиденциальной информации в цифровые объекты или, в терминах стеганографии, покрывающие объекты. Наибольший интерес представляют стегосистемы на основе каналов с шумом, т.к. они позволяют обеспечить более высокий уровень секретности. В настоящей работе приведены результаты моделирования стегосистемы на основе каналов с шумом, а также предложены способы улучшения методов стегоанализа таких стегосистем.

стеганография, стегоанализ, безопасность, стегосистемы на основе каналов с шумом, компьютерное моделирование, wavelet преобразование

Информационный сигнал в стегосистемах на основе каналов с шумом (СГС-Ш) передается по естественному каналу с шумом, в результате, перед атакующим, стоит задача статистически отличить сигнал без вложения и с вложением после прохождения по каналу связи.

В качестве покрывающего объекта используется аудио сигнал (АС). Отправитель генерирует с помощью стегоключа псевдослучайную последовательность (ПСП). Исходный АС представляется в виде последовательности отсчетов, а ПСП определяет отсчеты аудио сигнала, в которые будет производиться вложение. Алгоритм вложения представлен в соответствии с формулой (1):

$$\forall n = 1,2 \ldots N_0 : C_w(n) = C(n) + (-1)^b \cdot \sigma_w \cdot \pi(n), \qquad (1)$$

где C(n) – n-ый отсчет аудио - покрывающего объекта (ПО), π(n) – гауссовская ПСП с математическим ожиданием μ=0 и дисперсией σ^2 =1, σ_w – коэффициент глубины вложения, b = (0,1) – значение информационного бита.

После прохождения по каналу с ГБШ сигнал принимает вид, описанный в соответствии с формулой (2).

$$\forall n = 1,2,\ldots N_0 : C'_w(n) = C_w(n) + \xi(n), \quad (2)$$

где ε(n) – последовательность отсчетов ГБШ с μ = 0, i.i.d. и с дисперсией σ^2.

Оптимальное решающее правило для проведения атаки с целью извлечения вложенной информации основывается на том, что стегоаналитик обладает исходной версией ПО. Поэтому полученный сигнал предварительно обрабатывается (3).

$$\tilde{C}_w = C'_w - C(n) \quad (3)$$

После предварительной обработки стегоаналитик тестирует две гипотезы. Первая гипотеза: если значение дисперсии полученного шума находится в пределах значения дисперсии шума в канале связи, то принимается решение об отсутствии вложения. Вторая гипотеза о наличии вложения в ПО задается обратными условиями. Тестирование гипотез при больших значениях N_0 выполняется при помощи критерия относительной энтропии. Для информированного декодера вероятность ошибки при извлечении информации для легитимных пользователей СГС определяется с помощью вычисления интегральной функции (4).

$$P_e = Q\left(\frac{|E\{\lambda\}|}{\sqrt{Var\{\lambda\}}}\right), \quad (4)$$

где $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_x^{\infty} e^{\frac{t^2}{2}} dt$, $E\{\lambda\}$- математическое ожидание λ, $Var\{\lambda\}$- дисперсия λ.

Для легального пользователя алгоритм извлечения заключается в нахождении разности между значениями отсчетов с вложением и значениями отсчетов исходного ПО. Вычисление при этом производится для тех отсчетов, для которых значение ПСП соответствует единице. ПСП в случае декодера генерируется при помощи передаваемого получателю стегоключа.

С точки зрения качества ПО без вложения после прохождения канала с шумом характеризуется при помощи отношения сигнал/шум (5).

$$\eta_c = \frac{\sigma_c^{\ 2}}{\sigma_\varepsilon^{\ 2}}, \quad (5)$$

где $\sigma_c^2 = Var(C(n)), n = 1,2,\ldots, N_0$, а $\sigma_\varepsilon^2 = Var(\xi(n)), n = 1,2,\ldots N_0$.

В работе [1] было установлено, что для обеспечения необходимого уровня безопасной передачи информации с точки зрения критерия относительной энтропии для СГС на основе гауссовского канала с шумом значение отношения сигнал/шум для ПО без вложения должно быть практически идентичным значению отношения для ПО с вложением. Поэтому для безопасной передачи секретной информации уровень вкладываемого сигнала должен быть очень низким, что на практике для передачи цифровых сигналов оказывается трудно реализуемым. Эта проблема решается модификацией рассмотренной СГС.

В СГС-Ш с рассредоточением во времени (СРВ) вложение секретного сообщения производится с определенной вероятностью, а каждый информационный бит передается при помощи N_0 последовательных отсчетов. Алгоритм вложения может быть формализован при помощи выражения (1).

$$\forall n = 1,2,\ldots N, C_w(n) = \begin{cases} C(n) + (-1)^b \cdot \sigma_w \cdot \pi(n), P = P_0 \\ C(n), P = 1 - P_0 \end{cases}, \qquad (1)$$

где $P_0 = \frac{N_s}{N}$, N_s – количество отсчетов с вложением, $N_s < N$, $\pi(n)$ – ПСП, сгенерированная на основе стегоключа k, $n=1,2,\ldots N_s$.

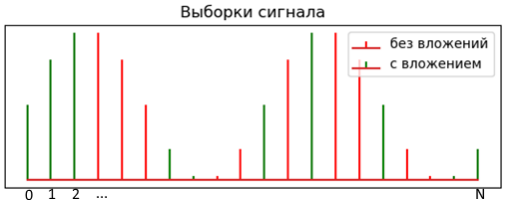


Рис. 1. Выборки отсчетов сигнала в СГС с рассредоточением во времени

Из рисунка 1 следует, что в СГС СРВ вложение одного бита информации осуществляется в несколько отсчетов, устанавливаемых ПСП $\pi(n)$, при этом изменение значения отсчета аудио сигнала происходит с вероятностью P_0. В результате работы алгоритма для вложения информации общее количество вложенных бит m соответствует $m = N_s / N_0$.

Алгоритм извлечения информации для СГС СРВ соответствует выражению (4) для информированного декодера, т.к. легальный пользователь обладает стегоключом k и может в точности определить отсчеты с вложением. Вероятность ошибки при извлечении в этом случае определяется с помощью выражения (4). Т.к. атакующий не обладает стегоключом k, но имеет доступ к ПО C(n), то для определения факта вложения ему необходимо произвести статистический анализ и протестировать две гипотезы аналогично тому, как это производилось в случае исходной СГС-Ш.

СГС СРВ может считаться необнаруживаемой, если количество отсчетов с вложением будет: $N_s \approx \sqrt{N}$, тогда значение вероятности P→0.5, что соответствует случайному угадыванию.

Извлечение сообщения легальным пользователем выполняется, как и в случае исходной СГС, однако получатель должен знать количество переданных отправителем бит m для расчета параметров N_0 и P_0, которые используется при декодировании для «отсечения» повторяющихся N_0 раз бит информации.

```
WHILE (NOT end_of_audio_file_reached) DO
    <calculate mean of audio signal>
    <calculate average power of signal in db>
    <calculate power of noise with needed SNR>
    <convert noise power from db to watts>
    <calculate noise standart deviation by noise power>
    <calculate message power in watts with needed MNR>
    <calculate message standart deviation>
    WHILE (NOT end_of_samples_reached) DO
        <generate noise sample>
        IF (PSP_bit_equals_1 AND NOT(message_bit_is_last))
        <generate random number [0,1] for probability>
            IF (random_number <= defined_probability)
                <generate message_signal by message standart deviation and depth>
                stego_object = audio_signal + message_signal
    DONE
DONE
```

Рис. 2. Псевдокод метода вложения информации

ТАБЛИЦА 1. Сравнение эффективности вложения при различных параметрах

N	N_0	$\eta_{w,\ дБ}$	N_s	m	P_0	Битовые ошибки
1308328	230	23	174489	200	0.500	0
	973	20		128	0.133	0
	980	13		180	0.100	101
11502720	300	26	1533279	350	0.100	23
	973	20		128	0.133	0
	1000	13		190	0.100	198

Для создания программной модели такой СГС использовался язык программирования *Java* и библиотека *javax.sound.sampled* для работы с звуковыми отсчетами. Псевдокод части программы, реализующий вложение информации приведен на рисунке 2. Результаты моделирования приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что при высоких значениях отношения шум/сигнал для пары шум-вложение, количества передаваемых бит и при низких значениях вероятности вложения количество битовых ошибок

растет, следовательно, вероятность ошибки при извлечении увеличивается, следовательно, работа модели соответствует теории. Модель СГС-Ш СРВ в случае информированного декодера не позволяет определить вложение визуально (рисунок 2), кроме того стегоанализ с использованием статистических методов является вычислительно трудной задачей [2].

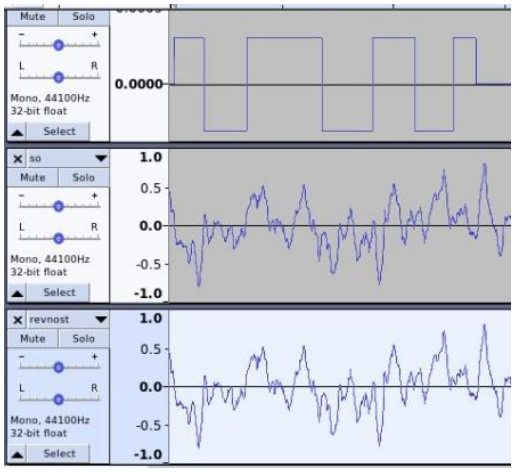


Рис. 3. Визуальный метод анализа (ПСП, ПО с вложением, аудио без вложения)

В дальнейших работах предполагается использовать *wavelet*-преобразования с целью проверки модели на устойчивость к стегоанализу. Принцип использования *wavelet*-преобразований можно характеризовать следующим образом: для отображения из временной в частотную область выбирается некоторая *wavelet* функция, ограниченная на небольшом промежутке частот, затем строится ортогональная система таких функций и задается обобщенный ряд Фурье. С помощью математических свойств *wavelet*-преобразований можно производить визуальный анализ с различным разрешением, изменяя масштабные коэффициенты *wavelet*-функций [3]. Благодаря данному свойству существует перспектива использования *wavelet*-преобразования для визуального анализа СГС-Ш.

Список используемых источников

1. Korzhik, V. A stegosystem with blind decoder based on a noisy channel / V. Korzhik, G. Morales-Luna, K. Nebaeva, M. Alekseevs // 18th International Conference, Digital Signal Processing, 2013. – P. 1–5.

2. Fridrich, J. Steganography in Digital Media: Principles, Algoritms and Applications / J. Fridrich. – 2010. – 441 c.

3. Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана. Анализ сигналов на основе вейвлет-преобразования [Электронный ресурс] – Режим доступа: // https://ru.bmstu.wiki/Анализ_сигналов_на_основе_вейвлет-преобразования

Bocharov M., Akhrameeva K.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Mathematical Modeling of Stegosystem Based on Noise Channels.

The article discusses the main existing existing models of noise channel stegosystems. A characteristic of a stegosystem based on a Gaussian channel and its modification with time dispersion is given. Modeling of a stegosystem and the possibility of improving the methods of steganalysis for noise channel stegosystems are considered.

Key words: steganography, stegoanalysis, security, noise channel stegosystems, computer modelling, wavelet transform

УДК 004.056.55; 535.14
ГРНТИ 81.93.29

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОКОЛА BB84 ДЛЯ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ (QKD)

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

Работа посвящена рассмотрению возможности применения протокола BB84 для реализации метода квантовой криптографии, известного как квантовое распределение ключей (Quantum Key Distribution). Описывается алгоритм квантового протокола BB84, а также анализируется уровень безопасности, который обеспечивает данный протокол. Даётся представление о модификации протокола BB84 – decoy-state, как о способе борьбы с атакой расщепления числа фотонов.

квантовое распределение ключей, QKD, протокол BB84, состояния-ловушки, PNS-атака

Коммуникационные сети будущего должны предоставлять улучшенные функции защиты от возможных атак, которые могут быть реализованы с помощью технологий квантовых вычислений. Одним из возможных решений является разработка сетей, которые позволяют любым двум пользователям не только обмениваться данными, но и совместно использовать биты секретного ключа с помощью метода *квантового распределения ключей*. Технология *QKD* коммерчески доступна сегодня и используется для обмена секретными ключами между пользователями, подключенными по оптоволокну [1] или в свободном пространстве [2].

QKD позволяет двум удаленным пользователям, Алисе и Бобу, обмениваться секретными ключами, которые могут быть использованы для шифрования и дешифрования данных. Первый метод *квантового распределения ключей* был представлен Беннеттом и Брассаром в 1984 году и получил название *протокола BB84*, в котором одиночные фотоны несли ключевую битовую информацию от Алисы к Бобу [3].

Схема работы *протокола BB84* приведена на рис. 1: передача информации осуществляется от отправителя (Алисы) к получателю (Бобу), и любая попытка подслушивания злоумышленником (Евой) всегда будет обнаружена, благодаря фундаментальным законам физики, которые были подробно рассмотрены в предыдущем исследовании [4]. По открытому каналу передаётся служебная информация классическими методами. По квантовому каналу – фотоны, в которых кодируются шифровальные ключи.

Протокол BB84 базируется на использовании дискретных переменных, таких как поляризация одиночных фотонов. Предполагается, что фотон может быть поляризован в одном из четырех возможных направлений, т. е. 0º, 45º, 90º или 135º.

Рис. 1. Схема работы протокола BB84

Кроме того, необходимо согласование представления битов для ориентации фотонов. В приведенной ниже таблице 1 видно, что если фотон находится вертикально или наклонен на 45º, то его соответствующее двоичное представление будет равно «0». Одновременно все горизонтальные фотоны или под наклоном 135º будут представлены «1».

ТАБЛИЦА 1. Символьные и битовые представления фотона в протоколе BB84

Поляризация	0º	45º	90º	135º
Символическое представление	I	/	-	\
Битовое представление	0	0	1	1

В *протоколе BB84* используются две пары состояний, и они всегда сопряжены друг с другом. Состояния внутри одной пары ортогональны друг другу и известны как базис. Существуют следующие ориентации

базисов: прямолинейный базис (вертикальный – 0º и горизонтальный – 90º) и диагональный базис (наклон 45º и 135º) [5]. Система также должна быть оснащена двумя поляризационными фильтрами. Прямолинейный фильтр обозначается «+», а диагональный – «X», как показано в таблице 2. Прямолинейный фильтр обнаруживает правильно прямолинейно-ориентированные фотоны, а диагональный фильтр – диагонально-ориентированные фотоны

ТАБЛИЦА 2. Сценарии фильтрации в протоколе BB84

Вход	Фильтр	Выход
I или -	X	\ или /
\ или /	+	I или -

Таким образом, можно сформулировать пять последовательных шагов, необходимых для обеспечения безопасного обмена ключами в *протоколе BB84*, с гарантией отказа от секретного ключа на любом этапе.

1. Фотоны поляризуются с помощью сопряженных базисов (прямолинейными/диагональными).
2. Поляризованные фотоны могут быть использованы для передачи информации, если каждой поляризации, генерируемой базисом, присваивается значение «0» или «1» (то есть один фотон может нести один квантовый бит (кубит) информации), и эти кодировки согласовываются между Алисой и Бобом, прежде чем они попытаются обменяться квантовыми состояниями.
3. Алиса может производить фотоны с разными видами поляризации и, используя генератор случайных чисел, базис для каждого фотона выбирается случайным образом и посылает поток случайно поляризованных фотонов Бобу для измерения.
4. Происходит обмен необработанными ключами: Боб должен обнаружить и измерить поляризации. Приемник пропускает фотоны через фильтры, изменяя их первоначальную поляризацию, счетчик фотонов записывает результаты. Так как Боб не знает, какую основу Алиса использовала для каждого фотона, он может только установить свои принимающие базисы случайным образом. Если он выбирает правильно, поляризация записывается точно, если он выбирает неправильно, то результатом является случайная поляризация, соответствующая его (не Алисы) выбору базиса, при этом вся информация о начальной поляризации фотона теряется.

- Заключительный этап – это фильтрация ключей, которая осуществляется по общедоступному классическому каналу, где Алиса и Боб транслируют свой выбор базиса для каждого фотона. Так как это только основа, которая публично обсуждается, ключевая информация не может быть получена Евой. Базисы сравниваются, и любой фотон,

который был обработан с использованием несоответствующих базисов, отбрасывается из исходного ключевого материала. Процесс фильтрации в среднем оставляет половину обмененных кубитов все еще доступных для использования в конечном секретном ключе.

В *протоколе BB84* предполагается, что Алиса использует однофотонный источник. Однако на практике альтернативным источником является сильно ослабленный лазер, который создает слабокогерентные состояния [6]. Проблема с использованием таких источников заключается в возможности испытать атаку расщепления числа фотонов (*PNS-атаку*), поскольку каждый импульс может содержать более одного фотона. То есть, Ева может измерять число фотонов каждого сигнала, испускаемого Алисой, и избирательно подавлять однофотонные сигналы. Ева расщепляет многофотонные сигналы, сохраняя одну копию для себя и посылая одну копию Бобу. Поскольку у Евы теперь есть идентичная копия того, что есть у Боба, безусловная безопасность системы *QKD* полностью скомпрометирована. Ева может точно измерить состояние фотона, не позволяя обнаружить своё присутствие. Таким образом происходит *PNS-атак*а Евы в стандартном *протоколе BB84*, в котором гарантируется безопасность только сигналов, исходящих из одиночных фотонных импульсов, испускаемых Алисой. Для борьбы с *PNS-атакой* была предложена техника *состояний-ловушек* (decoy-state) [7]. Ключевым моментом идеи *состояний-ловушек* является то, что Алиса готовит набор дополнительных *состояний-ловушек*, в дополнение к стандартным состояниям *протокола BB84*. Эти *состояния-ловушки* используется только для обнаружения подслушивающих атак, в то время как стандартные состояния *протокола BB84* используются только для генерации ключей. Единственное различие между *состояниями-ловушками* и стандартными состояниями *протокола BB84* заключается в их интенсивности, т. е. в распределении фотонных чисел.

Учитывая, что одиночные фотонные импульсы в *квантовом распределении ключей* являются единственными исходными импульсами, вносящими вклад в безопасную скорость передачи битов, формула (1) для определения скорости генерации ключей будет выглядеть следующим образом [8]:

$$R \geq q\{Q_\mu f(E_\mu) H_2(E_\mu) + Q_1[1 - H_2(e_1)]\}, \quad (1)$$

где индекс μ – среднее число фотонов в сигнальном импульсе (интенсивность), Q_μ – коэффициент усиления состояний сигнала, E_μ – частота квантовых битовых ошибок (QBER) состояний сигнала, Q_1 – коэффициент усиления одиночных фотонных состояний, e_1 – частота ошибок в однофотонных состояниях, $f(x)$ – скорость коррекции ошибок, q – базисный коэффициент просеивания, который приближается к 1 в эффективном *протоколе BB84* [9] и задается формулой (2):

$$q = {}^{1}/_{2}\,[{}^{N_s}/_{N}], \quad (2)$$

где N – общее число импульсов, отправленных Алисой в эксперименте, N_s –число импульсов, которые используются в качестве состояний сигнала, когда Алиса и Боб выбирают один и тот же базис.

$H_{2(x)}$ - двоичная информационная функция Шеннона:

$$H_2(x) = -x\log_2(x) - (1-x)\log_2(1-x).$$

Q_μ и E_μ, а также усиление *состояния-ловушки* Q_ν и его частота ошибок E_μ могут быть измерены непосредственно в экспериментах.

Таким образом, конечная скорость генерации секретного ключа зависит от самой системы *QKD*, предположений о безопасности и фактической нагрузки сети [10]. Ключ в *протоколе BB84*, усиленном *состояниями ловушек,* защищен от всех типов атак, включая *PNS-атаку*, следовательно, ложные импульсы улучшают безопасность и производительность *QKD* [11]. При тех же условиях оригинальный *протокол BB84* не давал бы безопасного ключа. Учитывая, что важнейший вопрос в *квантовом распределении ключей* – это безопасность, использование *состояний-ловушек* в *протоколе BB84* позволяет обнаруживать атаки злоумышленников, обеспечивая требуемый уровень конфиденциальности.

Список используемых источников

1. Patel K. A., Dynes J. F., Lucamarini M., Choi I., Sharpe A. W., Yuan Z. L., Penty R. V., Shields A. J. Quantum key distribution for 10 Gb/s dense wavelength division multiplexing networks // Applied Physics Letters. 2014. Vol. 104, No. 5, p. 051123.

2. Schmitt-Manderbach T., Weier H., Furst M., Ursin R., Tiefenbacher F., Scheidl T., Perdigues J., Sodnik Z., Kurtsiefer C., Rarity J. G., Zeilinger A., Weinfurter H. Experimental demonstration of freespace decoy-state quantum key distribution over 144 km // Phy. Rev. Lett. 2007. Vol. 98, No. 1, p. 010504.

3. Bennett C. H., Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing // International Conference on Computer System and Signal Processing, IEEE. 1984. pp. 175–179.

4. Вершинина К. В., Салтыков А. Р. Применение квантового распределения ключей (QKD) в сетях WDM PON // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: материалы IX междунар. н-т и н-м конф., СПб, 26-27 февр. 2020 г. СПб.: СПбГУТ, 2020. Т. 1. с. 225-230. ISBN 978-5-89160-197-0. URL: http://apino.spbgut.ru/ (дата обращения: 19.11.2020).

5. Archana B., Krithika S. Implementation of Noise Immune QKD using BB84 Protocol In Time Division Multiplexing – Passive Optical Networks // International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication. 2015. Vol. 3, No. 4, pp. 1854–1859.

6. Lo H. -K., Ma X., Chen K. Decoy State Quantum Key Distribution // Physical Review Letters. 2005.Vol. 94, No. 23, p. 230504.

7. Hwang W.-Y. Quantum key distribution with high loss: toward global secure communication // Physical Review Letters. 2003. Vol. 91, No. 5, p.057901.

8. Ali S., Saharudin S., Wahiddin R. Decoy State Quantum Key Distribution // IIUM Engineering Journal. 2009. Vol. 10., No.2, pp.81-86.

9. Lo H.-K., Chau H.-F., Ardehali M. Efficient quantum key distribution scheme and a proof of its unconditional security // Journal of Cryptology. 2005. Vol. 18, No. 2, pp. 133–165.

10. Martinez-Mateo J., Ciurana A., Martin V. Quantum Key Distribution Based on Selective Post-Processing in Passive Optical Networks // IEEE photonics technology letters. 2014. Vol. 26, No. 9, pp. 881–884.

11. Dixon A. R., Yuan Z. L., Dynes J. F., Sharpe A. W., Shields A. J. Gigahertz decoy quantum key distribution with 1 Mbit/s secure key rate// Optics Express. 2008. Vol. 16, No. 23, pp. 18 790–18 979.

Vershinina X.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Application of BB84 Protocol in Quantum Key Distribution.

The research considers the possibility of applying the protocol BB84 to implement the quantum cryptography method known as Quantum Key Distribution. The algorithm of the quantum protocol BB84 is described, and the security level of the one provides is analyzed. The article also considers the modification of the BB84 protocol – decoy-state as an opportunity to resist the photon number splitting attack.

Key words: quantum key distribution, QKD, protocol BB84, decoy-states, PNS-attack.

УДК 004.7, 621.391
ГРНТИ 49.01.21

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ В РАДИОСЕТЯХ

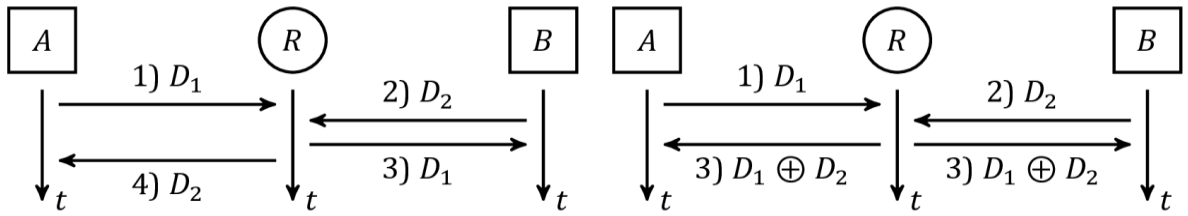
С. С. Владимиров, А. С. Гутовский, В. В. Малашерифов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Работа представляет структуру лабораторного стенда для исследования методов сетевого и помехоустойчивого кодирования в радиосетях. Выполнен выбор аппаратной конфигурации узлов и устройства для создания преднамеренной помехи стенда с учетом особенностей исследований. Предложены дополнительные сценарии работы стенда при проведении исследований в рамках выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Представлены направления дальнейшего развития стенда.

лабораторный стенд, измерения в радиосетях, LoRa, сетевое кодирование, помехоустойчивое кодирование

Различные виды кодирования играют важную роль в современных системах передачи данных. Проводные и беспроводные системы передачи уже многие десятилетия используют множество способов кодирования: линейное и канальное кодирование для представления двоичных данных в вид удобный для передачи по каналам связи; помехоустойчивое кодирование для борьбы с ошибками и влиянием помех; скремблирование для придания передаваемым данным свойств псевдослучайности и повышения безопасности передачи и другие. Разрабатываются новые перспективные способы кодирования передаваемых данных, позволяющие уменьшить задержку передачи. К таким перспективным способам относится сетевое кодирование.

Сетевое кодирование основано на формировании линейных комбинаций пакетов данных при помощи поразрядного сложения по модулю 2 на промежуточных узлах сети передачи данных (ПД), с последующей расшифровкой этих пакетов на оконечных узлах (узлах-получателях) [1-3]. Это преобразование позволяет передать данные из двух или более узлов, заменяя последовательную передачу на одновременную. В частности, это обеспечивает уменьшение задержки при передаче данных в радиосети с ретрансляцией пакетов [4-6]. На рис. 1 представлен принцип сетевого кодирования в радиосети [7].



а) б)

Рис. 1. Сетевое кодирование в радиосети с ретрансляцией пакетов

В обычном методе без сетевого кодирования, как показано на рис. 1а, для передачи пакетов от узла *A* узлу *B* через центральный узел необходимо 4 кадра. В случае использования сетевого кодирования, благодаря тому что ретранслятор и узлы выполняют логические операции над пакетами, передача пакетов от узлов занимает всего 3 кадра, как показано на рис. 1б, что позволяет уменьшить задержки передачи. Более того, если при передаче нескольких пакетов применять кодирование с заранее известными получателю коэффициентами, повысится и безопасность передачи, так как определить каждый из пакетов, не зная коэффициентов будет затруднительно [3].

Сетевое кодирование в значительной мере подвержено влиянию помех. Ошибка, появившаяся в сообщениях на любом из участков маршрута, приведет к полной или частичной потере данных. Следовательно, для эффективной реализации систем с сетевым

кодированием необходимо совмещать его с помехоустойчивым кодированием, которое позволит обмениваться информацией в условиях внешних помех. Выбор методов помехоустойчивого кодирования при разработке аппаратного и программного обеспечения систем передачи данных (СПД) требует проведения предварительного численного моделирования, которое позволяет оценить, насколько тот или иной метод кодирования удовлетворяет требованиям технического задания на разработку системы передачи.

Для наглядной демонстрации, изучения и исследования принципов сетевого и помехоустойчивого кодирования авторами разработана структура лабораторного радиостенда, моделирующего топологию с ретрансляцией пакетов и состоящего из двух приемопередающих узлов и центрального узла-ретранслятора с применением внешнего источника радиопомех. Обобщённая блок-схема стенда показана на рис. 2.

Рис. 2. Блок-схема лабораторного радиостенда

Каждый узел стенда содержит управляющий микроконтроллер с радиомодулем и интерфейс для подключения к ЭВМ по проводному и/или беспроводному каналу ввода-вывода (I/O).

В качестве управляющего микроконтроллера использован модуль ESP32 компании Espressif Sysmems на основе 32-разрядного микроконтроллера с тактовой частотой 240 МГц, поддерживающий аппаратные интерфейсы, необходимые для работы с приемопередатчиками и подключения периферийных модулей: запоминающего устройства для хранения настроек и записи результатов экспериментов, дисплея для вывода оперативных данных и клавиатуры для непосредственного управления узлом. Взаимодействие с управляющей ЭВМ предполагается через стандартные проводные стыки интерфейсов UART и USB а также по беспроводной сети Wi-Fi в частотном диапазоне 2,4 ГГц с использованием веб-интерфейса.

Для организации радиоканалов решено использовать радиомодуль LoRa Ra-02 компании Ai-Thinker на основе чипа Semtech SX1278, подключенный к микроконтроллеру по интерфейсу SPI и оснащенный разъемом IPEX для подключения внешней антенны, и радиомодуль Silicon Labs SI4463, использующий тот же интерфейс подключения. Выбранные модули работают в безлицензионном частотном диапазоне LPD (от 433,075 до 434,750 МГц). Использование двух типов радиомодулей,

поддерживающих разные типы модуляции, позволяет проводить эксперименты в различных сценариях использования.

Структура предлагаемого стенда представлена на рис. 3.

Данная лабораторная установка может быть также использована в целях оценки методов защиты данных в радиоканалах от перехвата их третьими лицами. Для того, чтобы использовать лабораторный стенд для подобных исследований, в него необходимо добавить узел, осуществляющий прослушивание радиоэфира.

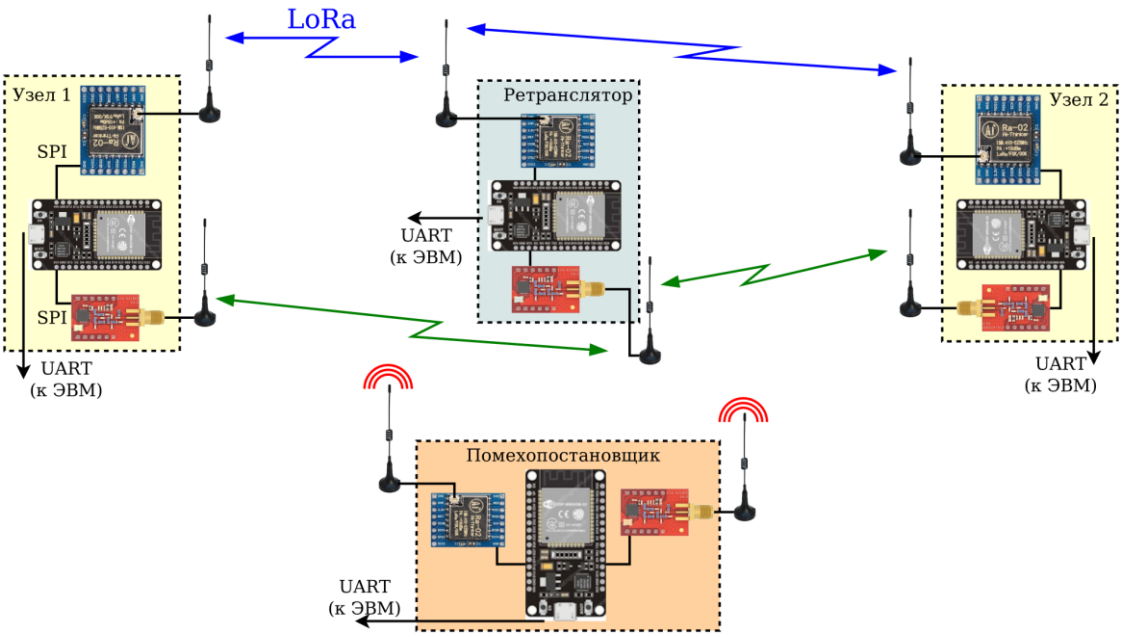


Рис. 3. Структурная схема лабораторного стенда для исследования методов сетевого и помехоустойчивого кодирования

В дальнейшем предполагается расширить возможности стенда, модернизировав центральный ретрансляционный узел до маршрутизирующего узла с добавлением новых оконечных узлов и возможностью задавать маршрутные топологии.

Список использованных источников

1. Ahlswede R., Cai N., Li S.R., Yeung R.W. Network information flow // IEEE Transactions on Information Theory. 2000. Vol. 46. Iss. 4. P. 1204-1216.

2. Fragouli C., Soljanin E. Network Coding Fundamentals // Foundations and Trends in Networking. 2007. Vol. 2. Iss. 1. P. 1-133.

3. Габидулин Э.М., Пилипчук Н.И., Колыбельников А.И., Уривский А.В., Владимиров С.М., Григорьев А.А. Сетевое кодирование // Труды МФТИ. 2009. Т. 1. № 2. С. 3-28.

4. Migabo M.E., Djouani K., Olwal T.O., Kurien A.M. A Survey on Energy Efficient Network Coding for Multi-hop Routing in Wireless Sensor Networks // Procedia Computer Science. 2016. Vol. 94. P. 288-294.

5. Halloush R., Liu H., Dong L., Wu M., Radha H. Hop-by-hop Content Distribution with Network Coding in Multihop Wireless Networks // Digital Communications and Networks. 2017. Vol. 3. Iss. 1. P. 47-54.

6. Amanowicz M., Krygier J. On Applicability of Network Coding Technique for 6LoWPAN-based Sensor Networks // Sensors. 2018. Vol. 18(6). P. 1-20.
7. Yeung R.W., Li S.R., Cai N., Zhang Z. Network Coding Theory, Foundation and Trendsr // Communications and Information Theory. 2005. V. 2. Iss. 4. P. 241–381.

Vladimirov S., Gutovskiy A., Malasherifov V.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Development of a Laboratory Testbed for Researching of Network Coding and Error-Correcting Coding in Radio Networks.
The paper presents the structure of a laboratory testbed for researching methods of network and error-correcting coding in radio networks. The choice of the hardware configuration of the nodes and the noise jammer was made, taking into account the research specifics. There are proposed additional research scenarios in the framework of the implementation of scientific research and development work. The directions of further development of the testbed are presented.

Key words: laboratory testbed, measurements in wireless network, LoRa, network coding, error-correcting coding.

УДК 621.39, 530.182
ГРНТИ 49.44.31

ПОДДЕРЖАНИЕ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ ПО ОДНОМОДОВЫМ ВОЛОКНАМ СО СМЕЩЕННОЙ ДИСПЕРСИЕЙ

С. Ф. Глаголев, В. С. Горсков, С. Э. Доценко

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

В работе проанализирован метод поддержания квазисолитонного режима в одномодовых волокнах с помощью дискретных оптических усилителей. Теоретические расчеты и моделирование позволили получить инженерные формулы и простые рекомендации по выбору параметров эрбиевых оптических усилителей и длины усилительных участков для квазисолитонных волоконно-оптических систем связи.

одномодовое оптическое волокно со смещенной дисперсией, хроматическая дисперсия, фазовая самомодуляция, солитон, квазисолитонный режим, оптический усилитель.

Оптические солитоны – общие сведения

Теоретически процессы распространения оптических импульсов (ОИ) произвольной формы по одномодовым оптическим волокнам (ОМ ОВ)

могут быть описаны с помощью нелинейного уравнения Шредингера (НУШ), которое для ОВ без потерь имеет вид [1-3]

$$i\frac{\partial u}{\partial Z}+\frac{1}{2}\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2}+|u|^2\cdot u=0,\ u(Z,\tau)=N\cdot\frac{E_m(Z,\tau)}{|E_m(0,0)|} \quad (1)$$

где $u(Z, \tau)$ – нормированная комплексная амплитуда напряженности (огибающая ОИ) электрического поля $E_m(Z, \tau)$ световой волны на оси ОМ ОВ, распространяющейся в направлении оси Z; $Z = z / L_D$ – нормированное расстояние вдоль оси ОМ ОВ; L_D –дисперсионная длина; $\tau = T / T_0$ – нормированное время, отсчитываемое от середины ОИ с полушириной T_0; $N^2 = L_D / L_{NL}$, L_{NL} – нелинейная длина; $|E_m(0, 0)|$ – модуль $E_m(Z, \tau)$ на входе ОМ ОВ.

НУШ позволяет решить прямую задачу нахождения формы и спектра любых ОИ на выходе ОМ ОВ с известными параметрами. Решением обратной задачи является нахождение параметров ОИ на входе ОМ ОВ для достижения определенного результата, например для того чтобы ОИ сохранял свою форму при распространении по бесконечно длинному ОВ без потерь. Оказалось, что такой ОИ существует и может распространяться в ОМ ОВ с положительным коэффициентом хроматической дисперсии (ХД) при $N = 1$, то есть при равенстве L_D и L_{NL}. При этом происходит полная компенсация ХД нелинейным эффектом фазовой самомодуляции (ФСМ). ОИ должен иметь форму гиперболического секанса с определенной пиковой мощностью

$$P_{m\Phi}=|\beta_2|/(\gamma\cdot T_0^2). \quad (2)$$

Его назвали фундаментальным солитоном первого порядка ($N = 1$). Его распространение по ОМ ОВ без потерь описывается выражением

$$u(Z,\tau)=\mathrm{sech}(\tau)\cdot\exp(i\cdot Z/2). \quad (3)$$

Пиковая мощность с увеличением расстояния не изменяется, а набег фазы пропорционален расстоянию.

Квазисолитонный режим работы

Учет потерь в реальном ОМ ОВ приводит к тому, что пиковая мощность с увеличением расстояния Z уменьшается и становится недостаточной для поддержания солитонного режима распространения секансных импульсов, которые затухают и расширяются. Можно рассмотреть возможности поддержания квазисолитонного (близкого к солитонному) режима распространения секансных импульсов в ОМ ОВ с потерями с помощью оптических усилителей (ОУ). Они могут быть дискретными, устанавливаемыми в волоконно-оптическом линейном тракте (ВОЛТ) через определенные расстояния L_A и распределенными, основанными на эффекте Рамана, который также называют вынужденным комбинационным рассеянием (ВКР).

Дискретные ОУ

Общая идея метода управления потерями с помощью дискретных ОУ (например, эрбиевых EDFA) состоит в том, чтобы на каждом усилительном участке (УУ) длиной L_A сохранялась средняя величина пиковой мощности равная пиковой мощности фундаментального солитона в ОМ ОВ без потерь (2).

$$\overline{P}_m = P_{m\Phi} = (1/L_A)\int_0^{L_A} P_m(z)\cdot dz\,. \qquad (4)$$

Величина пиковой мощности на входе УУ $P_m(0)$ должна существенно превышать мощность $P_{m\Phi}$ (2). При этом длительность ОИ в начальной области УУ уменьшается с увеличением расстояния за счет преобладания ФСМ, достигает минимума (компенсация ХД), а затем увеличивается до исходной длительности за счет преобладания ХД.

Для уменьшения стоимости квазисолитонной волоконно-оптической системы связи (ВОСС) надо увеличивать длину L_A, но эта длина ограничивается тем, что восстановление формы и пиковой мощности ОИ происходит в EDFA в эрбиевом ОВ длиной несколько метров. В процессе восстановления квазисолитонный ОИ теряет часть энергии в виде рассеянного излучения, которое может накапливаться в ВОЛТ, состоящем из нескольких УУ, до заметного уровня и искажать форму секансного ОИ. Для уменьшения искажений необходимо выбирать L_A в соответствии с условием [1-3]:

$$L_A \le L_D = T_0^2 / |\beta_2|. \qquad (5)$$

Для моделирования процессов распространения секансных ОИ в ВОЛТ (рис. 1), состоящим из N дискретных ОУ, расположенных на расстоянии L_A, можно использовать НУШ в следующей форме [1-3]

$$i\frac{\partial u}{dZ} + \frac{1}{2}\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} + |u|^2\cdot u = -\frac{i}{2}\cdot u\cdot L_D\cdot[\alpha - g(Z)],\ g(Z) = \sum_{m=1}^{N_A} g_m\cdot\delta(Z - Z_m), \qquad (6)$$

где $g(Z)$ – функция дискретного усиления, α – коэффициент затухания ОВ, g_m – усиление ОУ. Для упрощения анализа выполним преобразование [1-3]

$$u(Z,\tau) = \sqrt{p(Z)}\cdot v(Z,\tau), \qquad (7)$$

где $p(Z)$ – быстро меняющаяся (в пределах одного УУ) и $v(Z,\tau)$ – медленно меняющаяся (в пределах ВОЛТ) функции. Подставив (7) в (6), найдем, что $v(Z,\tau)$ удовлетворяет уравнению

$$i\frac{\partial v}{\partial Z} + \frac{1}{2}\cdot\frac{\partial^2 v}{\partial \tau^2} + p(Z)\cdot|v|^2\cdot v = 0, \qquad (8)$$

в котором $p(Z)$ получается решением обыкновенного дифференциального уравнения (ДУ)

$$dp/dZ = [g(Z) - \alpha]\cdot L_D\cdot p\,. \qquad (9)$$

Решение ДУ (9) можно найти аналитически с учетом, что дискретное усиление обеспечивает периодичность функции $p(Z)$. На каждом периоде

эта функция экспоненциально убывает как $p(Z) = p(0)\cdot\exp(-\alpha L_D Z)$, а в конце периода скачком восстанавливает свое начальное значение, то есть $p(0) = p(Z_A) = 1$. Функция $p(Z)$ описывает относительные изменения пиковой мощности импульса между двумя ОУ. Для ОВ с потерями α = 0.25 дБ/км $p(Z)$ на УУ изменяется в 10 раз (на 10 дБ), если L_A =40 км.

В общем случае большие и быстрые изменения энергии квазисолитонного ОИ секансной формы $p(Z)$ сопровождаются изменениями его длительности, формы и испусканием рассеянного излучения. Отметим, что на расстоянии $L_A < L_D$, форма квазисолитонного ОИ и его длительность сравнительно мало меняются, а пиковая мощность при этом меняется существенно. Заменим в (8) функцию $p(Z)$ ее средним значением $\bar{p}$. Введением новой переменной $u = v\sqrt{\bar{p}}$ уравнение (8) сводится к стандартному НУШ (1), полученному для ОМ ОВ без потерь. Одним из его решений является усредненный по длине ОВ солитон.

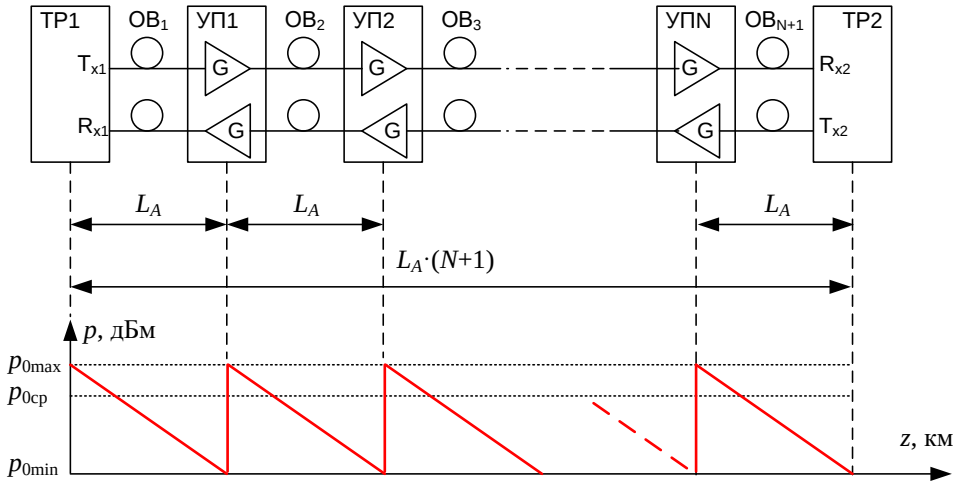


Рис. 1. Схема линейного тракта ВОСС с дискретными ОУ

Определим усиление G для ОУ, необходимое для компенсации затухания на УУ, и среднее значение относительных изменений пиковой мощности $\bar{p}$ на УУ

$$G = \exp(\alpha \cdot L_A),\ \ \bar{p} = (1/\alpha \cdot L_A)\cdot[1-\exp(-\alpha \cdot L_A)] = L_{ef}/L_A, \qquad (10)$$

где L_{ef} - эффективная длина ОМ ОВ с физической длиной L_A.

Далее определим пиковую мощность, необходимую для квазисолитонного режима

$$P_m(0) = P_{m\Phi}/\bar{p} = P_{m\Phi}\cdot\alpha\cdot L_A/[1-\exp(-\alpha\cdot L_A)]. \qquad (11)$$

Моделирование ВОСС с дискретными ОУ показал, что при L_A=L_D и меньше квазисолитонный режим в ВОСС, использующих дискретные ОУ, успешно реализуется для больших расстояний при секансной форме импульсов. При этом изменения мощности в пределах УУ не превышают 3.5 раза, а длительности импульса находятся в пределах ±10%.

Список используемых источников

1. Андреева Е.И., Былина М.С., Глаголев С.Ф., Доценко С.Э., Чаймарданов П.А. Свойства временных оптических солитонов в оптических волокнах и возможность их использования в телекоммуникациях. Части 1-4 // Труды учебных заведений связи. 2018-2019. Т. 4, № 1-3. Т. 5, № 1.
2. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика. М.: Мир, 1996. 323 с.
3. Кившарь Ю.С., Агравал Г.П. Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 648 с.

Glagolev S., Gorskov V., Dotsenko S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Maintaining a Quasi-Soliton Mode of Signal Dissemination through Dispersion-Shifted Single-Mode Fibers.

The paper analyzes a method for maintaining the quasi-soliton regime in single-mode fibers using discrete optical amplifiers. Theoretical calculations and modeling made it possible to obtain engineering formulas and simple recommendations for choosing the parameters of erbium optical amplifiers and the length of the amplifying sections for quasi-soliton fiber-optic communication systems.

Key words: Dispersion-shifted single-mode optical fiber, chromatic dispersion, self-phase modulation, soliton, quasi-soliton mode, optical amplifier

УДК 004.7
ГРНТИ 49.38.49

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМПУСНОГО ТРАФИКА

В. Ю. Гойхман, К. Е. Тарасов

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

Информационные обхекты генерируют все большее количества трафика в инфокоммуникационных сетях. Анализ трафика таких объектов служит основой при проектировании новых сетей и модернизации существующих. Результаты статистического анализа трафика на основе вероятностно-временных характеристик являются важнейшими входными данными при моделировании инфокоммуникационных сетей для типовых информационных обхектов.

трафик, кампус, статистический анализ, NetFlow, характеристики трафика

Анализ трафика является направлением научных исследований, результаты которых имеют существенное значение при принятии решений в различных аспектах отрасли инфокоммуникаций, таких как

планирование развития, управление сетями, обеспечение безопасности, контроль и поддержание заданного уровня качества [1].

Трафик в инфокоммуникационной сети имеет множество параметров [2]. В связи с этим важной задачей для исследования является определение конкретных составляющих, позволяющих наиболее полно описать поведение информационного объекта в глобальной инфокоммуникационной сети. Выбор данных параметров зависит от цели проведения анализа, аппаратных возможностей, узла сбора трафика и его вида.

Двумя основными подходами к анализу трафика в настоящее время, в зависимости от минимальной единицы объекта анализа, является packet-based метод или метод анализа пакетов и flow-based метод или метод анализа потоков. В первом подходе в качестве объекта выступают переданные по сети пакеты. Он подразделяется на глубокий (DPI—Deep Packet Inspection/DPP—Deep Packet Processing) и поверхностный анализ (MPI—Medium Packet Inspection и SPI—Shallow Packet Inspection) [3]. Во втором подходе исследование производится на основе анализа агрегированного трафика [4]. Чаще всего под агрегированным трафиком подразумевают потоки или сессии. Выбор подхода к анализу трафика определяет и прикладные методы проведения исследования, поэтому необходимо рассмотреть преимущества и недостатки каждого из подходов.

К основным достоинствам packet-based подхода можно отнести качество и глубину анализа трафика, разнообразие методов инспекции пакетов, совместимость с оборудованием предыдущих поколений и возможность применения политик для дифференциации трафика.

Недостатками данной технологии можно назвать: низкую реальную производительность, проприетарность технологических реализаций и высокую цену приобретения и содержания систем.

Анализ потоков используется чаще, чем анализ пакетов, так как он предъявляет менее жесткие требования к используемым ресурсам, благодаря снижению объёма вычислений для обработки. Кроме того, в последнее время всё чаще появляются заявления о недопустимости и незаконности глубокого анализа пакетов, т.к. это требует анализа контента и тем самым, может повлечь за собой нарушение тайны переписки. Следствием этого является то, что исследуемый по методу анализа пакетов трафик должен предварительно проходить специальную процедуру «анонимизации». Это также является причиной распространения flow-based методов анализа.

Для анализа сетевого трафика по методу flow-based, обычно используется протокол Netflow, разработанный компанией Cisco Systems, который на данный момент, фактически, является стандартом, поддерживаемым не только Cisco Systems, но и другими ведущими производителями сетевого оборудования [5].

Стоит отметить, что важнейшим аргументом при проектировании и модернизации инфокоммуникационных сетей являются результаты моделирования, входными параметрами для которого являются чаще всего вероятностно-временные характеристики трафика. Для их определения в данной работе используется статистический метод анализа, итогом которого считается получение функций распределения для длительности потока трафика, а также объема данных, передаваемых в нем.

В качестве объекта исследования был выбран трафик, собранный на локальной сети кампуса университета СПбГУТ в течение трех месяцев 2019 года. Сбор трафика производился встроенным в биллинг-систему кампуса СПбГУТ сборщиком потоков NetFlow с настроенными фильтрами параметров данных потоков. Данные сохранялись в виде бинарных файлов, сжатых с использованием технологии zlib, что позволяло осуществлять сбор данных продолжительное время, при это не занимая большого объема серверного хранилища. Далее с помощью встроенного в биллинг-систему скрипта производилось преобразование бинарных файлов в вид CSV-таблиц, удобный для последующей обработки с помощью программных средств.

Для осуществления обработки потоков с целью получения выборок вероятностно-временных характеристик использовался язык программирования Python и библиотеки NumPy, Pandas и Dask. Выбор данных инструментов обусловлен простотой синтаксиса языка Python,а также тем, что вышеуказанные библиотеки являются самыми популярными, удобными и эффективными в задачах обработки массивов данных.

На основании имеющегося опыта можно сформулировать следующие основные этапы действий, которые входят в общую методологию процесса исследования трафика [6]:

1. построение физической модели, обеспечивающей формирование трафика анализируемого приложения в различных режимах и доступ к результирующим данным о трафике;
2. периодический сбор данных о циркулирующем в точке съема трафике, с разделение полученных данных по интервалам и по направлениям передачи;
3. обработка полученных данных, с целью выделения законченных TCP - сессий, определения длительности каждой сессии и объема переданной в каждой из них информации или интервалов времени между поступлением пакетов;
4. рассмотрение полученных значений анализируемых характеристик, как выборки значений случайных величин и построение для каждой из них частотной гистограммы;
5. при помощи выбранных критериев согласия проверка гипотезы об однородности функций распределения, которые могут быть представлены по соответствующим выборкам анализируемых характеристик; В случае положительного результата, полученного с помощью выбранного

статистического критерия, делается вывод об однородности функции распределения, полученных по данным выборок и, соответственно, об устойчивости распределений анализируемой характеристики;

6. на основании имеющихся выборок - построение обобщенной гистограммы. Функция распределения, соответствующая этой гистограмме, является устойчивой характеристикой исследуемой характеристика данного приложения;

7. анализ возможности приближения полученного распределения каким-либо широко используемым "классическим" распределением.

8. сравнение полученного вида распределения с распределениями других, аналогичных по функциям, приложений.

С помощью функций описанных библиотек было произведено считывание потоков NetFlow из CSV-файлов, соответствующих трафику кампуса СПбГУТ за период с сентября по октябрь 2019 года. Далее потоки были сгруппированы по дням, после чего произведен отбор самых часто встречающихся IP-адресов среди полей входящего и исходящего адресов. Таким образом были получены наборы потоков, оказывающих наиболее значимую нагрузку на локальную сеть кампуса. В наборы были включены только внешние адреса, не относящиеся к адресам внутри локальной сети выбранного информационного объекта. На основе имеющихся IP-адресов были определены соответствующие им сетевые приложения.

Таким образом были получены основные тренды, характерные для кампусного трафика.

Для каждого сервиса были построены гистрограммы данных распределений объема и длительности потоков трафика. По полученным гистограммам был сделан вывод об однородности трафика отдельных сервисов в инфокоммуникационной сети кампуса СПбГУТ.

Список используемых источников

1. Н.А. Соколов. Телекоммуникационные сети. – М.: Альварес Паблишинг, 2004.
2. Л.Р. Чупахина, Н.В. Киреева, «Исследование характеристик сетевого трафика», Самара, 2013.
3. Б. С. Гольдштейн, В. С. Елагин, А. А. Зарубин, В. В. Фицов «Методы инспекции пакетов и анализа трафика», учебно-методическое пособие, СПб, 2018.
4. Т. Ю. Лушникова «Использование NetFlow для анализа сетевого трафика», сборник научных статей V международной научнотехнической и научно-методической конференции "Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании", СПб, 2016.
5. RFC 3954 "Cisco Systems NetFlow Services Export Version 9"
6. В. Ю. Гойхман «Современные проблемы исследования инфокоммуникационного трафика» INTERNATIONAL TURKIC WORLD CONGRESS on SCIENCE and ENGINEERING 15.11.2020.

Goikhman V., Tarasov K.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of The Statistic Characteristics of The Campus Traffic.

Information objects generate an increasing amount of traffic in infocommunication networks. Traffic analysis of such objects serves as the basis for designing new networks and upgrading existing ones. The results of statistical analysis of traffic based on probability-time characteristics are the most important input data for modeling infocommunication networks for typical information objects.

Key words: traffic, campus, statistical analysis, NetFlow, traffic characteristics

УДК 621.39
ГРНТИ 59.01.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ОСНОВНЫХ БЛОКОВ ОПТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА

А. С. Дюбов, А. И. Шибанова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Оптический рефлектометр применяется для измерения параметров волоконно-оптических линий передачи и локализации повреждений. Работа прибора основана на зондировании волокна короткими оптическими импульсами с последующей регистрацией и анализом отраженного сигнала и сигнала обратного рассеяния. К функциональным блокам рефлектометра предъявляется ряд противоречивых требований, а сами блоки могут иметь различные варианты реализации. В докладе рассмотрена структурная схема оптического рефлектометра для волоконно-оптических линий связи. Приведены основные технические характеристики представленных на рынке моделей оптических рефлектометров. Кратко рассмотрена работа рефлектометра и требования к функциональным блокам. Предлагаются варианты построения основных блоков оптического рефлектометра с применением современной элементной базы. Рассмотрены типовые технические решения производителей электронных и оптоэлектронных компонентов для построения приборов рефлектометрического типа.

оптический рефлектометр, оптическое волокно, сигнал обратного рассеяния, лавинный фотодиод, усилитель фототока,TIA, APD,OTDR

Действующий стандарт РД 45.236-2002 устанавливает основные технические требования к рефлектометрам и условиям их применения.

По конструкции приборы могут быть выполнены в виде единого блока или сочетания базового блока и сменных модулей. На корпусе прибора размещаются разъемы и элементы управления, а экран прибора служит для отображения параметров измерений и зарегистрированных рефлектограмм. Практически все современные рефлектометры построены с применением микропроцессорной техники и цифровых интегральных схем. Сменные модули рефлектометров обычно реализуют измерения на разных длинах волн или дополнительные функциональные возможности

(визуальный локатор дефектов, измерение средней мощности сигнала, различные значения динамического диапазона и т.д.). В зависимости от назначения прибора, наиболее часто обеспечиваются измерения на длинах волн: 850, 1310, 1490, 1550 и 1625 нм. Длительности зондирующих импульсов устанавливаются оператором и обычно имеют значения от 10 нс до 20 мкс. Длительность импульса выбирается исходя из условий применения, длины измеряемой линии, требуемой разрешающей способности. Длительность зондирующего импульса влияет на ширину мертвой зоны – область рефлектограммы, нечувствительная к сигналам обратного рассеяния и отражения, вызванная перегрузкой схемы усиления фотоприемника. Важной характеристикой рефлектометра является динамический диапазон. Некоторые современные рефлектометры могут обеспечивать динамический диапазон порядка 45 дБ. Значимыми метрологическими характеристиками рефлектометров являются разрешение и погрешности шкал расстояния и затухания. Практически все современные приборы предусматривают возможность сохранения параметров и результатов измерения вовнутренней памяти или на внешних носителях. Встроенное программное обеспечение не только управляет работой прибора, но и позволяет автоматизировать анализ рефлектограмм. Например, выявлять и локализовывать неоднородности, измерять отражения и затухания на участках. В условиях конкуренции производители рефлектометров стараются максимально улучшить функциональные, метрологические имассогабаритные характеристики приборов. Требования к прибору определяются нормативными документами, потребностями операторов оптических сетей и экономическим положением на рынке оборудования. [1,2, 3]

На рис. 1 приведена функциональная схема оптического рефлектометра. В конструкции прибора можно выделить передающую и приемную части, блоки управления и обработки данных.

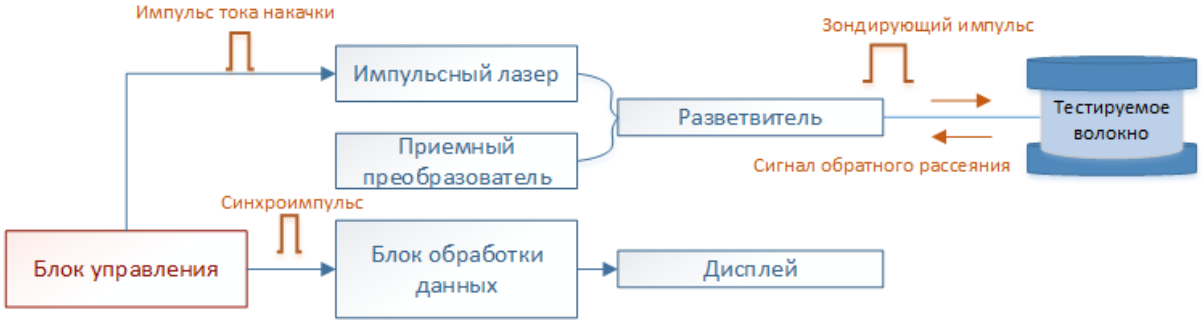


Рис. 1. Блок-схема оптического рефлектометра

Каждый блок рефлектометра может быть реализован в различных вариантах, с применением той или иной элементной базы, конструктивных и схемотехнических решений. При создании прибора перед разработчиком возникает задача выбора оптимального решения. Для получения требуемых технических характеристик, технологичности производства,

реализации широких функциональных возможностей, долговечности, удобства использования, достижения экономических показателей разработчику необходимо согласовать множество противоречивых требований.

Несмотря на то, что принцип работы рефлектометров широко известен и их производство налажено во многих странах мира, эти приборы остаются достаточно дорогим оборудованием. Производители в условиях конкуренции не спешат делиться своими наработками и сделать достоянием общественности особенности реализации того или иного блока выпускаемого ими рефлектометра. Это в определенной мере сдерживает развитие приборов рефлектометрического типа. В докладе рассматриваются технические решения, оптоэлектронные и электронные компоненты, которые могут быть использованы при разработке блоков оптического рефлектометра.

Передающий блок включает в себя источник оптического излучения – полупроводниковый лазер, схему стабилизации оптической мощности и схему формирования зондирующих импульсов (генератор). Из всего многообразия волоконно-оптических лазеров следует выбрать лазеры, работающие в нужном спектральном диапазоне. Следующий важный критерий – это быстродействие, связанное с минимальной длительностью зондирующего импульса. Желательно выбирать лазер помощнее, но при этом нельзя превышать разрешенные уровни излучения, безопасные для оператора. Различные компании предлагают лазеры, специально разработанные для применения в рефлектометрах. Подобные компоненты чаще всего представляют собой коаксиальные модули лазерных FP или DFB диодов на квантовых ямах (MQW) на основе InGaAsP (диапазон 1550 нм). Модули для рефлектометров, как правило, не имеют температурной стабилизации, но снабжены фотодиодом для включения в схему обратной связи стабилизации по мощности. Генератор импульсов и схема стабилизации могут быть выполнены на основе специализированной интегральной схемы. Конкретно для приложений OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) решений на «одном кристалле» найти не удалось. В передающем блоке предлагается применить схемотехнические решения, позаимствованные из передающих модулей высокоскоростных систем оптической связи, лидаров, лазерных дальномеров и аналогичных приборов оптической локации.

Фотоприемным элементом приемного блока рефлектометра служит лавинный фотодиод (Avalanche photodiode, APD). По конструкции они выполняются в коаксиальных корпусах, в которых выполнено сопряжение с кусочком оптического волокна (аналогично лазерному диоду). Помимо быстродействия и длины волны максимальной спектральной чувствительности, важным параметромдля APD является коэффициент лавинного умножения. Значение этого коэффициента составляет порядка

10. Лавинные фотодиоды работают при достаточно большом обратном напряжении смещения, которое составляет несколько десятков вольт. Создание обратного смещения и поддержание положения рабочей точки APD диода могут быть выполнены на основе специализированной интегральной схемы. Преобразование фототока в выходное напряжение выполняется трансимпедансным усилителем (TIA, Transimpedance amplifier). Развитие оптической связи привело к тому, что в ассортименте крупных производителей интегральных микросхем (Analog Devices, Texas Instrumentsи др.) можно достаточно легко подобрать малошумящий и быстродействующий усилитель фототока. Следующим этапом обработки сигнала в приемном блоке является аналого-цифровое преобразование (АЦП). Выполнение этого этапа также целесообразно проводить с применением решений на основе интегральных схем. Как правило, производители микросхем АЦП предлагают устанавливать предварительный буфер перед АЦП (драйвер АЦП). Драйвер позволяет выполнять масштабирование сигнала, исключить перегрузки АЦП, отделить АЦП от усилителя фототока и таким образом снизить шумы. Снижение уровня шумов на всех этапах обработки является важной задачей, т.к. его величина существенно влияет на технические характеристики рефлектометра.

Блок обработки данных (накопитель) и блок управления представляют «цифровую» часть рефлектометра. Схема обработки (накопитель) может быть реализована на программируемых логических схемах (ПЛИС). ПЛИС обладают высоким быстродействием, хорошо подходят для выполнения однотипных операций сбора и усреднения данных. Общее управление работой рефлектометра, организацию интерфейса пользователя и отображение информации на экране лучше выполнить с применением операционной системы, запущенной на микроконтроллере. В последнее время становятся доступными системы на кристалле, которые в одном корпусе микросхемы объединяют достоинства микроконтроллеров и методов аппаратного ускорения обработки.

Отдельной темы заслуживают вопросы построения программы управления и обработки сигналов обратного рассеяния, алгоритмы автоматического измерения и анализа рефлектограмм.

Список используемых источников

1. РД 45.236-2002 Средства измерений электросвязи. Рефлектометры оптические. Технические требования. М.: ЦНТИ "Информсвязь", 2003.

2. Листвин А.В., Листвин В.Н. Рефлектометрия оптических волокон. М. : ЛЕСАРарт, 2005. 208 с.

3. Измерение параметров волоконно-оптических линейных трактов: учеб. пособие / М.С. Былина, С.Ф. Глаголев, Л.Н. Кочановский, В.В. Пискунов. – СПб. :СПбГУТ, 2002

Diubov A., Shibanova A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Study of Options for Formation of an Optical Time Domain Reflectometer Blocks.
The operation of the OTDR is based on probing the fiber with short optical pulses, followed by registration and analysis of the reflected signal and the backscattered signal. A number of conflicting requirements are imposed on the functional blocks of an OTDR, and the blocks themselves may have different implementation options. The report considers the block diagram of an optical reflectometer for fiber-optic communication lines. The operation of the reflectometer and the requirements for functional blocks are briefly reviewed. Variants of constructing the main blocks of an optical reflectometer using modern element base are proposed. Typical technical solutions of manufacturers of electronic and optoelectronic components for constructing OTDR instruments are considered.

Key words: OTDR, optical fiber, backscattered signal, avalanche photodiode, photocurrent amplifier, TIA, APD, OTDR

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ CWDM НА ОСНОВЕ БИКОНИЧЕСКИХ РАЗВЕТВИТЕЛЕЙ

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

Рассмотрены принципы работы сплавного биконического разветвителя. Показано, что такая конструкция обладает селективными свойствами и может использоваться для создания мультиплексоров спектрального уплотнения. Представлены методика и результаты расчета четырехканального мультиплексора для системы CWDM на основе биконических разветвителей.

волоконно-оптическая система передачи, технология спектрального уплотнения, WDM, CWDM, мультиплексор, демультиплексор, биконический разветвитель

Для увеличения пропускной способности волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) широко применяется технология спектрального мультиплексирования (Wavelength Division Multiplexing, WDM), позволяющая передавать по одному оптическому волокну (ОВ) одновременно несколько спектральных каналов – высокоскоростных сигналов на разных длинах волн [1]. В зависимости от величины интервала между соседними спектральными каналами $\Delta\lambda$ различают системы грубого (Coarse WDM, CWDM) и плотного (Dense WDM, DWDM) спектрального мультиплексирования. В системах CWDM $\Delta\lambda$ составляет 20 нм, в системах DWDM – 3.2 нм и меньше [1, 2].

Объединение и разделение спектральных каналов осуществляется пассивными оптическими мультиплексорами WDM, работа которых может быть основана на различных физических принципах. В данной статье рассматривается мультиплексор на основе сплавных биконических разветвителей (Fused Biconic Taper, FBT).

FBT формируется сплавлением двух одномодовых ОВ с одновременной растяжкой зоны соединения для создания оптической связи между волокнами (рис. 1).

Основная мода LP_{01} ОВ, распространяющаяся по сердцевине одного из входных ОВ, при прохождении области связи преобразуется в моду оболочки LP_{11}. Когда ОВ снова разделяются, мода оболочки преобразуется обратно в основные моды выходных ОВ. На основе анализа процессов преобразования мод можно получить выражения для расчета мощностей выходных сигналов [3]:

$$P_1 = P_0 \cos^2\left(C(\lambda)\cdot L\right),\ P_2 = P_0 \sin^2\left(C(\lambda)\cdot L\right), \quad (1)$$

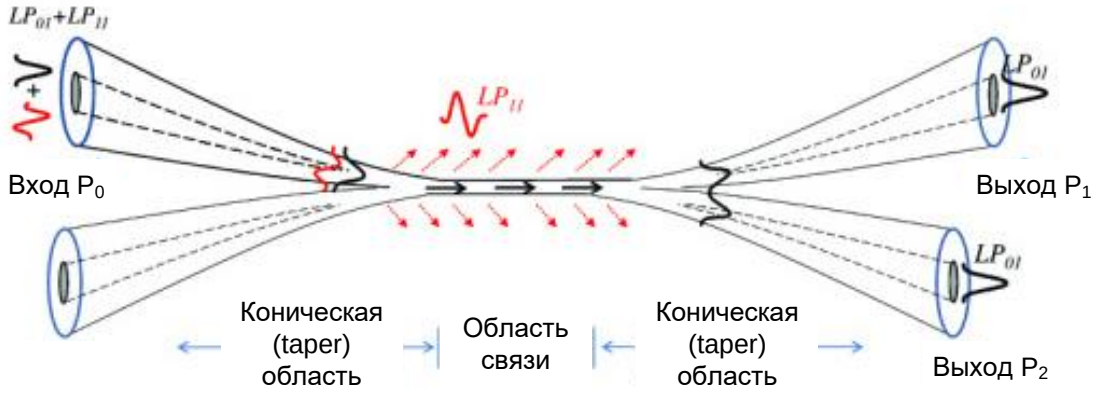


Рис. 1. Конструкция FBT

где L – длина области связи, λ – длина волны, $C(\lambda)$ – коэффициент связи, определяющий степень взаимодействия между модами ОВ:

$$C(\lambda) = \frac{3\pi\lambda}{32 n_{cl}\cdot r^2}\left\{\left(1+\frac{1}{V(\lambda)}\right)^{-2} + \left(1+\frac{n_{air}^2}{n_{cl}^2}\cdot\frac{1}{V(\lambda)}\right)^{-2}\right\}. \quad (2)$$

В (2) использованы следующие обозначения: n_{cl} и n_{air} – показатели преломления оболочки ОВ и среды, окружающей область связи, соответственно, r – радиус области связи, $V(\lambda)$ – нормированная частота для области связи:

$$V(\lambda) = 2\pi r\cdot\sqrt{n_{cl}^2 - n_{air}^2}\,/\,\lambda. \quad (3)$$

Поскольку область связи формируется растяжкой зоны сплавления ОВ для расчета радиуса r предлагается использовать выражения:

$$r = \sqrt{VV/\pi\cdot L},\ VV = 2\pi\cdot r_{cl}^2\cdot l_t, \quad (4)$$

где VV – объем растягиваемой области, r_{cl} = 125 мкм – радиус оболочки ОВ, l_t – длина нагревателя, принятая равной 1.05 мм. Выражения (1)-(4) представляют собой методику расчета FBT.

Из (2)-(4) следует, что коэффициент связи, а значит и мощности выходных сигналов зависят одновременно от λ и L. Это означает, что FBT в общем случае является селективным разветвителем. В [3, 4] показано, что он может выполнять функции мультиплексора.

Рассмотрим мультиплексор для системы CWDM, предназначенный для объединения/разделения спектральных каналов с длинами волн λ_1 = 1490, λ_2 = 1530, λ_3 = 1570 и λ_4 = 1610 нм (рис. 2) [3]. Этот мультиплексор образован каскадным соединением трех мультиплексоров FBT, для расчета которых будем использовать предложенную выше методику.

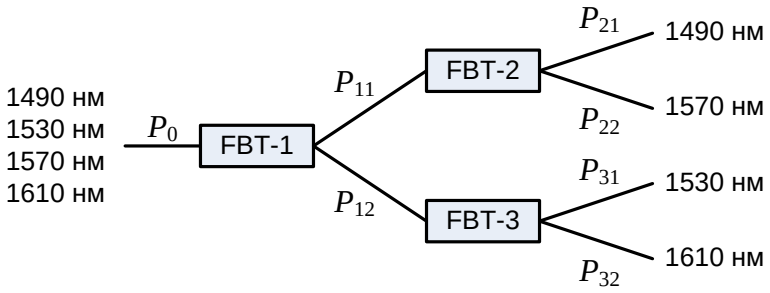
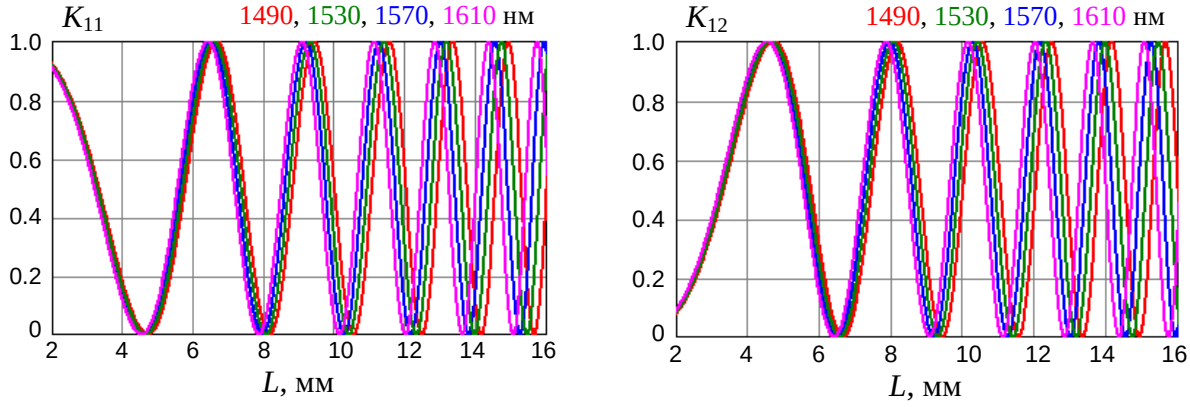


Рис. 2. Конструкция моделируемого мультиплексора CWDM

На рис. 3 представлены результаты расчета зависимостей коэффициентов деления $K_{11} = P_{11} / P_0$ и $K_{12} = P_{12} / P_0$ от длины области связи L для разных спектральных каналов мультиплексора FBT-1.

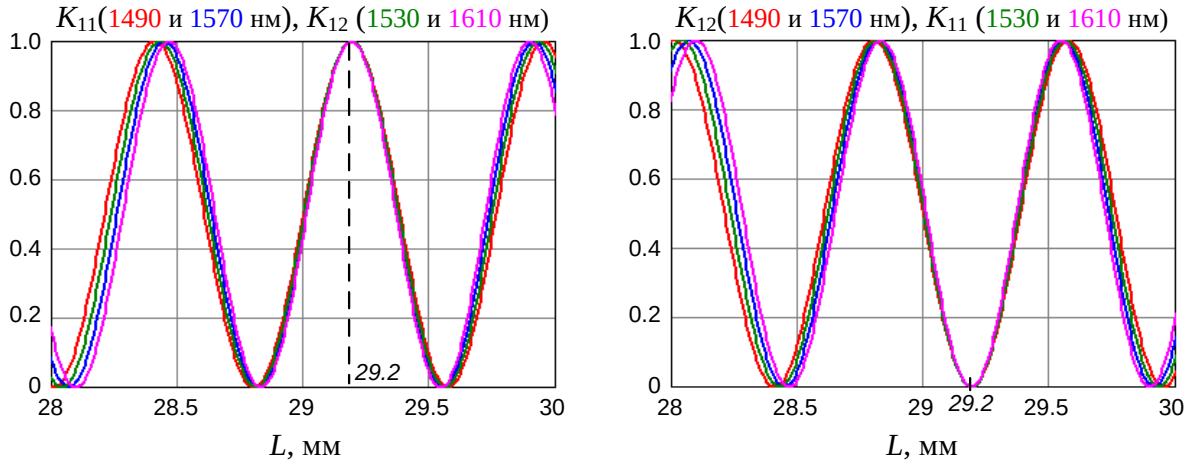


а б

Рис. 3. Коэффициенты деления FBT-1

Для обеспечения правильной работы FBT-1 необходимо выбрать $L = L_1$ так, чтобы коэффициенты $K_{11}(\lambda_1)$, $K_{11}(\lambda_3)$, $K_{12}(\lambda_2)$, $K_{12}(\lambda_4)$

одновременно достигали максимума, а $K_{12}(\lambda_1)$, $K_{12}(\lambda_3)$, $K_{11}(\lambda_2)$, $K_{11}(\lambda_4)$ – минимума. Из рис. 4 видно, что это условие достигается при $L_1 \approx 29.2$ мм.



а б

Рис. 3. Коэффициенты деления FBT-1

Для оценки качества мультиплексора оценим для каждого канала вносимые потери a и изоляцию A, обусловленные разделением мощностей сигналов между выходами устройства:

$$a(\lambda_i) = \begin{cases} 10 \cdot \lg\left(P_0(\lambda_i)/P_{11}(\lambda_i)\right), i = 1,3 \\ 10 \cdot \lg\left(P_0(\lambda_i)/P_{12}(\lambda_i)\right), i = 2,4 \end{cases} \quad (4)$$

$$A(\lambda_i) = \begin{cases} 10 \cdot \lg\left(\sum_i P_{11}(\lambda_i) \Big/ \sum_j P_{11}(\lambda_j)\right), i = 1,3;\ j = 2,4 \\ 10 \cdot \lg\left(\sum_i P_{12}(\lambda_i) \Big/ \sum_j P_{12}(\lambda_j)\right), i = 2,4;\ j = 1,3 \end{cases} \quad (5)$$

Результаты расчета характеристик мультиплексора FBT-1 приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчета параметров FBT-1

Параметр	Значение			
	Выход 11		Выход 12	
	1490 нм	1570 нм	1530 нм	1610 нм
Коэффициент деления K_{11}	0,9988896	0,9985971	0,001307	0,0013864
Коэффициент деления K_{12}	0,00111	0,001403	0,998693	0,998614
Вносимые потери, дБ	0,004825	0,006097	0,0056797	0,006025
Изоляция, дБ	28.7		29.0	

Аналогичные расчеты были проведены для мультиплексоров FBT-2 и FBT-3. Длина области связи FBT-2 оказалась равной $L_2 \approx 20.61$ мм, для

FBT-3 – $L_3 \approx 19.82$ мм. Результаты расчета характеристик мультиплексоров FBT-2 и FBT-3 приведены в табл. 2 и 3.

ТАБЛИЦА 2. Результаты расчета параметров FBT-2

Параметр	Значение	
	Выход 21	Выход 22
	1490 нм	1570 нм
Коэффициент деления $K_{21} = P_{21} / P_0$	0.000033	1
Коэффициент деления $K_{22} = P_{22} / P_0$	0.999967	$1.12 \cdot 10^{-9}$
Вносимые потери, дБ	0.000143	$4.89 \cdot 10^{-9}$
Изоляция, дБ	89.4811	44.8368

ТАБЛИЦА 3. Результаты расчета параметров FBT-3

Параметр	Значение	
	Выход 31	Выход 32
	1490 нм	1570 нм
Коэффициент деления $K_{31} = P_{31} / P_0$	0.000033	1
Коэффициент деления $K_{32} = P_{32} / P_0$	0.999967	$1.12 \cdot 10^{-9}$
Вносимые потери, дБ	0.000143	$4.89 \cdot 10^{-9}$
Изоляция, дБ	89.4811	44.8368

Определим вносимые потери и изоляцию смоделированного четырехканального мультиплексора по каждому из каналов. Например, для канала λ_1 получаем:

$$a(\lambda_1) = 10 \cdot \lg\left(P_0(\lambda_1) / P_{21}(\lambda_1)\right) = a_1(\lambda_1) + a_2(\lambda_1), \quad (6)$$

$$A(\lambda_1) = 10 \cdot \lg\left(K_{21}(\lambda_1) \cdot K_{11}(\lambda_1) \Big/ \sum_{i \neq 1} K_{21}(\lambda_i) \cdot K_{11}(\lambda_i) \right),$$

где a_1 и a_2 – потери, вносимые мультиплексорами FBT-1 и FBT-2. Аналогичные выражения можно получить для остальных каналов. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4. Параметры смоделированного 4-канального мультиплексора CWDM

Параметр	Значение			
	Выход 21	Выход 22	Выход 31	Выход 32
	1490 нм	1570 нм	1530 нм	1610 нм
Вносимые потери, дБ	0.005	0.006	0.021	0.019
Изоляция, дБ	28.7	28.6	23.6	23.3

Таким образом, в работе показано, что на основе конструкций FBT можно создавать мультиплексоры спектрального уплотнения. Проведено моделирование мультиплексора CWDM для четырех спектральных каналов. Показано, что вносимые потери и изоляция каналов мультиплексора зависят от длин областей связи всех входящих в него FBT. У смоделированного устройства вносимые потери не превышают 0.02 дБ, а изоляция каналов составляет не менее 23.3 дБ.

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. 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
3. Шаньхун Ю * 1, Синьвань Ли 1, Цзунминь Инь 1, Цинцзи Цзэн 1, Хуайцзюнь Цуй 2, Юнцзюнь Цзян 2 1 : Институт оптических технологий «Пассивные компоненты CWDM, изготовленные по технологии FBT», 2016. 547 с.
4. С.Г.Дементьев, Н.Т.Ключник, В.А.Кузнецов, М.Я.Яковлев.: «Волоконно-оптические мультиплексоры/демультиплексоры для систем передачи информации», 2005. 3с.

Ilyina O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Development and Research of an Optical Multiplexer for CWDM System Based on Biconical Splitters.

The principles of operation of a floating biconical splitter are considered. It is shown that such a design possesses selective properties and can be used to create WDM multiplexers. The technique and calculation results of a four-channel multiplexer for a CWDM system based on biconical splitters are presented.

Key words: fiber optic transmission system, wavelength division multiplexing technology, WDM, CWDM, multiplexer, demultiplexer, biconical splitter.

УДК 004.054
ГРНТИ 49.40.49

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТА СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Р. В. Киричек, Е.А. Кузнецова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Дополненная реальность с каждым годом становится более популярной и востребованной в разных областях, начиная со сферы развлечения и заканчивая медицинской сферой. Сервисы и услуги, использующие дополненную реальность, более требовательны к параметрам сети из-за этого встает вопрос о качестве сети связи. В статье разработана методика для решения проблемы. Определены требования качества обслуживания и качества восприятия для предоставления услуг дополненной реальности.

дополненная реальность, качество обслуживания, качество восприятия, методика тестирования

Дополненная реальность AR (Augmented Reality) является одним из наиболее перспективных приложений сетей связи пятого поколения (5G). Кроме того, дополненная реальность рассматривается также как и важное приложение для сетей связи 2030. Для корректной работы сети, использующую услугу дополненной реальности, требуется убедиться что сеть удовлетворяет характеристикам качества обслуживания (QoS - quality of service), для этого следует протестировать доставку данных от сервера до устройства дополненной реальности. Есть приложения, у которых сервер находится в другой стране, в таком случае, есть вероятность, пока данные подкачаются на устройство информация потеряет одно из своих свойств - актуальность. Для решения этой проблемы и уменьшения задержки, необходимо внесение изменений в сеть: добавление Edge Cloude, кэширование или заранее прогружать информацию на устройство. [1, 2]. С целью своевременно обнаружить и устранить проблемы в сети предлагается произвести тестирование. Для этого была разработана методика, позволяющая протестировать фрагмент сети и отвечающая на вопрос можно ли обеспечить функционирование устройств дополненной реальности, чтобы контент выводился правильно и своевременно, а пользователь был бы удовлетворён услугой. В методике следует учитывать параметры QoS: задержка, потери, джиттер и пропускная способность, а так же параметры качества восприятия QoE (quality of experience).

Прежде чем провести тестирование необходимо определить требования к дополненной реальности, при которой работа сети будет считаться приемлемой для использования этой услуги. В документах 3GPP для систем 5G и в рекомендациях Международного Союза Электросвязи (МСЭ) для IMT-2020 указано что сеть связи должна обеспечивать задержку не более 50 мс для достижения требуемого уровня качества обслуживания и качества восприятия при предоставлении услуг дополненной реальности. [3][4]. Так же кол-во потерь в процентном соотношении не должно превышать 1%, а показатель потери пакета $1*10^{-3}$. [5][6] [7]

За основу методики тестирования взяты выявленные ранее требования к дополненной реальности и государственный стандарт ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. [8]. Согласно ГОСТ методика должна содержать следующие разделы:

- объект испытаний;
- цель испытаний;
- требования к программе;
- требования к программной документации;
- средства и порядок испытаний;

- методы испытаний.

Объект испытаний

Объектом испытания является фрагмент сети, использующий технологию дополненной реальности, представлен на рис. 1. Типовой фрагмент включает в себя:

- устройство дополненной реальности, может быть как специальные очки, так и любое другое устройство, поддерживающее технологию дополненной реальности;
- маршрутизатор, подключенный к сети Интернет;
- сервер, с которого происходит подкачка данных и вывод в виде слоёв информации на устройство дополненной реальности.

Рис 1. Типовой фрагмент сети с использованием дополненной реальности.

Цель испытаний

Целью проводимых по настоящей методике испытаний фрагмента сети, использующую дополненную реальность, является определение функциональной работоспособности на этапе проведения испытаний. Программа испытаний должна удостоверить работоспособность фрагмента сети в соответствии с надлежащими параметрами QoS и QoE.

Требования к методике

Методика должна обеспечить оценку фрагмента сети для дополненной реальности.

Испытания фрагмента сети, использующую дополненную реальность, направлены на проверку корректности и своевременного отображения данных пользователю.

Проверяются процедуры и параметры:

- задержка менее 50 мс;
- потери в % (не более 1%);
- показатель потери пакета $1*10^{-3}$;

- корректность отображения;
- отклик сцены на движения пользователя.

Требования к программной документации

Результаты испытаний фиксируются в протоколах, содержащие разделы:

- состав программных средств, используемых при испытаниях;
- указание методик, в соответствии с которыми проводились испытания, обработка и оценка результатов;
- условия проведения испытаний и характеристики исходных данных;
- обобщённые результаты испытаний;
- выводы о результатах испытаний.

Средства и порядок испытаний

Испытания фрагмента сети должны проводиться в следующей минимальной конфигурации:

- устройство отображения дополненной реальности;
- программа, использующая технологию дополненной реальности;
- сервер, хранящий данные программы;
- точка доступа, подключенная к сети связи.

Методы испытаний

Тестирование проводится в час наибольшей нагрузки. Последовательность проведения представляет собой алгоритм, состоящий из трех этапов. Испытания, присутствующие на следующем этапе не начинаются, пока не завершатся все процессы предыдущего этапа.

Этап 1. Проверка подключения к точке доступа

Этап 2. Тестирование и сбор параметров сети

Этап 3. Анализ результатов

Последовательность действий при проведении испытаний описаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Последовательность действий при проведении испытаний

№	Действие	Описание	Результат
Этап 1. Проверка подключения к точке доступа			
1	Включение адаптера беспроводного доступа	Нажать на кнопку включения адаптера беспроводного доступа	Адаптер включен
2	Установить соединение	Подключиться к доступной точке доступа, введя SSID и пароль	Соединение установлено

3	Проверить наличие связи с каким-либо ресурсом сети Интернет	1. запустить браузер; 2. открыть любую страницу, к примеру, yandex.ru.	Страница полностью загрузилась
Этап 2. Тестирование и сбор параметров сети			
4	Открыть программу, использующую дополненную реальность	1. нажать на ярлык приложения; 2. подождать полной загрузки приложения.	Программа запустилась
5	Выполнить сбор трафика между приложением дополненной реальности и сервером	1. запустить программу перехвата трафика; 2. собирать трафик в течении 60 секунд.	Трафик между приложением дополненной реальности и сервером
Этап 3. Анализ результатов			
6	Анализ результатов	1. открыть собранный трафик; 2. рассчитать параметры сети.	Параметры сети
7	Проверка	Сравнить получившиеся параметры сети с параметрами, указанными в пункте «требования к методике»	Параметры сети удовлетворяют требуемым параметрам
8	Выводы	Сделать вывод о перестроении сети или удостовериться, что данная сеть совпадает требуемым параметрам для дополненной реальности	Модификация сети не требуется

Список используемых источников:

1. C. Bachhuber, A. S. Martinez, R. Pries, S. Eger and E. Steinbach. Edge Cloud-based Augmented Reality. // 2019 IEEE 21st International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP). 2019. pp. 1-6.
2. X. Hou, Y. Lu and S. Dey. Wireless VR/AR with Edge/Cloud Computing. // 2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN). 2017. pp. 1-8.
3. 3GPP TR 38.913. Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies. Ver. 14.3.0, June 2017.
4. ITU-R. M.2083-0 IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. ITU-R, September, 2015.
5. ITU-T. Y.1541 Network performance objectives for IP-based services. ITU-T, february 2006.

6. ITU-T. G.1080 Quality of experience requirements for IPTV services. ITU-T, December 2008.
7. 3GPP. TS 23.501 System architecture for the 5G System (5GS). ETSI, january 2020.
8. ГОСТ 19.301-79. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. М. : Изд-во стандартов, 1979.

Kirichek R., Kuznetcova E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Development of a Network Infrastructure Fragment Testing Methodology for Augmented Reality Applications.
Augmented reality every year becomes more popular and in demand in various fields, from entertainment to the medical field. Services and services using augmented reality are more demanding on network parameters, which raises the question of the quality of the communication network. The article developed a technique for solving the problem. The requirements for the quality of service and the quality of perception for the provision of augmented reality services have been determined.

Key words: Augmented reality, quality of service, quality of perception, testing methodology

УДК 004.732
ГРНТИ 49.43.29

О РАНДОМИЗАЦИИ MAC-АДРЕСОВ МОБИЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

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

Помимо традиционного использования для беспроводного доступа в сеть Интернет, технология Wi-Fi в последние годы получила еще одну область применения в виде Wi-Fi-аналитики и гиперлокального таргетинга в сфере геомаркетинга и рекламы. Чтобы обезопасить пользователей от слежки за ними, производители мобильных ОС разработали систему рандомизации MAC-адресов. В статье описывается принцип работы данной технологии, а также рассматриваются возможные уязвимости её реализации.

MAC-адрес, рандомизация,Wi-Fi, мобильные пользователи, смартфоны.

Сегодня беспроводные точки доступа (ТД) окружают нас повсюду: в кафе, торговых центрах, в транспорте. Достаточно удобно постоянно держать включенным Wi-Fi модуль, чтобы смартфон сам подключался к знакомой сети, как только он оказывается в зоне её покрытия. В таком

случаи рассылаются широковещательные запросы probe request с использованием MAC-адреса Wi-Fi-адаптера телефона, который является уникальным для каждого устройства. Это означает, что любой мониторящий эти запросы может отслеживать пользователя в магазине через несколько посещений, даже если он не подключался к ТД в нём.

Можно выделить наиболее распространенные случаи, когда происходит рассылка probe request:

- Включение Wi-Fi модуля,
- Запуск ручного сканирования ближайших ТД,
- Периодическая автоматическая рассылка для актуализации списка ТД.

Данный механизм является вспомогательным, так как информацию о ТД пользовательские устройства получают путем прослушивания эфира на наличие маяков beacon, в которых также указывается информация о ТД и ее параметрах.

Помимо широковещательного probe request, пользовательское устройство может отправлять персональный запрос выбранной ТД для того чтобы удостовериться в ее работоспособности. Периодически пользовательские устройства производят рассылку для всех сохраненных Wi-Fi сетей методом простого перебора, пытаясь найти знакомую точку поблизости.

MAC-адреса не привязаны к персональным данным, но компании могут почерпнуть из них информацию о покупательских привычках, и на основании этого выдавать таргетированную рекламу магазинов, а также их товаров и услуг. Таким образом, можно определить целевую аудиторию, живущую или работающую рядом с конкретными магазинами, и не тратить бюджет на показ рекламы тем, кто там точно не бывает [1]. Подобные рекламные кампании особенно актуальны для небольшого бизнеса с жесткой привязкой к местоположению: аптекам, кафе, салонам красоты и т.п.

Также собранные таким методом MAC-адреса могут быть использованы для замера трафика и проходимости. Например, центр организации дорожного движения Москвы провёл тендер на разработку системы мониторинга пассажиропотока [2]. Система предусматривает установку на остановках общественного транспорта снифферов, которые будут собирать MAC-адреса пользовательских устройств и отслеживать по ним движение пешеходов. Такая система может позволить детально проследить маршрут каждого пассажира по городу и собрать данные для анализа пассажиропотока. В отличие от подобной информации от мобильных операторов, в данном случае можно получить более точное месторасположение устройства.

Чтобы защитить пользователей от использования MAC-адреса смартфонов третьими сторонами для их отслеживания, производители

мобильных ОС внедрили рандомизацию MAC-адресов. В этом случаи, при отправке широковещательных и персональных запросов probe request вместо реального MAC-адреса, устройством производится подстановка случайного MAC-адреса, не являющегося каким-либо образом связанным с данным устройством. Такой MAC-адрес назначается единовременно ради проведения сканирования и время его жизни равно от нескольких секунд до нескольких минут. Далее MAC-адрес заменяется на новый, случайный и больше никогда не используется. Таким образом, устройства могут генерировать широковещательные запросы без раскрытия своего реального MAC-адреса.

Технологию рандомизации MAC-адресов анонсировали в 2014 г. Сначала для iOS, а позднее и на Android [3,4]. У Apple программа заработала почти сразу, поскольку компания сама производит свои устройства и контролирует поддержку обновлений. Apple добавила рандомизацию MAC-адресов на свои устройства, начиная с iOS 8. В iOS 8 рандомизированные адреса используются только в несвязанном состоянии и в спящем режиме. Технология была усовершенствована уже в iOS 9, чтобы использовать рандомизацию когда устройство активно, то есть когда экран включен. Google же столкнулся с трудностями, т.к. на системе Android работают устройства разных производителей, не подотчетных создателям ОС. Не смотря на это, Android, начиная с версии 6.0, использует рандомизацию для фонового сканирования, если драйвер и оборудование поддерживают это. Версии Android до 6.0 не поддерживают рандомизацию [5].

Теоретически, такая автоматическая смена MAC-адреса должна была затруднить отслеживание телефона сторонними лицами, но, как оказалось, данная мера защиты бесполезна в связи с сочетанием ряда уязвимостей и ошибок в реализации. Когда смартфон обнаруживает знакомый SSID, то при подключении к ней выдаёт свой настоящий MAC-адрес. Поэтому снифферы все равно могли получать информацию о реальных MAC-адресах устройств.

Таким образом, работает атака типа Karma [6]. ТД в пределах диапазона сигнала может пассивно контролировать один беспроводной канал и наблюдать запросы на подключение от пользователей ко всем ТД. Она может использовать эту информацию для воссоздания списка предпочитаемых сетей жертвы и создать копию ТД с таким SSID, к которой сразу подключиться смартфон, тем самым выдав свой реальный MAC-адрес.

Поэтому, начиная с Android версии 9.0 и с iOS версии 12.0 для каждого SSID устройство генерирует и хранит индивидуальный MAC-адрес [7,8]. Таким образом, даже при подключении к ТД смартфон не раскрывает свой реальный MAC-адрес.

Не смотря на разработку и внедрение данной технологии, большое количество смартфонов на базе Android не поддерживает её. По статистике на 26 мая 2020г. смартфонов Android версии 9.0 и выше всего 39,5% от общего числа устройств (Android 9 – 31,3%, Android 10 – 8,2%) [9]. Но можно с уверенностью сказать, что количество смартфонов на базе Android до версии 9.0 с течением времени будет уменьшаться.

Другую картину мы можем наблюдать у смартфонов на базе iOS. По данным на 17 июня 2020г. телефонов под управлением iOS версии 12.0 и выше 94% от общего числа устройств (iOS 12 – 13%, iOS 13 – 81%) [10]. Однако также стоит отметить, что смартфонов под управлением Android в целом больше, чем под управлением iOS.

Таким образом, использование MAC-адресов смартфонов для таргетированной рекламы в обозримом будущем будет крайне проблематично. Однако всё вышесказанное не отменяет работу других механизмов деанонимизации Wi-Fi пользователей, основанных на анализе других полей probe request, или корреляции относительной частоты посылаемых устройством запросов. Собираемые данные больше подойдут для анализа средней/пиковой нагрузки по местоположению и времени, на основе больших чисел, без привязки к конкретным устройствам и людям.

Список используемых источников

1. Реклама по гео: что такое гиперлокальный таргетинг и как с ним работать. [Электронный ресурс]. URL: https://hot-wifi.ru/blog/giperlokalniy-targeting/ (дата обращения 03.11.2020г.).

2. В сложной оперативной остановке. Пассажиров Москвы будут мониторить по смартфонам. [Электронный ресурс]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4539137 (дата обращения 03.11.2020г.).

3. К чему приведет ограничение на сбор MAC-адресов в наружной рекламе: оценка индустрии [Электронный ресурс]. URL: https://adindex.ru/publication/opinion/media/2019/11/10/276919.phtml (дата обращения 06.11.2020г.).

4. Беспроводная революция: как мобильные идентификаторы помогут рынку наружной рекламы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sostav.ru/publication/maer-group-analitika-mobilnye-ustrojstva-40278.html (дата обращения 06.11.2020г.).

5. MAC address randomization in WiFi probe requests. [Электронный ресурс]. URL: https://macaddress.io/faq/mac-address-randomization-in-wifi-probe-requests (дата обращения 08.11.2020г.).

6. Это Karma или почему атака на беспроводные сети, которая должна была кануть в лету, все еще жива. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/post/435994/ (дата обращения 08.11.2020г.).

7. Конфиденциальность: рандомизация MAC. [Электронный ресурс]. URL: https://source.android.com/devices/tech/connect/wifi-mac-randomization?hl=ru (дата обращения 08.11.2020г.).

8. Использование случайных MAC-адресов. [Электронный ресурс]. URL: https://support.apple.com/ru-ru/guide/security/secb9cb3140c/web (дата обращения 08.11.2020г.).
9. Статистика версий Android на конец весны 2020 [Электронный ресурс]. URL: https://news.rambler.ru/internet/44245276/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения 12.11.2020г.).
10. iOS and iPadOS Usage [Электронный ресурс]. URL: https://developer.apple.com/support/app-store/ (дата обращения 12.11.2020г.).

Lebedeva N.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

About Randomizing MAC Addresses of Mobile Users.
In addition to traditional use for wireless Internet access, Wi-Fi technology in recent years has gained another application in the form of Wi-Fi analytics and hyperlocal targeting in the field of geomarketing and advertising. To protect users from surveillance, mobile OS manufacturers have developed a MAC address randomization system. The article describes the principle of operation of this technology, and also considers possible vulnerabilities of its implementation.

Key words: MAC address, randomization, Wi-Fi, mobile users, smartphones.

УДК 654.926
ГРНТИ 59.39.37

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ДУНАЙ» ДЛЯ ОХРАНЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Э. М. Муратов
ООО «Т8», Москва

Программно-аппаратный комплекс «Дунай» позволяет в режиме реального времени обнаруживать, классифицировать и идентифицировать потенциально опасные события вдоль протяженных объектов мониторинга и охраны. В роли чувствительного элемента в данных системах выступает стандартный волоконно-оптический кабель.
волоконно-оптический датчик, программно-аппаратный комплекс, когерентный рефлектометр, обнаружение воздействий.

Значительная протяженность линейных рубежей охраны делает практически невыполнимой и крайне дорогостоящей задачу их контроля с

помощью традиционных технических средств охраны, основанных на использовании множества точечных датчиков.

Решением является применение территориально распределенных систем охраны на основе технологии распределенных пассивных датчиков. Одной из таких технологий является технология распределенного акустического сенсора (Distributed Acoustic Sensor, DAS), в которой в роли распределенного пассивного датчика выступает оптическое волокно стандарта G.652. широко применяющееся в составе волоконно-оптических кабелей (ВОК) связи. При этом это стандартное волокно может использоваться в разных по конструкции типах кабелей в зависимости от области применения. [2]

Принцип работы распределенного акустического сенсора аналогичен принципу действия радара или оптического рефлектометра (рис. 1): короткий световой импульс направляется в волокно и на обратном пути происходит регистрация рассеянного и отраженного излучения. [1]

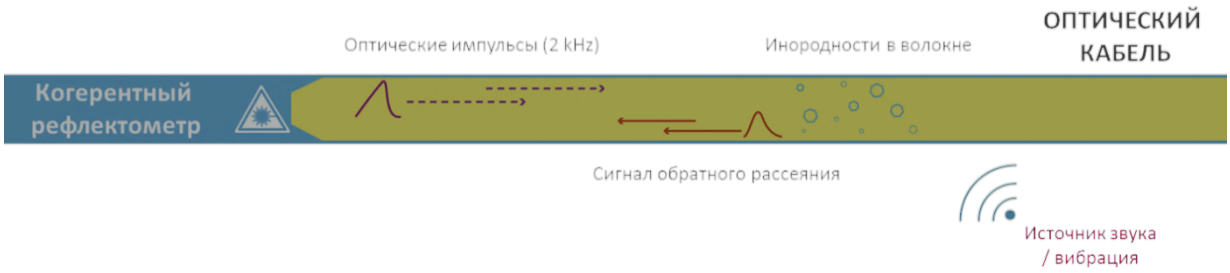


Рис. 1. Принцип работы оптического рефлектометра.

Программно-аппаратный комплекс «Дунай» предназначен для обнаружения и регистрации активности в протяженной зоне охраны объектов, расположенной вдоль волоконно-оптического кабеля, содержащего стандартное оптическое волокно, выступающее в роли чувствительного элемента системы. Дальность действия отдельного устройства – до 100км. Объединение множества устройств в единую систему позволяет строить рубежи охраны значительной протяженности. Выполняется локализация места воздействия и определения типа источника воздействия. За счет интеграции в существующие комплексы технических средств охраны достигается высокий синергетический эффект.

Наряду с охраной протяженных объектов, системы, основанные на распределенном акустическом сенсоре, находят применение для решения задач в следующих направлениях:

- интеллектуальные транспортные системы
- фиксация сейсмической активности и подвижек грунта
- связанные с температурными изменениями, таких как температурный мониторинг нефтяных скважин при использовании метода парогравитационного дренажа и распределенного температурного сенсора (DTS)

Преимуществами территориально распределенных систем охраны на основе оптического волокна являются:

- наличие большого количества волоконно-оптических кабелей связи;
- возможность использования различных волокон одного ВОК как для задач мониторинга и охраны, так и для традиционной передачи данных;
- широкий ассортимент волоконно-оптических кабелей с точки зрения условий прокладки. Это делает возможным организацию скрытого рубежа охраны за счет прокладки распределенного датчика в грунте или кабельной канализации;
- неподверженность электромагнитным помехам на линии;
- отсутствие необходимости в установке оборудования и организации электропитания вдоль рубежа охраны.

Несомненным преимуществом распределенного акустического мониторинга перед точечным (на основе брэгговских решеток) является высокая пространственная частота дискретизации (от долей метра до 10 метров). В связи с этим, распределенный мониторинг позволяет заменить дорогостоящую и громоздкую систему сотен отдельных точечных датчиков на одно непрерывное решение. [3]

Опыт решения задач по охране протяженных объектов (линейных рубежей охраны) говорит о следующих возможностях комплекса «Дунай».

А) Значительная дальность действия. (до 100 км на один ПАК «Дунай»)

Б) Высокая и однородная чувствительность, линейность отклика, благодаря работе с фазой.

В) Возможность расположения ВОК, выступающего в роли распределенного датчика, различными способами:

- в грунте;
- по забору;
- в кабельной канализации;
- в пакетах микротрубок в полосе отвода автомобильных дорог;
- в составе грозотроса или фазного провода, проложенного по опорам воздушных линий электропередачи.

Г) Возможность определения направления движения нарушителя при использовании нескольких рубежей прокладки ВОК.

На Рисунке 2 проиллюстрирована возможность комплекса «Дунай» по обнаружению активности различных типов при использовании четырех рубежей охраны с комбинированным размещением ВОК. Два рубежа закреплены на заборе, два рубежа скрыто размещены в грунте. Представлены усредненные значения удаления обнаружения.

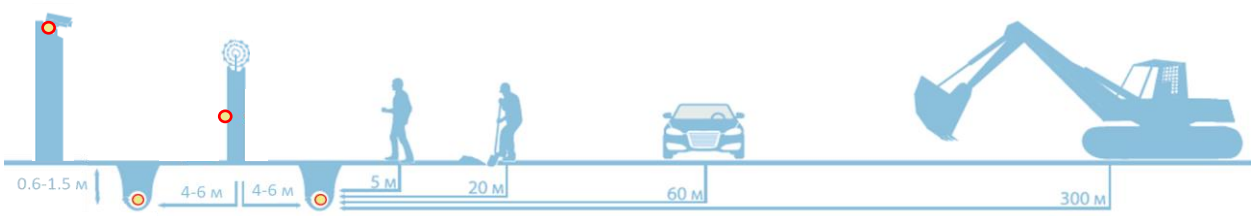


Рис. 2. Схема использования комплекса «Дунай»

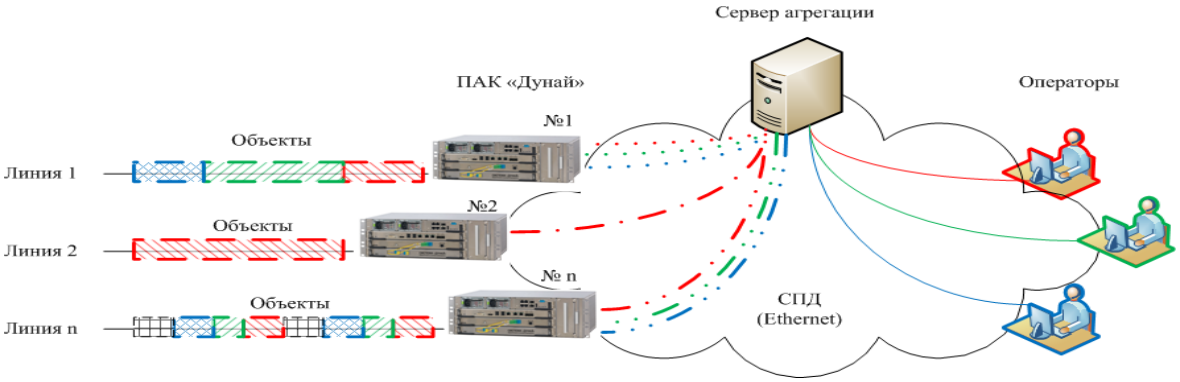


Рис. 3. Объединение комплекса «Дунай» в территориально распределенную систему охраны

Д) Востребованным при решении задач охраны протяженных объектов, является возможность объединения нескольких комплексов «Дунай» в единую территориально распределенную систему охраны (см. Рисунок 3). Частным случаем применения ПАК «Дунай» является пример использования для охраны магистральных трубопроводов (см. Рисунок 4) или для мониторинга и охраны ВЛ (см. Рисунок 5).

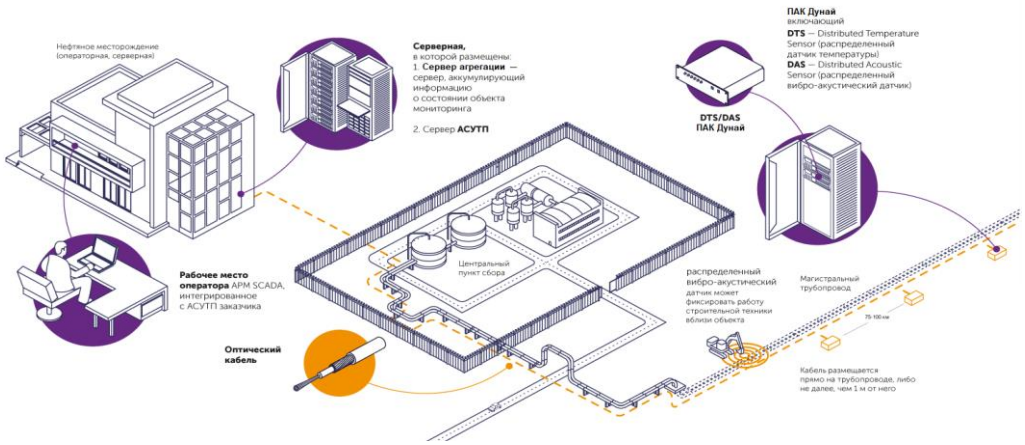


Рис. 4. Пример использования ПАК Дунай для охраны магистральных трубопроводов

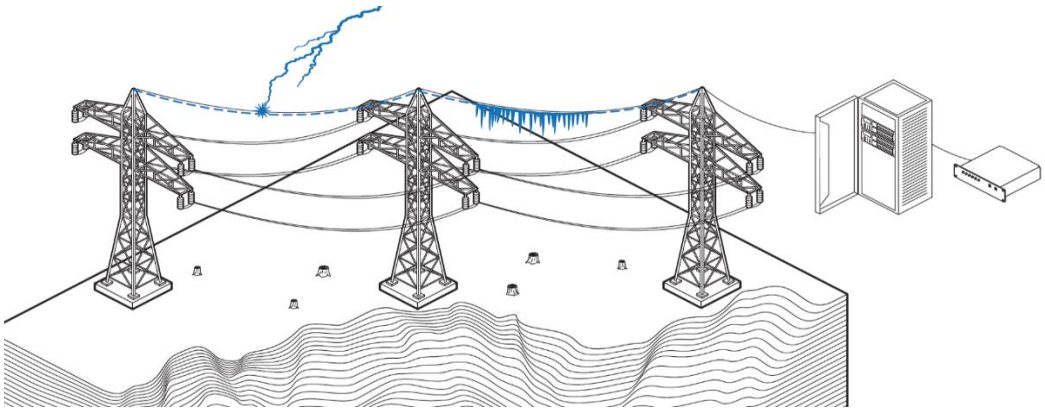


Рис. 5. Пример использования ПАК Дунай для охраны высоковольтных линий.

Все элементы системы (оптические платформы, сервер агрегации, автоматизированные рабочие места операторов) объединяются в единое целое с помощью сети передачи данных (СПД).

Е) Важнейшим преимуществом программно-аппаратного комплекса «Дунай» является система распознавания обнаруженных воздействий на основе искусственной нейронной сети.

Под распознаванием подразумевается определение класса источника воздействия из набора классов, сконфигурированных в ходе пуско-наладочных работ. Использование искусственной нейронной сети облегчает эксплуатацию комплекса за счет снижения сложности добавления новых классов искомых воздействий, повышения адаптивности системы к изменению внешних условий.

К настоящему моменту, на основе опыта применения комплекса «Дунай» для решения задач охраны периметра, сформированы следующие «базовые» классы искомых воздействий:

- движение пешехода;
- земляные работы ручным шанцевым инструментом;
- движение легкового автомобиля;
- движение тяжелой техники;
- земляные работы механизированным способом.
- проникновение и проведение работ внутри кабельной канализации

а также в процессе формирования и изучения другие классы искомых воздействий, относящиеся к сферам:

- интеллектуальных транспортных систем
- энергетики
- нефте- газораспределительной и добывающей отрасли

Как было отмечено выше, использование искусственной нейронной сети облегчает добавление новых классов искомых воздействий.

Ж) Неотъемлемым элементом распределенной системы охраны является наличие графического интерфейса пользователя. Графический интерфейс реализованный в составе программного обеспечения комплекса «Дунай» обеспечивает выполнение следующих функций:

- отображение обнаруженных воздействий несколькими способами: на карте, в табличном виде, в динамическом окне типа «Водопад».
- настройку системы, включая алгоритмы обработки обнаруженных воздействий;
- мониторинг и управление состоянием элементов системы;
- журналирование событий мониторинга и действий оператора;
- оповещение удаленных пользователей.

З) Опыт применения комплекса «Дунай» говорит о том, что наибольшая эффективность применения достигается за счет интеграции с существующими комплексами технических средств охраны (КТСО). Для обеспечения такой возможности в составе программного обеспечения комплекса «Дунай» используется открытый программный интерфейс (API). Программный интерфейс обеспечивает передачу данных в вышестоящую систему охраны как в режиме реального времени (поток

обнаруженных воздействий), так и в режиме «по запросу» - в виде выборки данных из журнала обнаруженных воздействий за определенный период.

Опыт применения Программно-аппаратного комплекса «Дунай» позволяет говорить о большом потенциале применения комплекса для задач охраны протяженных объектов, в том числе применения в смежных, имеющих большой потенциал развития областях, таких как ИТС и охрана энергетических объектов.

Список используемых источников

1.Кондратенко В.С., Муратов Э.М., Слепцов М.А. Вибро-акустическая система Распределенных датчиков "ДУНАЙ" // сборник научных статей VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 4 т. 2019. С. 562-568

2. Горбуленко В.В., Леонов А.В., Марченко К.В., Трещиков В.Н. Волоконно-оптическая система мониторинга «Дунай» // Фотон-Экспресс. 2014. № 5(117). С. 12-15.

3. Гиберт Д.П. Кабели-датчики для распределенного оптического мониторинга [Электронный ресурс] // ВОЛС.Эксперт URL: https://vols.expert/useful-information/volokonno-opticheskie-kabeli-datchiki-dlya-primeneniya-v-promyishlennosti/ (дата обращения 25.11.20)

Muratov E.

T8 Ltd. Moscow

Experience of Application Software and Hardware Complex "Dunay" for Protection uf Extended Objects.

The Dunay hardware and software complex allows real-time detection, classification and identification of potentially dangerous events along along extended monitoring and protection objects. A standard fiber-optic cable acts as a sensing element in these systems.

Key word: fiber optic sensor, hardware and software complex, coherent reflectometer, detection of effects

УДК 621.396, 004.94
ГРНТИ 49.33.29

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ В БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ

И. Д. Никандров, С. С. Владимиров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Работа представляет программное обеспечение Heatmap Builder, предназначенное для исследования моделей распространения радиосигналов в беспроводных локальных сетях. Приведен алгоритм работы программы и произведен

выбор базовых моделей распространения сигнала. Предлагаемая реализация представляет базовую версию программы и предусматривает дальнейшее развитие.

Wi-Fi, 802.11, ITU-R P.1238, Motley-Keenan, Heatmap Builder.

В настоящее время стандартом де-факто для беспроводных локальных сетей является технология Wi-Fi (IEEE 802.11) [1]. Она позволяет организовывать локальные сети различного масштаба — от простых домашних сетей, состоящих из одного беспроводного маршрутизатора и обслуживающих клиентские устройства в одной квартире, до крупных корпоративных сетей, покрывающих целые здания и состоящих из десятков точек доступа, связанных друг с другом в единую централизованно управляемую систему. Важной особенностью технологии, которую необходимо учитывать при построении локальной компьютерной сети, является то, что беспроводной маршрутизатор может обслуживать ограниченное число клиентских устройств на ограниченной территории. Причин у этого несколько: применяемый метод доступа с общей, разделяемой между всеми клиентскими устройствами, средой передачи; значительное количество служебного трафика; необходимость обеспечить определенный уровень радиосигнала в месте положения клиента (так называемую зону покрытия) [2, 3].

Уровень радиосигнала зависит от ряда параметров: мощность приемопередающих устройств точки доступа и клиента, коэффициент усиления антенн, расстояние между точкой доступа и клиентским устройством, а также наличие препятствий, влияющих на прохождение радиосигнала. Таким образом, при проектировании беспроводной сети необходимо уделять особое внимание расположению точек доступа на территории обслуживания сети. Особенно важной эта задача становится в больших помещениях со сложной планировкой и множеством перекрытий [2].

Тестирование работы точек доступа Wi-Fi и определение зоны их радиопокрытия на реальном оборудовании прямо на территории размещения сети является достаточно сложной и длительной процедурой, которая в случае большой территории требует скоординированной работы группы инженеров. Поэтому, перед развертыванием беспроводной сети как правило проводят предварительное компьютерное моделирование с построением так называемой тепловой карты территории радиопокрытия, на которой цветом отображается уровень сигнала, как показано на рис. 1. Такие карты позволяют быстро и наглядно оценить количество точек доступа, необходимое для покрытия всей требуемой территории, и определить их предварительное местоположение [4].

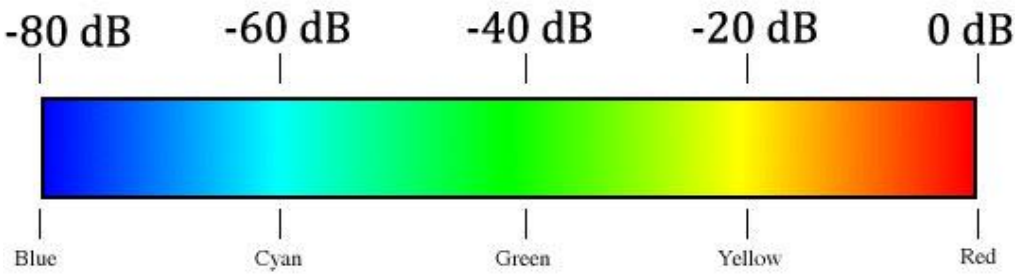


Рис. 1. Цветовая шкала уровня сигнала

При построении тепловых карт, определении уровня сигнала и влияния препятствий используются специальные математические модели распространения радиосигнала. Для различных условий работы используются различные модели. Появление новых стандартов семейства 802.11 приводит к тому, что возникает необходимость разрабатывать новые математические модели, наиболее точно подходящие для моделирования новых стандартов.

Существует различное программное обеспечение, предназначенное для планирования сети Wi-Fi и построения тепловых карт. Подавляющее большинство этих программ относятся к достаточно дорогостоящим проприетарным пакетам, предназначенным для использования совместно с ОС MS Windows. Также существуют и бесплатные проприетарные веб-приложения, но они, как правило, привязаны к оборудованию одного вендора и отличаются нестабильностью работы. В обоих случаях зачастую не ясно, какие модели распространения сигнала используются в данном ПО, не говоря уже об отсутствии возможности по добавлению новых математических моделей для проведения их исследования и сравнения с существующими моделями. Это затрудняет как проведение научных и инженерных исследований, так и обучение новых специалистов в образовательных учреждениях.

Для решения этой проблемы авторами было решено разработать специализированное кроссплатформенное ПО Heatmap Builder, которое можно использовать для исследования математических моделей распространения радиосигналов 802.11, подготовки специалистов и планирования радиосетей Wi-Fi.

1. Разработанное ПО использует стандартный для подобных программ алгоритм работы.

2. Пользователь загружает файл с изображением планировки необходимого помещения в одном стандартных форматов: jpg, png, bmp.

3. Задается масштаб загруженного изображения. Для этого пользователь рисует на рабочем поле программы линию и указывает, какой реальной длине она соответствует.

4. На загруженном изображении указывается расположение несущих и межкомнатных перегородок. Они отличаются толщиной и материалом,

из-за чего оказывают разное влияние на распространение сигнала. Параметры перегородок заданы в коде программы.

5. Указывается предполагаемое расположение точки доступа.

6. Задается частотный диапазон (2,4 или 5 ГГц), для которого производится расчет, и указывается, какая математическая модель должна быть использована при расчетах.

Для удобства пользователя порядок действий определен кнопками в интерфейсе ПО, как показано на рис. 2.

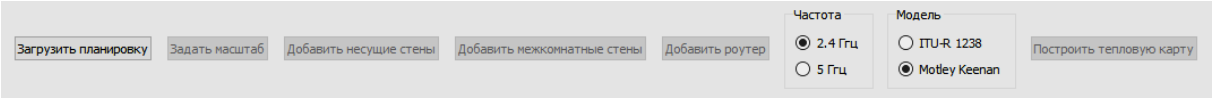


Рис. 2. Интерфейс Heatmap Builder

После задания параметров моделирования программа выполняет построение тепловой карты зоны радиопокрытия. Пример карты показан на рис. 3. Готовая карта может быть сохранена в формате jpg.

Рис. 3. Пример тепловой карты Heatmap Builder

В качестве основных математических моделей распространения сигнала в помещении выбраны две универсальные модели: статистическая модель ITU-R P.1238 и модель Motley-Keenan. Обе модели допускают расчет радиосигнала на плоскости и в трехмерном пространстве.

Основная модель ITU-R P.1238 [5], рекомендованная Международным союзом электросвязи, требует общего описания типа здания через число препятствий на пути сигнала и представляется формулой

$$L(d) = 20 \cdot \lg(f) + N \cdot \lg(d) + L_f(n) - 28,$$

где $d > 1$ м — расстояние, на котором производится оценка затухания; f — центральная частота канала Wi-Fi, МГц; N — коэффициент потери уровня сигнала с расстоянием, зависящий от частотного диапазона и типа помещения; $L_f(n)$ — эмпирический коэффициент потери мощности сигнала при прохождении через препятствие (стену или пол); n — количество препятствий (стен или полов) между приемной и передающей антеннами.

Модель Motley-Keenan [6] основывается на учёте потерь после преодоления всех препятствий на пути прохождения сигнала и для двумерного моделирования представляется формулой

$$L(d) = L_0(f, d) + L_1 + \Sigma k_i \cdot L_i,$$

где L_0 — потери в свободном пространстве; L_1 — измеренная потеря мощности сигнала на расстоянии 1 м; k_i — количество пройденных препятствий (стен) типа i; L_i — потеря мощности сигнала при прохождении через стену типа i.

В качестве базовых частот при моделировании используются 2248 МГц (центральная частота 6-го канала) для диапазона 2,4 ГГц и 5200 МГц (центральная частота 40-го канала) для диапазона 5 ГГц.

Обе модели рассматривают только затухание самого сигнала на трассе и не учитывают мощность передатчика, чувствительность приемника и коэффициенты усиления их антенн, предполагая усреднённую оценку для изотропного излучателя.

В дальнейшем предполагается развитие проекта для повышения его функциональности: добавление различных вариантов перегородок с возможностью настройки конкретных значений затухания для каждого типа; внедрение в программу других традиционных и перспективных математических моделей распространения сигнала; добавление других частотных диапазонов и возможности выбора номера канала с возможностью задать произвольную частоту; более точная настройка параметров приемопередатчиков точек доступа.

Список использованных источников

1. Hiertz G., Denteneer T., Stibor L., Zang Y., Costa-Perez X., Walke B. The IEEE 802.11 universe // IEEE Communications Magazine. 2010. Vol. 48. P. 62–70.

2. Sendra S., Garcia-Pineda M., Turro C., Lloret J. WLAN IEEE 802.11 a/b/g/n indoor coverage and interference performance study // International Journal on Advances in Networks and Services. 2011. Vol. 4. P. 209–222.

3. Valadares D., Araujo J., Perkusich A., Spohn M., Melcher E., Albuquerque N. Towards 802.11g Signal Strength Estimation in an Industrial Environment: a Practical Study // 33rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2019), Kunibiki Messe, Matsue, Japan, 27–29 March 2019. Springer, 2020. P. 559–570.

4. Castillo A.C. Simulation with AirMagnet Survey using Heat Maps inside Indoor Scenarios in Wireless Local Area Networks // International Journal of Innovative Science and Research Technology. 2018. Vol. 3. Iss. 7. P. 253–257.

5. ITU-R P.1238-10. Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 450 GHz. Geneva: ITU-R Recommendations, 2019.
6. Obeidat H., Asif R., Obeidat O., Ali N., Jones S., Shuaieb W., Al-Sadoon M., Hameed K., Alabdullah A., Dama Y., Abd-Alhameed R. An Indoor Path Loss Prediction Model using Wall Correction Factors for WLAN and 5G Indoor Networks // Radio Science. 2018. Vol. 53. Iss. 4. P. 544–564.

Nikandrov I., Vladimirov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Software for Studying Models of Radio Signal Propagation in Wireless Local Area Networks.
The paper presents the Heatmap Builder software designed to study radio signal propagation models in wireless local area networks. The algorithm of the program is presented and the basic models of signal propagation are selected. The proposed implementation represents the basic version of the program and provides for further development.

Key words: Wi-Fi, 802.11, ITU-R P.1238, Motley-Keenan, Heatmap Builder.

УДК 004.75
ГРНТИ 81.93.29

USER BEHAVIOR ANALYTICS IN INFORMATION SECURITY FOR INSIDER DETECTION

D. Pelevin, A. Ovramenko, A. Korsbakke, J. Lidmark
The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Modern life is difficult to imagine without the use of the Internet and network interaction. The work of a huge number of systems is based on the transfer of large amounts of data through computer networks. Different experts offer different ways to solve the problem of ensuring the security of these systems, however, in what all experts agree, the main source of threats to information security remains human. The focus of information security systems developers is shifting to him today. In recent years, the fight against computer cybercriminals shows that in addition to attacks on information systems from the outside environment, internal attacks are dangerous when an intruder gains access inside the system.

UBA, Big Data, Modelling, Information Security, SIEM

According to the latest researches [1], all IP traffic and the number of devices connected to the Internet will triple in the next 5 years due to the development of services and services provided by telecommunication companies. Cloud services in the form of Platform as a Service (PaaS) and Software as a Service (SaaS), data storage solutions, analytical systems, business solutions, risk forecasting, recommendation systems are gaining

popularity. The expansion of network technology applications means decentralization of the network infrastructure as a whole, both in terms of data storage and access to it, which is a complex engineering task for information security professionals, as it becomes difficult to control all aspects of network security, protecting critical data from threats that come not only from the external network, but also from the network participants themselves. Today's companies often allow their employees to work outside the office and use their devices, which is a potential threat to the organization due to lack of control over the actions of such employees.

At the same time, there is a trend of increasing popularity of solutions for working with large data. With the advent of tools for the development of systems using the concept of big data, the question of using big data technologies for information security and security monitoring systems comes up. It is becoming more and more difficult to detect potential security threats. The capacity of modern systems of monitoring and prevention of network attacks no longer meets the requirements of ever-expanding networks: due to the large amount of incoming traffic and low speed of its processing, the results of such analysis are irrelevant and do not reflect the real state of the network [3]. Using new and effective technologies for the aggregation and storage of large amounts of data, as well as for the organization of the detection system of an intruder can achieve the desired results, namely, to obtain a sufficient level of control over the situation in the corporate network.

As a result, there is an objective contradiction in the current situation - organizations are actively implementing modern insider detection systems; however, the data itself is generated at volumes and speeds significantly higher than the detection systems' capabilities, so many important data sources are not used and the accuracy and reliability of the data is not sufficiently assessed. In this connection, the application of large data technologies to identify insiders in the KKS becomes an urgent task. This problem is of interest to an increasing number of specialists and organizations, which is confirmed by studies in this area [4].

The aim of this research is to categorize known techniques about intruder detection in networks and propose a new possible way of data processing in ever-growing data volume with high success rate to locate suspicious activities. The research should answer the next main questions:

- Is it possible to find intruder in corporate network with high accuracy?
- How can we collect the big amounts of data?
- How to process all given information and find there all required and useful data?

Modern information systems are rapidly developing. The number of channels through which corporate information is transmitted is growing and therefore it is becoming more and more difficult to control them. Different experts offer different ways to solve this problem, however, all experts agree

that the main source of information security threats remains the person. The focus of information security system developers is shifting to this person today. In addition, in recent years, the fight against computer cybercriminals shows that in addition to attacks on information systems from the outside environment, internal attacks are increasingly dangerous when an intruder gains access inside the system. We can consider the list of relevant works that offer information security solutions to identify or classify existing violators into the following categories:

- SIEM (Security information and event management) systems and attack detection systems (intrusion detection systems, IDS) and counteractions (intrusion prevention systems, IPS)
- Machine learning algorithms;
- User and Entity Behavioral Analytics (UBA/UEBA) systems;
- Rule-based architecture;
- Solutions based on Big Data technologies.

Now we can look at explored ways of solving the problem.

SIEM systems:

Work [5] describes a solution that collects external information about malicious IP addresses listed on public blacklists and internal information about security incidents to calculate the reputation indicators for external IP addresses and public blacklists of IP addresses. Reputation assessment is used by SIEM rules to select the type of alert for each IP address to be monitored.

Machine Learning algorithms:

In [6] it is proposed to use a special framework for determining anomalies in a computer network. Multidimensional input data such as user interaction logs with hardware, web access records, emails and psychometric indicators are considered as input data. Graphs are used to identify relationships between multidimensional objects. The scheme of the framework is shown in Figure 1. The framework, consists of two main components: "Graphics processing unit" (GPU) and "Anomaly detection unit" (ADU). These input streams can be from different information sources with different data formats. Based on this information, the column parameters are calculated for each user. Since the ultimate goal is to isolate the most abnormal users from the others, all attributes are calculated individually for each user. Another task of the GPU is to generate generated subgraphs for each user for different subgraph levels. Some properties such as number of vertices, number of edges, density, diameter and number of peers are calculated for each subgroup level. The calculated parameters for the graph and subheading are submitted to the ADU. In parallel to the above process, data that change over time are also fed into the ADU. The Isolation Forest algorithm is performed to detect abnormal users in the ADU block, and the output data from the ADU are used to estimate the abnormality of each user.

These values are used to detect and separate possible malicious users from other employees.

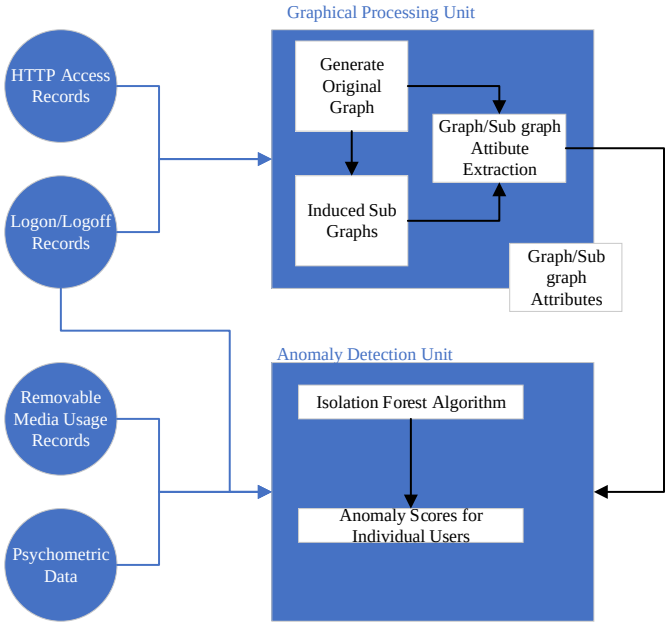


Figure 1. Machine Learning framework

UBA/UEBA systems:

The article [7] proposes an approach based on dynamic modeling. This approach uses the so-called information integration model schematically presented on Figure 2.

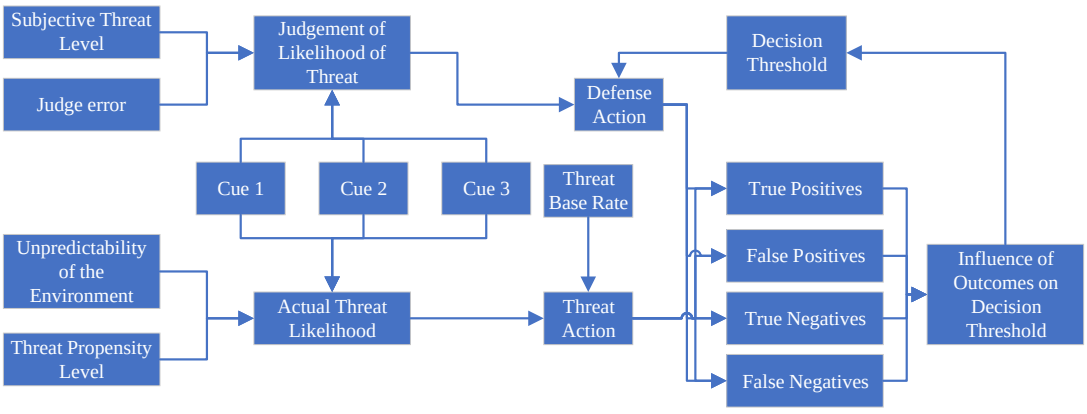


Figure 2. Dynamic modelling approach

In the model, transaction flow is part of the organization, and information workers process these transactions. Transactions handled by the firm are either "good" (no malicious impact) or "bad" (indicating possible fraud or error). There is no absolute inconsistency test, where a "positive" result always correctly indicates fraud and a "negative" result always correctly indicates no fraud. One of the tasks of the employees, in addition to simple transaction processing, is to make judgments about whether the transactions look suspicious and whether they require more careful study. They make judgments about transactions by

integrating information coming from different messages present in the transaction flow (see Figure 6, Cue 1, Cue 2 and Cue 3) and considering the complexity of transactions, the number of returns associated with a transaction and the volume of transactions.

Rule-based architectures:

Work [8] reviews the various approaches to continuous assessment (CE) to identify domestic threats that are available to the U.S. government and assesses the relevance of these approaches to situations created by such domestic threats. The CE report defines it as a verification and adjudication process that allows for the ongoing verification of an individual who has been identified as eligible for access to classified information or an occupation.

Research [9] presents a method to detect abnormal behavior by profiling users. The authors use k-average and kernel density estimation algorithms to study normal user behavior and establish normal user profiles based on behavioral data. They then compare the user behavior with the normal profiles to detect abnormal behavior patterns.

To implement the planned research, we should take the following steps:

- Make qualitative research to find any possible ways of combining all the listed methods of data processing
- To fill the data processing model by data there could be used any kinds of network transfer information.

As a result of the study of relevant works in this subject area, we can conclude that the problem of identifying insiders in the network is a difficult task and ways to solve it continue to improve, and approaches are diverse enough to come to a single way of detection, because each task is solved individually. In most of the works, the authors used the mathematical apparatus of statistical analysis technologies for detection of anomalies, clustering algorithms, and efficiency evaluation metrics were based on the evaluation of areas under the ROC-AUC (Receiver operating characteristic, Area Under the Curve) lines.

Unfortunately, the authors of the above works did not agree on the method of information processing in their solutions, the results obtained depend too much on a particular case, and the data sets used in the studies were partially synthetic, which cannot guarantee absolute accuracy in the algorithms' work. The proposed solution should ensure the intersection between the investigated areas in order to improve the functioning of insider detection methods through the idea of bringing the event handler to the distributed cluster, and storage in the NoSQL database using the graph approach and Machine Learning.

References

1. Cisco White Paper, Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html , 2018-2023 (Date of request 26.10.2020)

2. Big Data Analytics for Security Intelligence. Cloud Security Alliance. September 2013. P.1-12
3. Kotenko I.V., Ushakov I.A., Pelevin D.V., Ovramenko A.U. Hybrid database NoSQL model for network data analysis // Data Protection. Inside. 2019. № 1. P. 46-54.
4. Kotenko I.V., Saenko I.B. Creating New Generation Cybersecurity Monitoring and Management Systems // Herald of the Russian Academy of Sciences, vol.84, no.6, 2014. P.993-1001.
5. Anagi Gamachchi, Li Sun and Serdar Boztas. A Graph Based Framework for Malicious Insider Threat Detection // Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 2017.
6. Anagi Gamachchi, Li Sun and Serdar Boztas. A Graph Based Framework for Malicious Insider Threat Detection // Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 2017
7. Athul Harilal, Flavio Toffalini, Ivan Homoliak, John Castellanos, Juan Guarnizo, Soumik Mondal, Martín Ochoa. The Wolf Of SUTD (TWOS): A Dataset of Malicious Insider Threat Behavior Based on a Gamified Competition // Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA), 2018, volume: 9, number: 1 (March), pp. 1-32.
8. Luckey D. et al. Assessing Continuous Evaluation Approaches for Insider Threats: How Can the Security Posture of the US Departments and Agencies Be Improved // Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2019.
9. Udoeyop A. W. Cyber profiling for insider threat detection. – 2010. С. 263-262

УДК 004.71
ГРНТИ 49.27

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ТАКТИЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СВЕРХНАДЕЖНЫМ СЕТЯМ С УЛЬТРАМАЛЫМИ ЗАДЕРЖКАМИ

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

Тактильный Интернет – это телекоммуникационная система будущего, которая позволяет передавать тактильные ощущения человека и роботов в режиме реального времени. ***Предмет исследования.*** *Статья посвящена передаче по сетям связи тактильных ощущений в рамках концепции Тактильного Интернета (ТИ).* ***Метод.*** *В качестве метода исследования приводится анализ проблем реализации Тактильного Интернета, также основные требования к кодекам ТИ.* ***Основные результаты.*** *Приведено краткое описание некоторых проблем, связанных с реализацией концепции Тактильного Интернета, и предлагается использование перспективных сетей связи для их решения.* ***Практическая значимость.*** *На основе данной архитектуры можно достичь требуемой задержки при реализации систем Тактильного Интернета.*

тактильный Интернет, хаптик взаимодействия, тактильный кодек, архитектура сети.

Введение

В настоящий момент одним из наиболее важных направлений развития телекоммуникационной отрасли является Тактильный Интернет. Тактильный Интернет будет предоставлять среду для передачи тактильных ощущений в реальном времени.

Классификация типов тактильной информации

Концепция Тактильного Интернета подразумевает изменение сетей связи на всех уровнях функционирования для возможности дистанционной передачи тактильных ощущений. Очевидно, что Тактильный Интернет, будет поддерживать множество приложений в различных областях, однако основными приложениями сетей с реализацией требований Тактильного Интернета будут являться тактильные взаимодействия.

Тактильная информация - это информация, представляющая человеческие ощущения или сенсорную информацию человека. Посредством хаптик (haptic) взаимодействия человек может физически управлять удаленным объектом и взаимодействовать с удаленной средой.

Хаптик взаимодействия разделяется на 2 группы: тактильные и кинестетические взаимодействия, так как тактильные данные состоят из двух основных типов: тактильных и кинестетических.

Стандарт IEEE P1918.1.1

Стандарт IEEE P1918.1.1 (также известная как Целевая группа кодеков Haptic) определяет алгоритмы и схемы сокращения данных для передачи кинестетической, тактильной или комбинации кинестетической/тактильной информации.

Требования к Haptic Codec включают в себя: 1) механизмы установления связи для тактильной связи «включай и работай»; 2) кинестетические кодеки; 3) тактильные кодеки; 4) показатели субъективной оценки качества; 5) показатели объективной оценки качества; 6) эталонное программное обеспечение; 7) эталонное оборудование; 8) гаптические системы мультиплексирования.

IEEE P1918.1.1 должен обеспечивать средства для установления связи между взаимодействующими тактильными устройствами, чтобы обмениваться их возможностями и определять протоколы связи.

ТАБЛИЦА 1. Требования к кинестетическому кодеку

Требования	Тип	Примеры
Скорость передачи пакетов	Необходимый	Низкое качество взаимодействия без потерь
Минимальная	Необходимый	В идеале, нет алгоритмической

алгоритмическая задержка		задержки
Схема управления (задержка настраиваемая/ адаптируемая)	Необходимый	Нет или одна схема управления должна быть определена
Возможность реального времени	Необходимый	Сложность кодера
Многоточечная поддержка	Необязательный	Сильно коррелирует со сложными сценариями

IEEE P1918.1.1 должны предусматривать средства для тактильной передачи тактильных данных.

ТАБЛИЦА 2. Требования к тактильному кодеку

Требования	Тип	Примеры
Поддержка одной точки/нескольких точек	Необходимый	Единственный датчик, искусственная кожа
Битрейт контроль	Необходимый	Низкое качество взаимодействия без потерь
Максимальная алгоритмическая задержка	Необходимый	Например, 50 мс
Возможность реального времени	Необходимый	Сложность кодера

Особенности создания кодека с учетом задержки в 1 мс

Взаимодействие тактильных ощущений может происходить в режиме реального времени, только если сеть обеспечит задержку меньше, чем соответствующая физиологическая константа времени.

Задача выполнения требований по величине задержки в 1 мс накладывает большие ограничения на системно-сетевые решения по построению сетей связи. Например, существующая структура сотовой сети не может быть использована, поскольку даже последняя версия сети 4G может обеспечивать взаимодействие с задержкой из конца в конец не менее чем 20 мс.

Архитектура перспективных сетей связи

Ожидается, что в сетях связи пятого поколения 5G за счет внедрения новых технологий телекоммуникаций, таких как программно-конфигурируемые сети (SDN), виртуализация сетевых функций (NFV) и мобильные граничные вычисления (MEC) возможно будет уменьшить круговую задержку, но все-таки не до 1 мс. Большие надежды возлагаются на MEC, поскольку конечному пользователю предоставляется возможность обмениваться данными с облаком, расположенным на границе сотовой сети (на сети радиодоступа (RAN)). Это позволяет использовать все возможности облачных вычислений на расстоянии

одного перехода от конечного пользователя и, таким образом, уменьшает круговую задержку.

Для достижения необходимых значений для задержки и уменьшения затрат на построение сети был предложен алгоритм оптимизации в [1], основанный на рое сальп [2], для построения сети SDN.

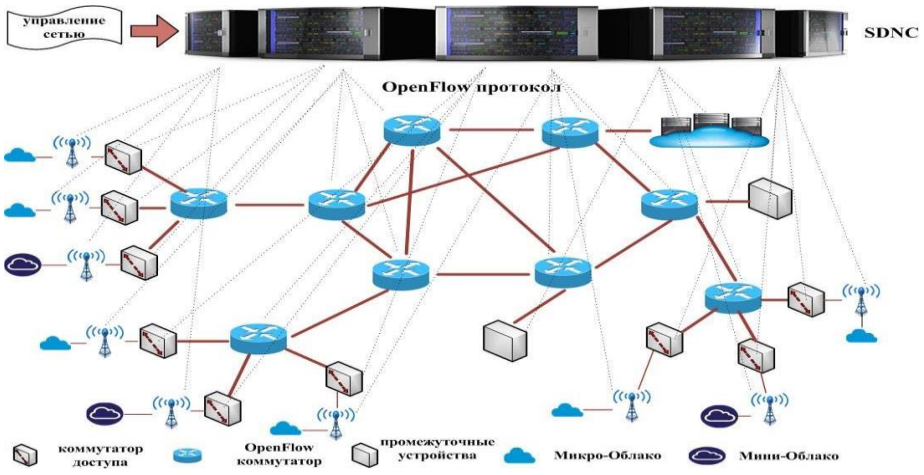


Рис.1. Структура сети предоставления услуг из конца в конец

Важнейшей частью предложенной архитектуры является центральный контроллер (SDNC), который может выполнять функции и операции на уровне управления. SDNC имеет и поддерживает в актуальном виде глобальную информацию о пограничных устройствах и устройствах ядра сети: коммутаторах OpenFlow, коммутаторах доступа, промежуточных устройствах, сетях доступа RAN и облачных устройствах и платформах. SDNC управляет всеми периферийными устройствами и устройствами ядра сети, которые прописаны в протоколе OpenFlow.

Заключение

В связи с широкими перспективами практического применения технологий Тактильного Интернета, исследования, посвященные созданию тактильного кодека, в настоящий момент идут достаточно активно. Однако все еще остается ряд вопросов, которые исследователям предстоит решить.

Список используемых источников:

1. Атея А.А. Исследование и разработка методов построения сетей связи пятого поколения 5G, обеспечивающих выполнение требований концепции Тактильного Интернета. Автореферат диссертации. 2019.

2. A. Ateya, A. Muthanna, A. Vybornova, A.D. Algarni, A. Abuarqoub, Y. Koucheryavy, A. Koucheryavy. Chaotic Salp Swarm Algorithm for SDN Multicontroller Networks // Engineering Science and Technology, an International Journal, Elsevier, 2019.

3. Fettweis G. The Tactile Internet: Applications and Challenges // lEEE Veh. Technol. Mag. 2014. Vol. 9, No. 1. P. 64-70.

4. Ateya A.A., Vybornova A., Kirichek R., Koucheryavy A. Multilevel cloud based Tactile Internet system // Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). Bongpyeong, Korea, 19-22 February 2017. P. 105-110.

5. A. Ateya, A. Muthanna, A. Vybornova, A.D. Algarni, A. Abuarqoub, Y. Koucheryavy, A. Koucheryavy. Chaotic Salp Swarm Algorithm for SDN Multicontroller Networks // Engineering Science and Technology, an International Journal, Elsevier, 2019.

6. Атея А.А., Выборнова А.И., Кучерявый А.Е. Многоуровневая облачная архитектура для услуг Тактильного Интернета // Электросвязь. 2017. № 2. С. 26-30.

7. Кучерявый А. Е., Бородин А. С., Киричек Р. В. Сети связи 2030 // Электросвязь. 2018. № 11. С. 52-56

8. E. Steinbach et al., Haptic Codecs for the Tactile Internet. Proceedings of the IEEE, vol. 107, no. 2, pp. 447-470, Feb. 2019.

9. A. Bhardwaj et al., “A candidate hardware and software reference setup for kinesthetic codec standardization,” in IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and Gaming, 2017.

Sapunova E.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Analysis of Methods for Transmitting Tactile Information on Ultra-Reliable Low-Latency Networks.

The tactile Internet is the telecommunication system of the future that allows the tactile sensations of humans and robots to be transmitted in real time. ***Research subject.*** *The article is devoted to the transmission of tactile sensations over communication networks within the framework of the Tactile Internet (TI) concept.* ***Method.*** *As a research method, the analysis of the problems of the implementation of the Tactile Internet, as well as the basic requirements for TI codecs, is given.* ***Core results.*** *A brief description of some of the problems associated with the implementation of the concept of the Tactile Internet is given, and the use of promising communication networks for their solution is proposed.* ***Practical relevance****. Based on this architecture, the required latency can be achieved when implementing Tactile Internet systems.*

Key words: Tactile Internet, haptic interactions, tactile codec, network architecture.

УДК 004.7, 621.391
ГРНТИ 49.03.11

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ СЕТЕВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ УСТРОЙСТВ IOT НА ОСНОВЕ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ФЛЕШ-ПАМЯТИ В РАДИОСЕТЯХ

К. А. Сухецкий, С. С. Владимиров
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Работа представляет лабораторный стенд для исследования принципов и протоколов сетевой идентификации устройств IoT на основе деградированной флеш-памяти в радиосетях. Разработана структурная схема стенда. Выполнен выбор аппаратной базы и технологии радиообмена сообщениями между узлами стенда с учетом особенностей исследований. Представлен сценарий работы стенда при проведении исследований протокола идентификации. Намечены направления дальнейшего совершенствования стенда.

лабораторный стенд, IoT, идентификация устройств, деградированная память

В настоящее время в задачах организации и автоматизации различных сфер жизни в мире все большую популярность набирает такая концепция как «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT), согласно которой различные устройства (бытовая техника, потребительская электроника, компьютеры) объединяются в общую сеть и взаимодействуют друг с другом. Для этого устройства, которые ранее не имели продвинутых вычислительных и коммуникационных возможностей, делают «умными», встраивая в них управляющие микроконтроллеры и специальное программное обеспечение, после чего они получают возможность самостоятельно собирать информацию, обмениваться ей и принимать решения на её основе [1, 2].

Для безопасного взаимодействия устройства должны в любой момент времени иметь возможность однозначно идентифицировать друг друга, передавая информацию о себе на разных этапах обмена сообщениями [3]. Наибольшее распространение к настоящему времени получили MAC-адреса – аппаратные идентификаторы, присваиваемые производителем и записываемые в память сетевой карты устройства [4, 5]. Надежность использования MAC-адресов всегда была актуальным вопросом с точки зрения сетевой безопасности из-за относительной простоты их подмены [6-8].

Возможной альтернативой MAC-адресам является возможность различать устройства в сети на основе уникальных идентификаторов [9-13]. В частности, за основу берется некий уникальный набор символов, который формируется непосредственно на устройстве и является

результатом последовательности случайных процессов в структуре одного из электронных компонентов.

В качестве такого компонента предлагается использовать флэш-память (ФП), используемую практически во всех современных электронных устройствах. При множественных циклах перезаписи ФП – отдельные ее ячейки деградируют и перестают возвращаться в свое исходное состояние. Таким образом, при достаточно большом количестве подобных циклов – можно добиться устойчивого «рисунка» деградировавших ячеек памяти в отдельно взятом участке памяти [12-15]. Именно этот «рисунок» (а точнее – массив байт данного участка ФП) можно в дальнейшем использовать в качестве идентификатора (ID) для однозначной идентификации устройства.

Для обеспечения безопасной взаимной сетевой идентификации устройств, в сети формируется база уникальных идентификаторов, в которой каждому идентификатору (массиву байт данный деградировавшего участка памяти) ставится в соответствие сетевой адрес устройства, в которое встроена данная микросхема памяти.

На рис. 1 представлен процесс установления соединения между устройством IoT и базовой станцией, с их взаимной идентификацией по массиву байт данных деградировавшего блока флэш-памяти [16].

Для изучения рассмотренного метода идентификации на реальном оборудовании решено разработать специальный лабораторный стенд.

Поскольку основным способом взаимодействия устройств в современном Интернете Вещей является радиосеть, то и узлы стенда взаимодействуют посредством радиоканалов.

Блок-схема предлагаемого лабораторного стенда показана на рис. 2.

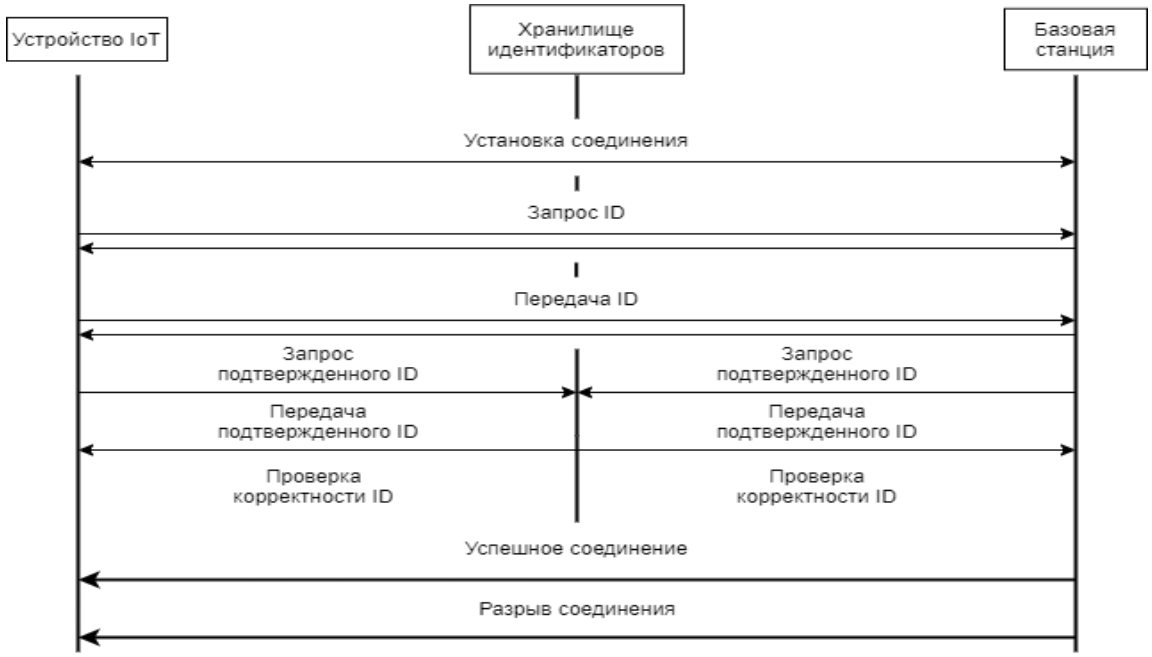


Рис. 1. Процедура взаимной идентификации сетевых устройств

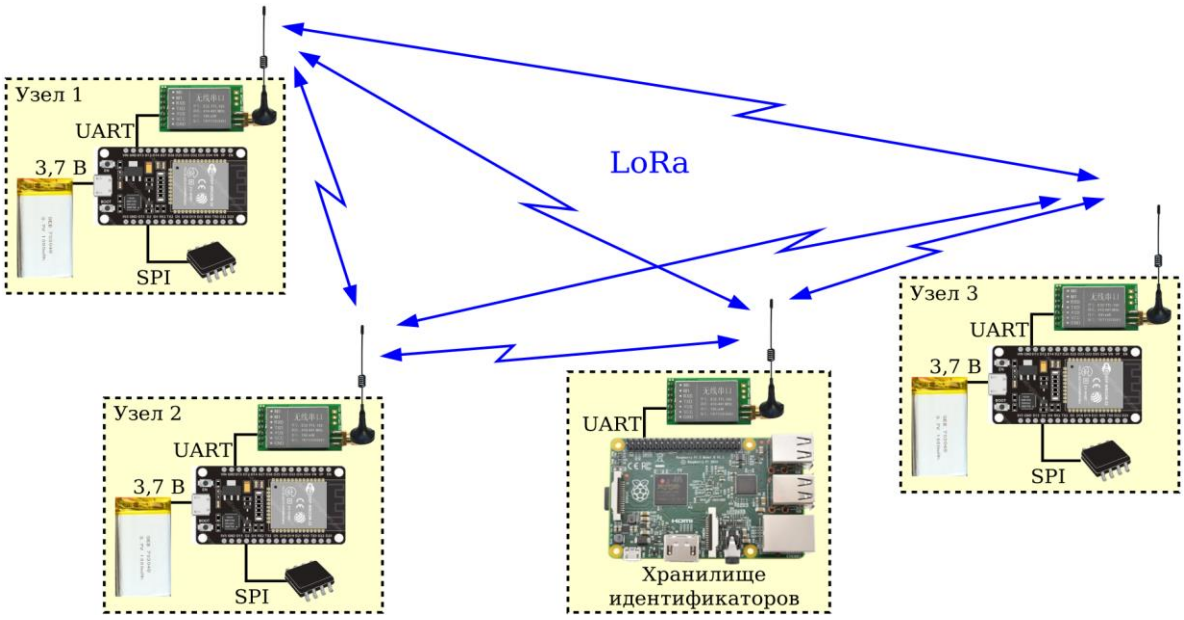


Рис. 2. Блок-схема лабораторного стенда для исследования метода идентификации

Стенд включает в себя три оконечных узла, имитирующих работу устройств IoT, и хранилище идентификаторов. Оконечные узлы реализуются на базе микроконтроллеров ESP32, с подключенными к ним источником питания, панелью для подключения деградированной флеш-памяти и радиотрансивером. Хранилище идентификаторов базируется на микрокомпьютере Raspberry Pi с аналогичным радиотрансивером.

В качестве технологии радиопередачи было решено использовать технологию LoRa, обеспечивающую передачу данных на расстояние более 1 км, что дает возможность тестировать различные сценарии идентификации устройств. Для построения стенда выбраны трансиверы LoRa E32-433T20DT на чипе SX1278 с всенаправленными антеннами. Они работают в разрешенном для свободного использования 434 МГц частотном диапазоне LPD.

Согласно процедуре идентификации (рис. 1) узел-инициатор отправляет другому узлу запрос на соединение, при этом содержимому пакета соответствует ID данного устройства. Получатель данного пакета отправляет ответное сообщение, вкладывая внутрь пакета собственный ID. После этого, каждый участник сессии обращается к хранилищу идентификаторов, запрашивая ID, соответствующий сетевому адресу второго участника, и сравнивает полученный ранее ID с ID из хранилища. Если идентификаторы совпали, то производится установка сессии, в противном случае соединение разрывается и в лог записывается отметка о несовпадении идентификатора.

В дальнейшем, на протяжении сессии устройства могут запрашивать укороченную версию ID собеседника, для периодического взаимного подтверждения подлинности устройств.

В ходе работы с данным стендом предоставляется возможность на практике разобрать процессы установки соединения и идентификации устройств в сетях передачи данных. Стенд предоставляет возможность отрабатывать логику и структуру протокола идентификации в реальных радиоканалах, позволяя учесть особенности реальной радиопередачи в том числе в условиях помеховой обстановки. Для обеспечения возможности внесения помех в радиоканал в стенд должно быть добавлено отдельное устройство (постановщик помех), работающее в том же частотном диапазоне, что и трансиверы стенда.

В дальнейшем предполагается расширять возможности стенда, реализуя интерфейсы для пользовательского взаимодействия с различными устройствами (ПК, смартфоны и т.д.), разработать полноценный протокол идентификации и протестировать его работу в различных сценариях использования.

Список использованных источников

1. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич, 2011. 312 с.
2. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
3. Соколов М. Н., Смолянинова К. А., Якушева Н. А. Проблемы безопасности интернет вещей: обзор // Вопросы кибербезопасности. № 5 (13). 2015. С. 32–35.
4. Аль-Бахри М. С., Киричек Р. В., Бородин А. С. Архитектура цифровых объектов как основа идентификации в эпоху цифровой экономики // Электросвязь. 2019. № 1. С. 12–22.
5. Цифровая идентификация объектов: технология и не только / Фонд содействия развитию интернета «Фонд поддержки интернет»; под ред. М.А. Медриша. – М.: АНО Издательский Дом «Научное обозрение», 2016. – 228 с.
6. Киричек Р.В., Петриков А.В. Проблемы сетевой безопасности в Интернете вещей // Сб. тр. V Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». – 2016. – С. 391–394.
7. Зернов П. Интернет вещей (IoT): возможности и потенциальные угрозы безопасности // Технологии и средства связи. – 2015. – № 5. – С. 46–47.
8. Leloglu E. A Review of Security Concerns in Internet of Things // Journal of Computer and Communications. 2017. Iss. 5. P. 121–136.
9. DeJean G., Kirovski D. RF-DNA: Radio-Frequency Certificates of Authenticity // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4727. 2007. P. 346–363.
10. Wang Y., Yu W., Wu S., Malysa G., Suh G.E., Kan E.C. Flash Memory for Ubiquitous Hardware Security Functions: True Random Number Generation and Device Fingerprints // Proceedings of the 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy. 2012. P. 33−47.
11. Jia S., Xia L., Wang Z., Lin J., Zhang G., Ji Y. Extracting Robust Keys from NAND Flash Physical Unclonable Functions // Lecture Notes in Computer Science. 2015. Vol. 9290. P. 437−454.
12. Jakobsson M., Johansson K.-A. Unspoofable Device Identity Using NAND Flash Memory [Electronic resource] // SecurityWeek: [site]. URL:

http://www.securityweek.com/unspoofable-device-identity-using-nand-flash-memory (Accessed date: 18.11.2020).

13. Владимиров С. С., Киричек Р. В. Методика идентификации устройств интернета вещей на основе принудительной деградации участка флеш-памяти // Электросвязь. 2017. № 2. С. 32–35.

14. Vladimirov S., Kirichek R. The IoT Identification Procedure Based on the Degraded Flash Memory Sector // Lecture Notes in Computer Science. 2017. Vol. 10531. P. 66–74.

15. Vladimirov S.S., Pirmagomedov R., Kirichek R., Koucheryavy A. Unique Degradation of Flash Memory as an Identifier of ICT Device // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 107626–107634.

16. Владимиров С. С., Берестовой Д. М. Протокол идентификации устройств Интернета вещей методом деградированной флэш-памяти // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8. № 2. С. 22–26.

Sukhetskiy K., Vladimirov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Development of a Laboratory Testbed for IoT Devices Network Identification Based on Degraded Flash Memory in Radio Networks.

The work presents a laboratory testbed for studying the principles and protocols of network identification of IoT devices based on degraded flash memory in radio networks. The schematic structure of the stand has been developed. The choice of the hardware base and technology of radio exchange between the nodes of the stand was made, taking into account the peculiarities of the research. The scenario of the stand operation during the research of the identification protocol is presented. The directions for further improvement of the stand are outlined.

Key words: laboratory testbed, IoT, device identification, degraded memory

УДК 004.415.538
ГРНТИ 50.01.81

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТОЧЕК РАЗЛАДКИ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЛОЖЕНИЯ

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

В статье развивается идея использования метрик, собранных в процессе прохождения функциональных авто-тестов, для анализа производительности приложения. Извлечение своевременной и полезной информации из огромного объема полученных данных невозможно без реализации системы детектирования точек разладки во временных рядах, характеризующих быстродействие приложения. В статье приводится описание системы сбора данных, анализируются подходящие методы детектирования точек разладки и выбросов, подходящих под особенности систем непрерывной интеграции требуемого масштаба. Демонстрируются

результаты практического применения выбранных методов, доказывается перспективность дальнейшей разработки системы анализа.

QA, performance testing, анализ результатов прохождения тестов, детектирование точек разладки, Data mining

В условиях конкуренции на современном рынке ПО необходимо уделять внимание тестированию производительности. Это довольно трудозатратный процесс, для оптимизации которого родилась идея использования собранных при прохождении многочисленных функциональных тестов метрик для анализа быстродействия приложения [1]. Применение такого подхода позволит осуществлять постоянный мониторинг изменения быстродействия приложения в процессе его разработки. Использование таких больших объемов данных непосредственно не представляется возможным. Необходимо реализовать автоматическую систему Data mining, позволяющую детектировать точки разладки и точки выбросов во временных рядах, характеризующих производительность приложения. Точкой разладки является точка изменения вероятностной характеристики наблюдаемого процесса. Выбросом является точка, выделяющаяся из ряда.

Рассмотрим проект авто-тестов, для которого предполагается внедрение разрабатываемой системы. На основе этого проекта будет проверяться эффективность подхода и возможность интеграции полученной системы мониторинга в другие аналогичные проекты.

Для организации процесса непрерывной интеграции, как практики разработки ПО, для тестируемого приложения разрабатывается проект автоматических тестов UI. Они реализуются с использованием Java, Selenium (в качестве инструмента автоматизированного управления браузерами) и Selenoid, который является реализацией Selenium hub с использованием Docker (программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации) для запуска браузеров.

При организации тестирования производительности необходимо осуществить выбор метрики, которая характеризует быстродействие приложения. В случае, если в качестве нагрузки используются функциональные тесты, проще всего собирать данные времени прохождения тестов. Для этого был написан специальный программный модуль, позволяющий осуществлять агрегирование времени прохождения тестов без учета шагов тестирования, направленных на подготовку теста. Таких как, например, запуск контейнера с браузером с использованием Selenoid. Эти шаги вносят дополнительную погрешность и не имеют ценности с точки зрения оценки производительности тестируемого приложения. Собранные метрики хранятся в центральной базе данных, с

которой далее и будет работать система анализа. Таким образом, сбор метрик может осуществляться в распределенной системе тестирования.

Упрощенно тестовый стенд представлен в виде схемы (рис.1).

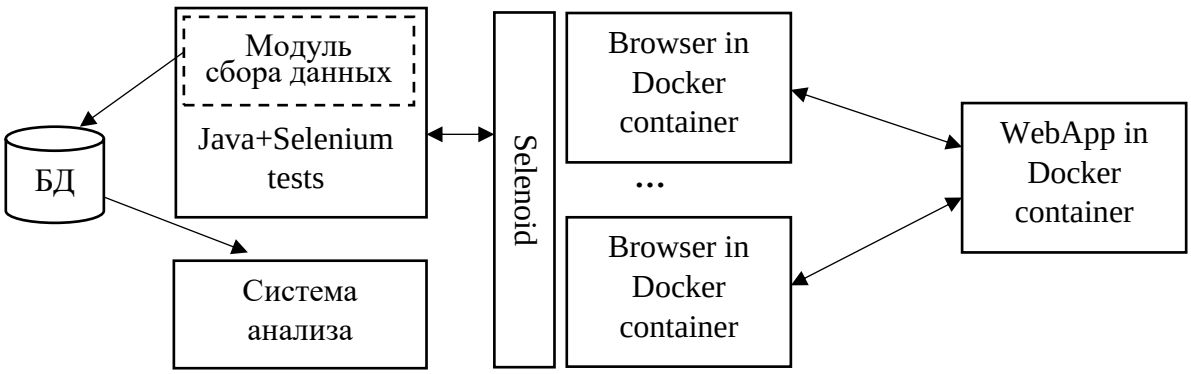


Рис.1 Схема стенда для автоматического функционального тестирования.

Рассмотрим инструменты, позволяющие решить задачу детектирования аномалий во временном ряду. Начнем с выбора метода детектирования точек разладки.

Один из подходов базируется на идее наилучшего разбиения, например, ED-PELT [2] успешно применяется для детектирования точек разладки во временных рядах, характеризующих производительность. Особенностью такого подхода является необходимость наличия большого количества измерений (не менее 10 между детектированными точками). Система непрерывной интеграции, для которой осуществляется подбор метод анализа данных в этой статье, не может предоставить такого количества отсчетов, что является характерным для ряда систем подобного масштаба.

Другой подход для обнаружения точек разладки состоит в вычислении разницы поведения временного ряда в перемещающихся друг относительно друга окнах. Поведение процесса каждого окна может характеризоваться распределением вероятности, частоты или других характеристик случайных процессов. Подобные методы называют абсолютными, т.к. они не делают явного предположения относительно характера поведения временного ряда. В библиотеке Yahoo EGADS [3] предлагается использовать относительные или модельные методы. В таких методах предполагается использовать ожидаемые значения временного ряда, полученные с помощью одной из моделей прогнозирования. В частности, происходит расчет последовательности отклонения реальных величин от прогнозируемых. И затем к этой последовательности применяется абсолютный метод детектирования точек разладки. В реализации метода используется ядерная оценка плотности для непараметрической оценки распределения отклонения реального ряда и

расстояние Кульбака - Лейблера для измерения изменения в распределении.

Применение модельного подхода позволяет уменьшить количество ошибок второго рода, т.к. фиксируются только те точки разладки, происхождение которых не может быть объяснено моделью прогнозирования. Это может быть полезно, например, в случае регулярного изменения доступных ресурсов серверов, на которых производится тестирование (увеличение их количества в выходные или ночью).

Перечисленные преимущества стали причиной выбора именно этого метода.

Далее необходимо выбрать алгоритм поиска выбросов. Основным требованием в данном случае будет максимальная скорость реакции системы на появление выброса и его детектирование в силу небольшого числа доступных отсчетов системы (о чем говорилось ранее). Детектировать проблему с производительностью требуется сразу, а не после нескольких дополнительных запусков тестов. Такому критерию соответствует метод, основанный на сравнении прогнозируемых и реальных значений временного ряда. Данные, полученные от модели ряда, сравниваются с реальными значениями с использованием метрики, характеризующей их различие. В частности, может быть использована относительная ошибка прогнозирования (1).

$$RE_t = \frac{x_t - u_t}{u_t} \quad (1)$$

Где u_t – прогнозируемый ряд, x_t – реальный ряд.

Далее при превышении ошибкой определенного порога фиксируется наличие выброса.

Определение порога в данном случае является важной задачей. В библиотеке EGADS реализовано два метода.

Первый базируется на предположении о нормальном распределении ряда метрики отклонения от прогноза. В этом случаем применяется так называемое «правило 3-х сигм» – 99,73% лежит в окрестности 3-х стандартных отклонений от среднего значения ряда. Исходя из этого и вычисляется требуемый порог для метрики отклонения.

Второй подход является непараметрическим и полезен в случае, когда метрика отклонения не распределена нормально.

Основная идея состоит в том, чтобы найти области низкой плотности распределения метрики отклонения. Один из подходов заключается в использовании алгоритма, такого как Local Outlier Factor (LOF), который основан на концепции локальной плотности, где локальность задается ближайшими соседями, расстояние которых используется для оценки плотности. Сравнивая локальную плотность объекта с локальными плотностями его соседей, можно выделить области

с аналогичной плотностью и точки, имеющие существенно меньшую плотность, чем их соседи. Они считаются выбросами. Минусом такого подхода является наличие не интерпретируемых результатов. При сильных флуктуациях обнаружение выбросов будет затруднено. Чувствительность метода на разных участках временного ряда может отличаться в силу локальности метода. Тем не менее был выбран именно этот метод в силу отсутствия требования о нормальном распределении ряда метрики отклонения от прогноза.

В качестве метода прогнозирования, используемого как при поиске выбросов, так и точек разладки применяется метод скользящего среднего. Учитывая предполагаемую постоянность метрик, он вполне удовлетворяет требованиям системы мониторинга.

Была проведена практическая проверка эффективности работы описанных методов применительно к времени прохождения функциональных тестов. Проверка проведена на основе данных, собранных по четырем функциональным тестам. Алгоритмы поиска выбросов и точек разладки проверяются отдельно, но при практическом использовании предполагается их совместное применение. Реализации методов анализа используются из библиотеки EGADS.

Далее приведены примеры детектирования точек разладки методом на основе ядерной оценки плотности, описанного выше.

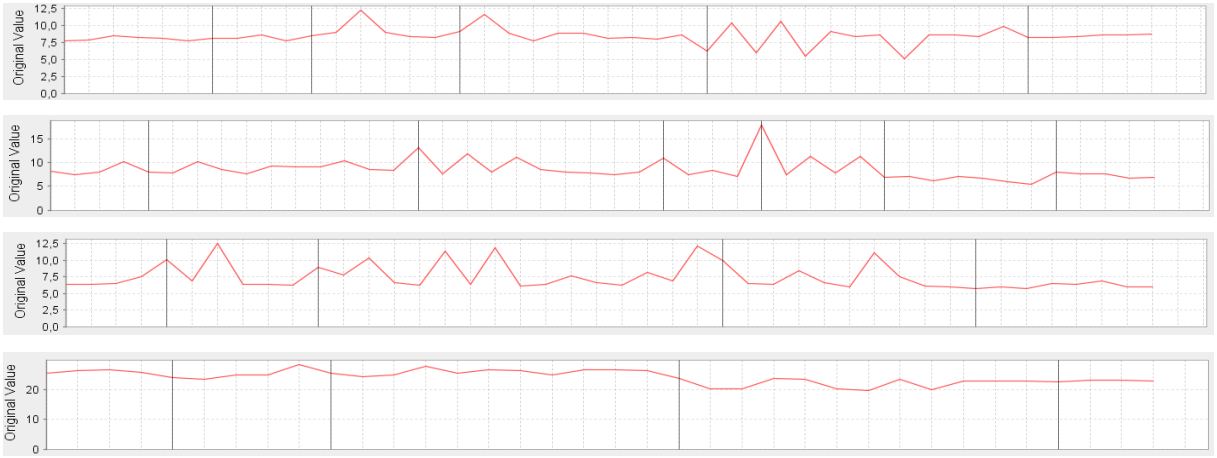


Рис.2 Точки разладки во временных рядах, характеризующих производительность тестируемого приложения

Как видно на рис.2, метод поиска точек разладки позволяет выделить интервалы временного ряда, имеющие различные вероятностные характеристики, и тем самым контролировать изменения в производительности тестируемого приложения или тестового окружения (например, перегрузки тестового сервера).

Приведем примеры детектирования выбросов непараметрическим методом LOF, описанным ранее.

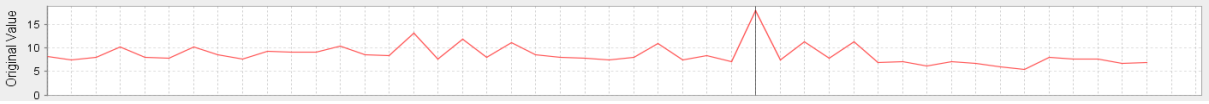


Рис.3 Точки выбросов во временных рядах, характеризующих производительность тестируемого приложения

На рис. 3 видно, что выбросы детектируются эффективно, что свидетельствует о целесообразности применения этого алгоритма.

Таким образом, применение методов детектирования точек разладки и выбросов позволяет реализовать систему автоматического мониторинга и извлечения полезной информации о быстродействии приложения из большого количества данных, собранных в процессе прохождения функциональных тестов. Это оптимизирует процесс тестирования производительности, дополнив его мощным источником дополнительной информации из уже существующих функциональных тестов. Следующим шагом будет разработка алгоритма приоритизации обнаруженных аномалий для эффективного распределения внимания инженера между ними.

Список используемых источников

1. А.Б. Гольдштейн, Д.А. Терентьев, Использование результатов функциональных авто-тестов для анализа производительности приложения, Сборник научных статей АПИНО, 2020

2. Andrey Akinshin, Implementation of efficient algorithm for changepoint detection: ED-PELT, October 07, 2019 [Электронный ресурс] – https://aakinshin.net/posts/edpelt/ (дата обращения: 16.08.2020)

3. Nikolay Laptev, Saeed Amizadeh, Ian Flint, Generic and Scalable Framework for Automated Time-series Anomaly Detection, KDD 2015 [Электронный ресурс] – https://s.yimg.com/ge/labs/v2/uploads/kdd2015.pdf (дата обращения: 16.08.2020)

Terentev D.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

The Change Points Detection in Time Series that Characterize Application Performance.

The article suggests using the additionally collected during functional testing data to analyze the performance of the developed application. Useful information extraction from a huge amount of data is impossible without the change points detection system implementation for performance time series. The article describes the data collection system and analyzes suitable methods for detecting change points and outliers suitable for the required scale continuous integration system. The results of selected methods testing are demonstrated. So the further development prospects of such performance analysis system are proved.

Key words: *QA, performance testing, analysis of test results, change points detection, data mining*

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В ПРИЛОЖЕНИЯХ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА БАЗЕ VUFORIA SDK

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

В данной статье рассмотрено использование Vuforia Web Services (VWS) API и сервиса Vuforia Cloud Recognition в приложениях дополненной реальности на базе платформы Unity для получения целевых изображений и метаданных из облачной базы данных. Представлено сравнение и целесообразность применения Device Database и Cloud Database. Описаны HTTP-запросы к сервису Vuforia, приведен формат поля заголовка авторизации и код для успешного взаимодействия с облачной базой данных.

дополненная реальность, Vuforia SDK, Unity, Cloud Image Target, Vuforia Web Services API, Vuforia Cloud Recognition.

С недавних пор выпуск инструментов для разработки программного обеспечения ARKit и ARCore от ведущих IT-компаний, таких как Apple Inc. и Google Inc., позволил повысить известность приложений дополненной реальности, при этом ранее существовали другие платформы и инструментарии разработчика ПО. Одним из них является Vuforia SDK, в связи с заключением партнерского соглашения между компаниями Unity Technologies и PTC, AR-платформа интегрирована в игровой движок Unity.

Среда разработки игровых приложений Unity с установленным компонентом Vuforia Augmented Reality Support предоставляет пользователю возможность разработки кроссплатформенных мобильных приложений дополненной реальности. Алгоритм работы приложений ДР включает в себя этап идентификации и анализа изображения, получаемого с оптического сканера. При этом в качестве распознаваемой метки («Image target») используется одно из заранее добавленных в базу данных.

Vuforia Engine предоставляет возможность работы с целевыми базами данных трех типов [1]:

– Базы данных, хранящиеся на устройстве, не требуя сетевого подключения во время работы приложения.
– Облачные базы данных хранят метки удаленно в сервисе Vuforia Cloud Recognition. Запрос и извлечение меток осуществляется посредством использования HTTP-соединения.
– Базы данных VuMark хранят штрих-коды нового поколения VuMarks на устройстве.

За счет того, что в реальных условиях количество распознаваемых объектов значительно превышает возможные тестовые условия, в

многопользовательском приложении ДР целесообразно использовать облачную базу данных [2], исходя из критериев, приведенных в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1 - Сравнение облачной базы данных и базы данных на устройстве

Критерий	База данных на устройстве	Облачная база данных
Максимальное количество меток	1000 целей	Миллионы целей
Наличие метаданных	Метаданные не поддерживаются	Цели могут содержать до 2 Мб метаданных [3]
Наличие сетевого подключения на устройстве конечного пользователя	Сетевое соединение не требуется для обнаружения	Для распознавания требуется сетевое соединение
Время обнаружения	В пределах двух-трех кадров	Время отклика зависит от состояния сети
Количество активных баз данных	Могут быть активны несколько баз данных (всего не более 1000 целей)	Все изображения расположены в единой облачной БД
Одновременное отслеживание	Позволяет одновременно отслеживать несколько целей разных типов	Cloud Recognition не поддерживает одновременное отслеживание изображений, а облачные базы данных поддерживают только Image Targets
Условия использования	Свободное использование	Стоимость определяется целями использования

Выбор используемой базы данных влияет на проектирование решения. Сервис Vuforia Cloud Recognition предусматривает новые объекты для моделирования и разработки приложения: «Cloud Image Target», «Cloud Recognition» (рис. 1).

Платформа поддерживает C# скрипты, которые можно использовать в качестве обработчиков событий объектов.

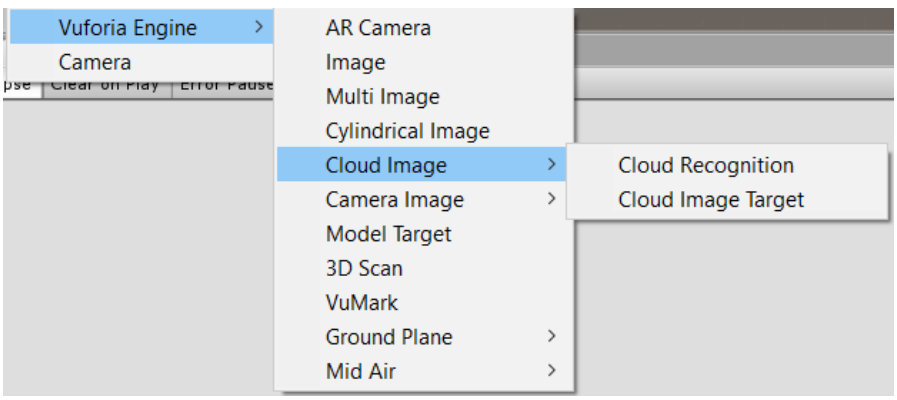


Рис. 1. Объекты Vuforia Cloud Recognition

Vuforia Web Services (VWS) API – это RESTful API, созданный на основе протокола HTTP. В личном кабинете разработчика для каждой облачной базы данных сгенерированы ключи клиентского доступа и доступа к серверу. Ключ доступа к серверу используется VWS для запроса, загрузки и управления изображениями в базе данных. Ключ доступа к серверу предоставляет права как на чтение, так и на запись данных в базу. Ключ доступа клиента позволяет приложению запрашивать в базе данные для распознавания изображений, то есть права ограничены только чтением. Ключ клиентского доступа встроен в приложение и передается Vuforia Engine во время инициализации TargetFinder (рис. 2).

Рис. 2. Ввод ключей клиентского доступа

API-интерфейсы Cloud Recognition доступны из класса ObjectTracker путем вызова процедуры getTargetFinder() – рис. 3. Класс TargetFinder управляет выполнением запросов и обработкой их результатов, а обнаруженные события распознавания управляются классом CloudRecoSearchResult [4].

```
public void OnInitialized()
{
    Debug.Log("Cloud Reco initialized successfully.");

    m_ObjectTracker = TrackerManager.Instance.GetTracker<ObjectTracker>();
    m_TargetFinder = m_ObjectTracker.GetTargetFinder<ImageTargetFinder>();
}
```

Рис. 3. Вызов процедуры getTargetFinder()

С целью обеспечения безопасности соединения с веб-сервисами Vuforia применяется TLS-рукопожатие. Для использования VWS API все вызовы должны включать поле заголовка авторизации. Формат поля приведен на рис. 4, где access_key – это ключ доступа к серверу, а signature – строка, полученная в результате соединения секретного ключа и полей (рис. 5):

- httpAction – тип HTTP-запроса.
- contentMD5 – шестнадцатеричный хэш MD5 тела запроса.
- contentType – тип содержимого тела запроса.
- date – текущая дата согласно RFC 2616, раздел 3.3.1, формат даты RFC 1123.

– requestPath – путь, включающий URL-адрес хоста.

```
headers["Authorization"]=string.Format("VWS {0}:{1}", access_key, signature);
```

Рис. 4. Поле заголовка авторизации

```
string stringToSign = string.Format("{0}\n{1}\n{2}\n{3}\n{4}", httpAction, contentMD5, contentType, date, requestPath);

HMACSHA1 sha1 = new HMACSHA1(System.Text.Encoding.ASCII.GetBytes(secret_key));
byte[] sha1Bytes = System.Text.Encoding.ASCII.GetBytes(stringToSign);
MemoryStream stream = new MemoryStream(sha1Bytes);
byte[] sha1Hash = sha1.ComputeHash(stream);
string signature = System.Convert.ToBase64String(sha1Hash);
```

Рис. 5. Код получения поля «signature»

VWS API позволяет пользователям программно загружать новые целевые изображения в облачную базу данных, а также обновлять существующие целевые изображения и их метаданные. Операции загрузки и обновления выполняются с помощью HTTPS-запросов POST и PUT. Выполнение этих запросов может потребовать дополнительного времени для завершения, поскольку при добавлении метки происходит оценка изображения и выделение уникальных участков для распознавания (рис. 6).

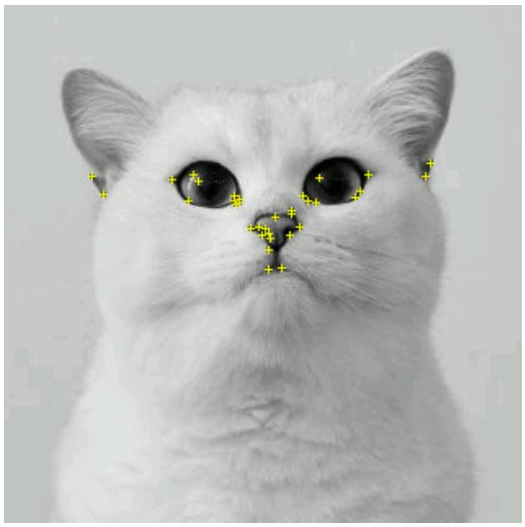


Рис. 6. Изображение метки с отмеченными особенностями

При проектировании приложения следует учитывать рекомендации не выполнять запросы к API VWS из приложения, поскольку это может привести к прерыванию обслуживания в случае превышения квоты запросов. Вместо этого следует ретранслировать запросы через сервер шлюза. Это позволит управлять объемом запросов приложения и предотвратить неожиданное поведение приложения, вызывающее прерывание или завершение работы службы.

Заключение

Как результат успешной работы разработанного приложения в Unity с использованием облачной базы данных Vuforia, на рисунке 6 представлено

дополнение реальной среды анимированной 3D-моделью. Варианты дальнейшего развития зависят от конкретных целей использования технологий ДР.

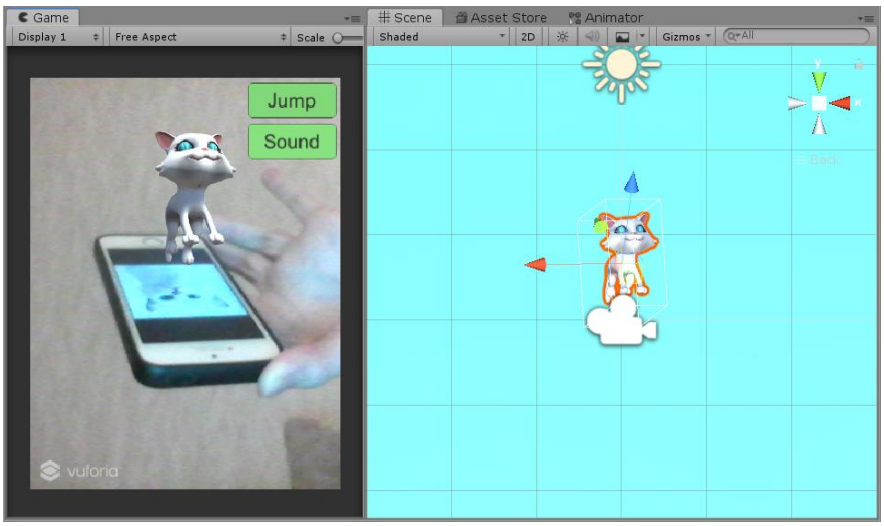


Рис. 6. Пример разработанного приложения ДР, метки которого хранятся в облачной БД

Список используемых источников

1. Comparison of Device and Cloud Databases [Электронный ресурс]. URL: https://library.vuforia.com/articles/Solution/Comparison-of-Device-and-Cloud-Databases.html
2. Cloud Recognition [Электронный ресурс]. URL: https://library.vuforia.com/articles/Training/Cloud-Recognition-Guide
3. Vuforia Web Services (VWS) API [Электронный ресурс]. URL: https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/articles/Training/Using-the-VWS-API.html112079
4. How to Use Cloud Recognition [Электронный ресурс]. URL: https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/articles/Solution/How-To-Implement-Cloud-Reco.html
5. Vuforia Web Services [Электронный ресурс]. URL: https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/articles/Training/Using-the-VWS-API.htm

Sharlaeva M.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Using a Cloud Database in Augmented Reality Applications Based on Vuforia SDK.
This article explores the use of the Vuforia Web Services (VWS) API and Vuforia Cloud Recognition service in augmented reality applications based on Unity platform for getting image targets images and metadata from cloud database. Comparison and expediency of application of using Device Database and Cloud Database are presented. The HTTP requests to the Vuforia service are described, the format of the authorization header field and the code for successful interaction with the cloud database are given.

Key words: Augmented reality, Vuforia SDK, Unity, Cloud Image Target, Vuforia Web Services API, Vuforia Cloud Recognition.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.056
ГРНТИ 50.53.01

АВТОМАТИЗАЦИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ

А. М. Адуевский, К. В. Кучеревский, М. Ю. Савин, Д. В. Соловьев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением автоматизированного аудита информационных систем с помощью нейросетей. Произведен обзор и дано определение нейронных сетей, аудита информационной безопасности. Представлена общая структура автоматизированной системы проведения экспертного аудита. Обозначены отдельные положения метода, предназначенного для построения подобных систем.

ИС, НС, автоматизация, аудит ИС

Возникающее противоречие между возрастающей сложностью и неоднородностью современных информационно-коммуникационных систем и традиционными политическими мерами по защите информации обусловливает необходимость изучения новых актуальных технологий, методов и механизмов обеспечения информационной безопасности. Одним из перспективных направлений является автоматизация аудита информационной безопасности нейронных сетей.

Искусственные нейронные сети представляют собой совокупность моделей биологических нейронных сетей. То есть это сеть элементов - искусственных нейронов, связанных между собой синоптическими соединениями.

Рис. 1. Общий вид нейрона

На данный момент чаще всего используют многослойные архитектуры нейронных сетей.

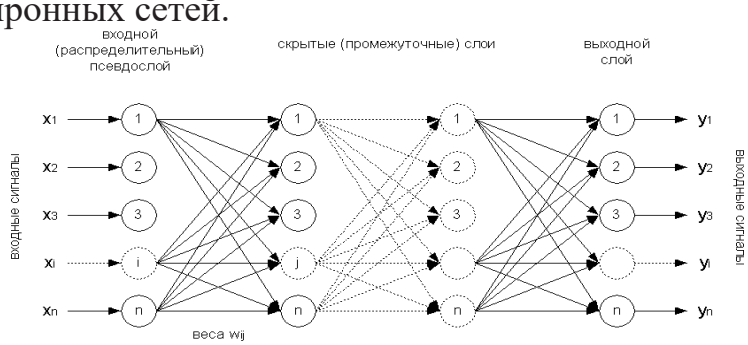


Рис. 2. Многослойная архитектура нейронной сети

Одной из актуальных задач разработки САПР является автоматизация проектирования математического обеспечения, однако для решения задач, слабо поддающихся формализации, содержащих элементы неопределенности, перспективно использовать методы и алгоритмы искусственного интеллекта, в частности математический аппарат ИНС. Задача автоматизации аудита ИБ может быть отнесена в том числе и к актуальным задачам построения автоматизированных систем.

Применение искусственных нейронных сетей позволяет быстро распознавать угрозы, оптимизировать процесс поиска вредоносных источников, вести борьбу с вредоносным ПО.

Один из главных аспектов управления ИБ – это аудит информационной безопасности. Аудит проводится после разработки системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) для оценивания результатов проектирования. Также аудит служит для оценки эффективности существующих мер защиты в ходе работы системы.

Аудит зависит от адекватности информации об объекте. Качество аудита зависит от сведений о топологии сети, инфраструктуры информационной системы, установленных средств защиты.

Для получения оценок объективных данных о актуальном состоянии защищенности системы служит аудит нарушения ИБ. Необходимость в нем обусловлена сложностью инфраструктуры новых ИС, объемами данных, сложностью интеграции систем защиты информации.

Для проверки состояния безопасности используется аудит безопасности ИС. После аудита эксперт определяет, насколько хорошо проработан вопрос защиты информации и контроля доступа, насколько большие риски и как уменьшить их процент, после чего выдвигает варианты решения актуальных вопросов.

Для проведения процедуры анализа исходных данных аудитор может применить методику, позволяющая оценивать соответствие используемых механизмов защиты требованиям существующих стандартов ИС. Но, в настоящее время такие методики отсутствуют [1], а стандарты

информационной безопасности для облачных сред находятся в разработке [2].

В работах [3, 5] предложена модель процесса оценки риска нарушения информационной безопасности, которая строиться путем построения нечетких когнитивных карт в качестве моделей угроз.

Для анализа данных аудитор может применить несколько вариантов развития. Он может применить методологию или метод оценки рисков. Данные подходы к проведению аудита позволяют, использовать рекомендации эксперта, и рационально планировать работу по обеспечению безопасности информационной системы. В методе оценки рисков используется стратегия безопасности.

Ра_Зл	Ра_ВНШ_КЛ	Ра_АДМ	Ра_КЛ	С1 СІ	С2 КЭШ	С3 ADM	С4 V	R
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0,3	0,7	0,008
0	0	0	1	0	0,1	0,3	0,6	0,0288
0	0	0	1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,041
0	0	0	1	0,2	0,1	0,3	0,4	0,054
0	0	0	1	0,3	0,1	0,3	0,3	0,066
0	0	0	1	0,4	0,1	0,3	0,2	0,079
0	0	0	1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,091
0	0	0	1	0,6	0,1	0,3	0	0,1
0	0	0	1	0,7	0	0	0	0,095
0	0	1	0	0	0	0,3	0	0
0	0	1	0	0	0	0,3	0,7	0,15
0	0	1	0	0	0,1	0,3	0,6	0,13
0	0	1	0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,11
0	0	1	0	0,2	0,1	0,3	0,4	0,088
0	0	1	0	0,3	0,1	0,3	0,3	0,066
0	0	1	0	0,4	0,1	0,3	0,2	0,044
0	0	1	0	0,5	0,1	0,3	0,1	0,22
0	0	1	0	0,6	0,1	0,3	0	0
0	0	1	0	0,7	0	0,3	0	0
				...				
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0,3	0,7	0,257
1	0	1	1	0	0,1	0,3	0,6	0,2496
1	0	1	1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,238
1	0	1	1	0,2	0,1	0,3	0,4	0,227
1	0	1	1	0,3	0,1	0,3	0,3	0,22
1	0	1	1	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2
1	0	1	1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,193
1	0	1	1	0,6	0,1	0,3	0	0,18
1	0	1	1	0,7	0	0,3	0	0,177

Рис. 3. Часть массива данных для обучения ИНС

В работе [3] для получения оценки прогнозируемого значения риска в ходе аудита предложено использовать искусственную нейронную сеть (ИНС).

Исходя из работы [3] были проведены эксперименты с различными архитектурами ИНС для получения численных оценок каждого уровня риска нарушения ИБ. Анализ полученных результатов показал целесообразность использования архитектуры ИНС на основе многослойного персептрона.

В исследовании использовалась многослойная сеть с одним скрытым слоем и десятью нейронами в нём. Результаты эксперимента показали, что увеличение числа слоев приведет к переобучению нейронной сети.

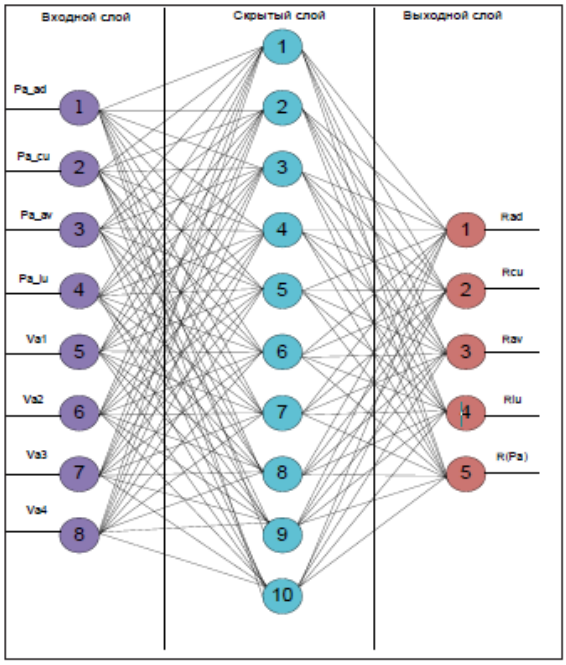


Рис. 4. Архитектура ИНС

Обучение многослойного персептрона проводилось методом выбора алгоритма обратного распространения ошибки, который впервые был описан А. И. Галушкиным [4]. С помощью данного алгоритма определяется стратегия подбора весов многослойной сети. В процессе рассчитывается целевая функция в виде квадратичной суммы разностей между фактическим и ожидаемым значениями выходных сигналов. В работе для обучения ИНС с помощью сформированного массива данных использовался модуль Matlab. Обучаясь, нейронная сеть прошла 9 эпох, постепенно сокращая ошибку обучения. При обучении ошибка варьировалась около 10^{-7} мсэ, при тесте сети – от 10^{-5}до 10^{-2} мсэ.

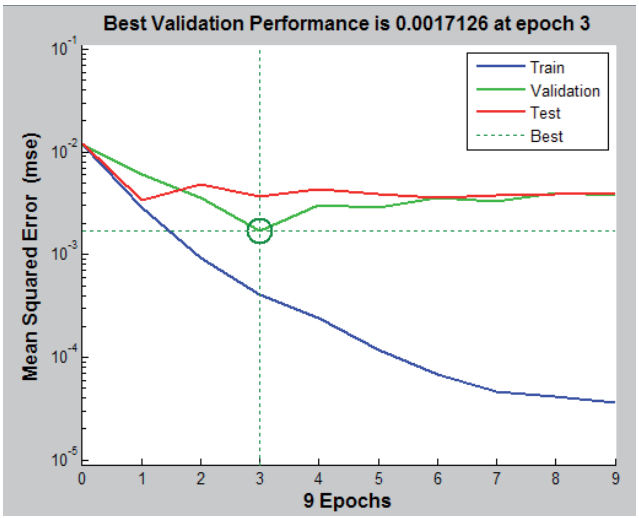


Рис. 5. График обучения ИНС

После завершения обучения была выполнена проверка результатов обучения в ПО Simulink. Каждый выход ИНС совпадает с ожидаемыми значениями.

Результаты обучения и тестирования нейронной сети наглядно показывают, как возможно использовать архитектуры и алгоритмы ИНС для метода оценки риска нарушения ИБ в программном комплексе, где проводилась автоматизация аудита нарушения ИБ.

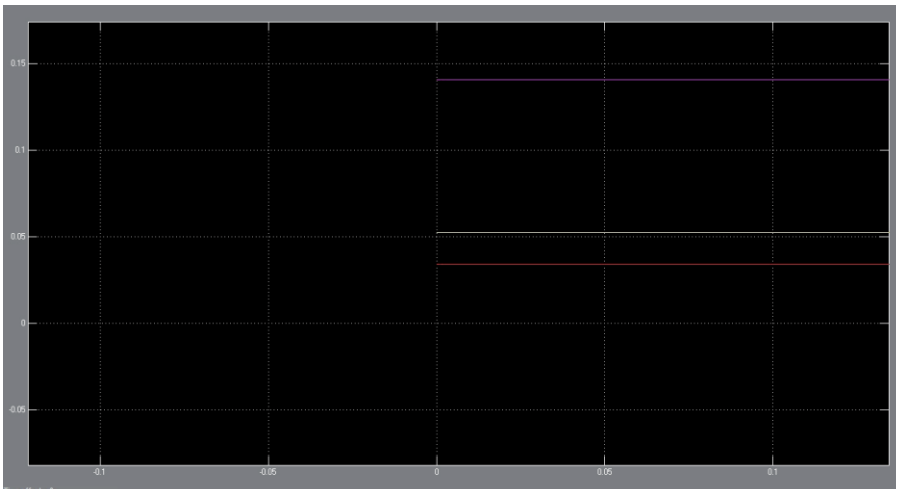


Рис. 6. Результаты контрольного замера

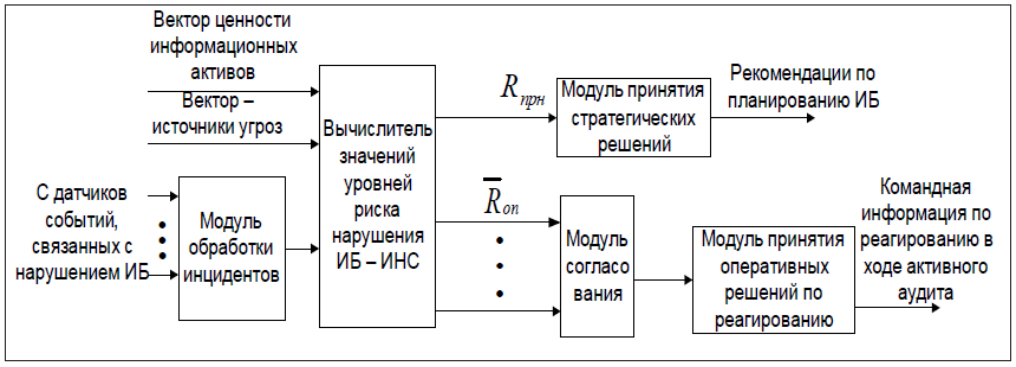


Рис. 7. Структура автоматизированной системы проведения экспертного аудита:

Rпрн – прогнозируемое значение риска; Rоп – оперативное значение риска

Особенность разработанной автоматизированной системы заключается в том, что в ней используется модель, осуществляющая анализ реально выявленных угроз и выполняющая оценку рисков нарушения информационной безопасности.

Как показали исследования, интеграция нейронных сетей в системы автоматизированного проектирования позволяет проводить качественный анализ и оценку рисков с последующими экспертизами защищенности. Аудит безопасности позволяет определить, насколько правильно решены вопросы безопасности информации и контроля доступа, как свести риски к минимуму при обработке в ИС конфиденциальной информации.

Список используемых источников

1. Шаньгин В. Ф. Защита компьютерной информации. Эффективные методы и средства. М.: ДМК Пресс, 2010. – 544 с.
2. ГОСТ Р 56938–2016 (проект, первая редакция) «Защита информации. Требования по защите информации, обрабатываемой с использованием технологии виртуализации. Общие положения».
3. Машкина И. В., Сенцова А. Ю. Методология экспертного аудита в системе облачных вычислений // Безопасность информационных технологий. 2013. № 4. С. 63–70.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И. Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
5. Гузаиров М. Б., Машкина И. В., Степанова Е. С. Построение модели угроз с помощью нечетких когнитивных карт на основе сетевой политики безопасности // Безопасность информационных технологий. 2011. № 2. С. 37–49.

Solovev D, Aduevsky A., Kucherevsky K., Savin M.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Smart Security Audit.

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.

Key words: IZ, NS, automation, IP audit

УДК 004.032.26
ГРНТИ 28.23.37

МОДЕЛЬ КРЕАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ОБРАЗА КНИЖНЫХ ИЗДАНИЙ

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

Одним из ключевых направлений развития информационных технологий в настоящее время является генерация изображений с помощью нейронных сетей. Особенно актуальна эта область в книгопечатании. В данной работе рассматривается создание модели креативно-состязательной нейронной сети для получения визуального образа (обложки) книжного издания. Предложенная модель состоит из трех нейронных сетей: анализа текста произведения, создания изображения, оформления текстовой составляющей обложки. Разработанная на

основе данной модели нейронная сеть в будущем способна упростить работу дизайнера, расширить границы его творчества.

нейронные сети, искусственный интеллект, дизайн, обложка, образ, книга.

В последнее десятилетие наблюдается особый интерес в разработке нейронных сетей (искусственного интеллекта) для генерации изображений. Данная технология способна расширить творческие границы человека. Сфера оформления дизайна книг представляет актуальную область её применения. В частности нейронная сеть генерирования визуальных образов или обложек книжных изданий способна сократить время работы дизайнеров или же полностью исключить их участие в создании изображений. Оформление обложки самостоятельно автором может основываться на субъективной оценке, что в последующем повлияет на окупаемость производства книги. Использование искусственного интеллекта в решении данного вопроса поможет избежать вышеописанной проблемы. Технология генерации обложек книг является нереализованной в настоящее время. Однако принципы генерации изображений, воспринимаемых человеком оригинальными и креативными, на которую опирается данная сеть, уже рассмотрены.

В работе Ахмеда Эльгаммала, Бингчена Лью, Мохамеда Элхосейни и Марианы Маццоне «CAN: креативно-состязательные сети генерирующие «Искусство» путем изучения стилей и отклонения от стилевых норм» лаборатории Искусства и Искусственного Интеллекта Ругерского Университета, США, описан алгоритм генерации картин [1]. Целью авторов является исследование вычислительной системы для создания произведений искусств без участия человека-художника в творческом процессе, но с привлечением творческих объектов, созданных человеком, в обучающую выборку. Описанный подход базируется на модификациях генеративно-состязательной сети (GAN) – алгоритма машинного обучения, построенного на комбинации из двух нейронных сетей, одна из которых (сеть G или генератор) создает образцы, а другая (сеть D или дискриминатор) старается решить, является ли представленный ей образец настоящим или сгенерированным [2]. Принцип созданного авторами алгоритма построен на теории Колина Мартиндэйла (1943–2008), которая имеет следующую формулировку – необходимо создавать в картине элемент новизны с целью эмоционального возбуждения смотрящего, при этом соблюдать умеренность степени изменений для избегания негативной реакции на их радикальность. На рисунке 1 продемонстрированы примеры сгенерированных изображений.

Рис. 1. Сгенерированные изображения креативно-состязательной сети

Дискриминатор креативно-состязательной сети имеет доступ к набору произведений искусства, объединенных метками по стилям искусства (Ренессанс, Барокко, Импрессионизм и т.д.), который служит его обучающей выборкой для различения стилей. Генератор в свою очередь не имеет доступа ни к одной картине. Начиная работу с создания случайного изображения, он получает два сигнала от дискриминатора – первый, классифицирующий является ли сгенерированное изображение элементом искусства или нет, второй – насколько близко оно относится к какому-либо установленному стилю. Данные сигналы имеют противоположные для генератора значения, т.к. первый вынуждает его создавать картины, которые дискриминатор примет, как объект искусства, в то время как второй подталкивает генерировать неоднозначные по принадлежности к определенному стилю работы. Схема работы креативно-состязательной сети изображена на рисунке 2.

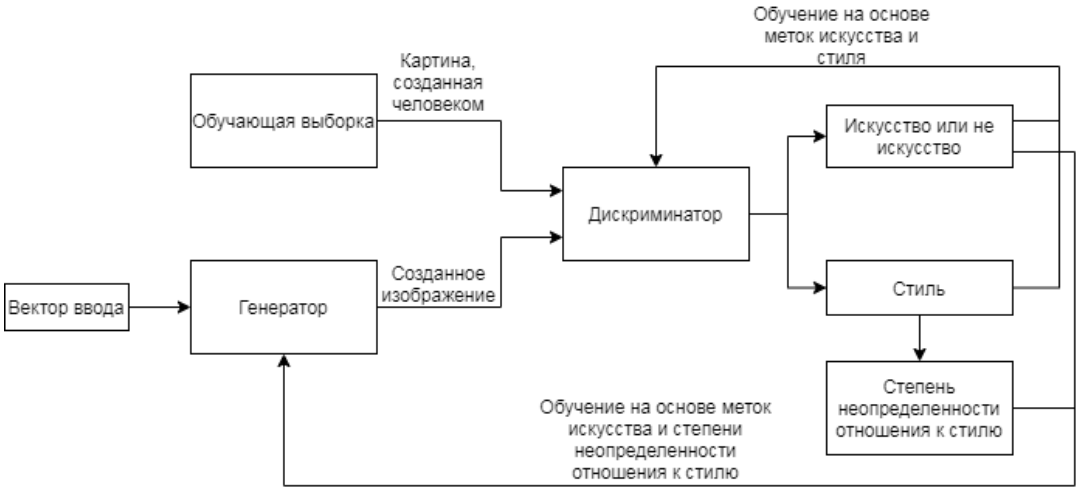


Рис. 2. Схема работы креативно-состязательной сети

Сгенерированные изображения данной нейронной сети и генеративно-состязательной сети были оценены фокус-группой на предмет того, насколько от 1 до 5 она находит их привлекательными, оригинальными и др. Объекты, созданные креативно-состязательная сетью, набрали средний балл равный 3.2, конкурентная сеть – 2.8. Также необходимо отметить то,

что 53% CAN изображений были отмечены, как сделанные человеком, когда как GAN изображений – 35%.

Можно заключить то, что в разработке модели генерации визуального образа книжных изданий необходимо использовать методы креативно-состязательной сети в связи с более высокими результатами тестирования в сравнении с результатами генеративно-состязательных сетей. Следует подчеркнуть то, что вне рассмотрения остаются вопросы сопоставления текста произведения определенной цветовой композиции изображения, а также генерации оформления текстовой составляющей обложки. Ввиду этого можно сформулировать следующие задачи настоящего исследования:

— создание нового элемента модели сети, отвечающего за анализ содержания произведения,
— добавление звена модели для генерации стиля текста обложки.

Целью исследования является создание модели креативно-состязательной нейронной сети для формирования визуального образа книжного издания.

Решение создания элемента анализа произведения обусловлено стремлением автоматизировать процесс генерации изображения. Работа данного модуля состоит в следующих процедурах.

Нейронная сеть, получив на вход текст, находит и разделяет встречающиеся прилагательные и существительные на негативные, позитивные классы. Основанием для разделения служат строение слова (например, наличие приставки «не»), а также база знаний сети. В случае невозможности определения класса объекта он исключается из текущего процесса. Класс с наибольшим количеством элементов передает свою метку основному модулю системы. Каждому классу соответствуют параметр яркости генерирования изображения креативно-состязательной сети.

Таким образом, обложка книги будет точнее передавать её содержание потенциальному читателю. Изображения с высокой яркостью будут соответствовать позитивному классу, с низкой – негативному.

Текст, содержащий название произведения, автора и др., является обязательной частью обложки книги. Касательно работы звена модели для генерации его оформления был выявлен нижеприведенный алгоритм.

На вход нейронной сети поступает информация, которую необходимо разместить, а также данные её расположения – на лицевой, тыльной, торцевой стороне книги, область местоположения. Целью сети является выбор шрифта, его цвета, размера и фона текста. Работа данного элемента происходит после создания изображения. Необходимо подчеркнуть то, что размер обложки вводится пользователем в начале работы с системой. Прототип созданного объекта показан на рисунке 3.

Рис. 3. Прототип конечного продукта системы

В результате проведенной работы была проанализирована креативно-состязательная сеть, а также решены задачи её модификации для достижения цели настоящего исследования. Предложенная модель состоит из трех нейронных сетей:

— анализа текста произведения,

— создания изображения,

— оформления текстовой составляющей обложки.

Схема работы модели сети, генерирующей визуальный образ книжных изданий, представлена на рисунке 4.

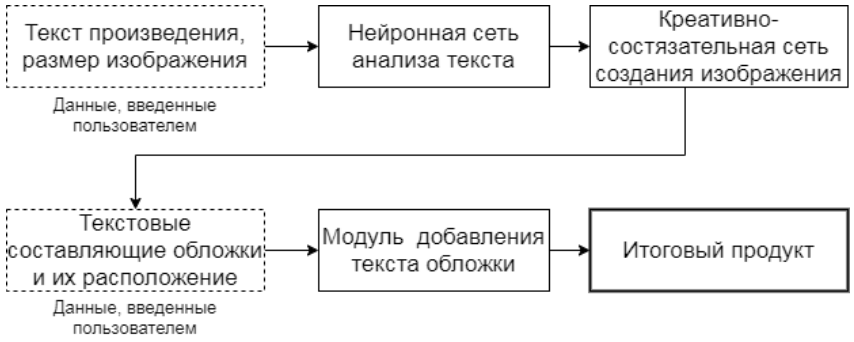


Рис. 4. Схема работы модели сети, генерирующей обложку книжных изданий

В будущем планируется реализация данной сети на языке программирования Python ввиду наличия большого количества библиотек для работы с искусственным интеллектом. Обучающая выборка будет сформирована из картин, находящихся в открытом доступе в сети Интернет. Результат работы предполагается тестировать путем проведения опросов целевой аудитории с помощью программного обеспечения Google Forms в социальной сети «ВКонтакте».

Список используемых источников

1. Elgammal A., Liu B., Elhoseiny M., Mazzone M. CAN: Creative Adversarial Networks Generating “Art” by Learning About Styles and Deviating from Style Norms

[Electronic resource] // Computational Creativity: proceedings of the VIII international conference, Atlanta, 19–23 June 2017. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2017, P. 96–103. URL: https://computationalcreativity.net/iccc2017/iccc17_proceedings.pdf (accessed: 13.11.2020).

2. Айрапетов А.Э., Коваленко А.А. Исследование генеративно-состязательной сети [Электронный ресурс] // Информатика, вычислительная техника и управление. Политехнический молодежный журнал: электрон. науч. журн. 2018. N 10. С. 8. URL: http://ptsj.ru/articles/380/380.pdf (дата обращения 13.11.2020)

Bayagantaeva E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Model of Creative Adversarial Network for Designing Book's Visual Image.

One of the most important ways for developing information technologies nowadays is considered using neural networks for generating images. This field is especially relevant in book publishing. In the paper main object of research is creating the model of Creative Adversarial Network for designing book's visual image (cover). The proposed model consists of three neural networks: analysis of book's text, image creation, design of the text component of the cover. The neural network developed by this model can simplify designer work and also expand his creativity.

Key words: neural network, artificial intelligence, design, cover, image, book.

УДК 004.891.2
ГРНТИ 20.23.17

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

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

Один из ключевых недостатков классического образования — единообразие учебных планов. Школьные или студенческие программы обсуждаются, утверждаются и затем выполняются преподавателями без индивидуализации подхода к обучающимся, то есть это некий жестко зафиксированный набор знаний, которые должны усвоить все учащиеся вне зависимости от их интересов и возможностей. Для решения этой проблемы могут применяться новейшие информационные технологии: искусственный интеллект (ИИ), нейросети и анализ больших данных.

образование, индивидуальный подход, интересы, возможности, информационные технологии, искусственный интеллект, нейросеть

Искусственный интеллект в данный момент пользуется огромной популярностью во многих сферах, в частности в образовании. Цель подобных исследований – заменить стандартную модель, когда преподаватели пытаются донести знания до учащихся разного уровня, но часто терпят неудачу, на принципиально новую, в которой искусственный интеллект помогает адаптировать уроки под индивидуальные особенности каждого ученика. Это подразумевает выявление тех областей знаний, с которыми он знаком или незнаком, где он чувствует себя уверенно или не очень, и оценку того, насколько ему нравится те или иные занятия. По сути, машина непрерывно анализирует прогресс каждого учащегося, выявляя тенденции потребления знаний и адаптируя уроки в соответствии с ними.

Другими словами, если ученик или студент не может понять уравнения, ему не придется бежать вперед с остальным классом и накапливать непонятые темы. Искусственный интеллект выявит проблему учащегося и в форме микроуроков позволит ему освоить материал [1].

На данный момент существует несколько основных направлений изучения искусственного интеллекта в сфере образования, они схематично представлены на рисунке 1:

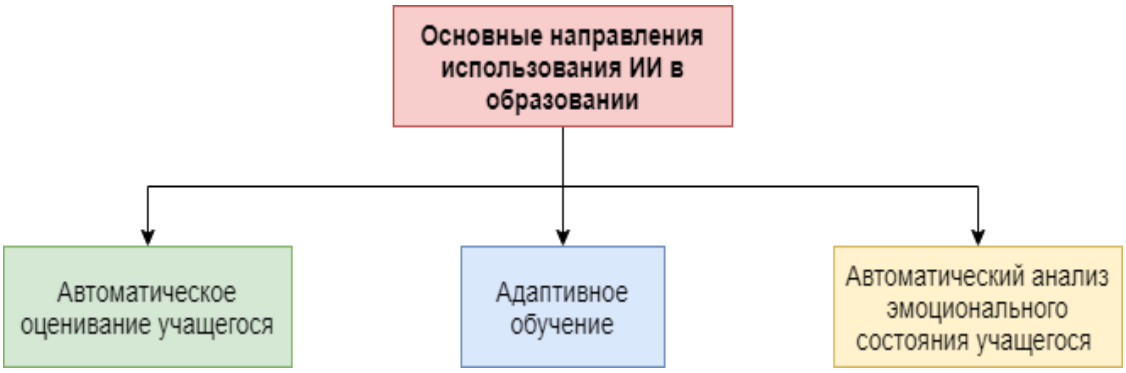


Рис. 1. Основные направления использования ИИ в образовании

Рассмотрим каждое из направлений более подробно:

1. Самым очевидным его применением является автоматическое оценивание учащегося. В принципе, это подразумевает полноценную замену учителю. Искусственный интеллект оценивает работу учащегося в несколько раз быстрее и выставляет оценку, давая индивидуальные корректировки. Программа способна составлять персонализированные планы обучения, которые помогут уменьшить ошибки учащихся. Сюда же можно отнести помочь искусственного интеллекта в запоминании пройденного материала. В процессе обучения человеку свойственно забывать материал. Основные причины этого: заучивание не представляющей интереса для учащегося темы ради одного ответа, проблемы с памятью или полная незаинтересованность в предмете. Нейросеть поможет определить дату, когда учащийся предположительно забудет то, что учил и сделает несколько напоминаний, чтобы материал надолго закрепился в памяти.

2. Персонализированное обучение или Адаптивное обучение является одной из самых перспективных возможностей для применения искусственного интеллекта в сфере образования. При помощи этой технологии можно будет заниматься отслеживанием успехов отдельно взятых студентов и корректировать курс для каждого. Сама программа будет определять материалы, которые сложны для понимания того или иного студента. Этот тип обучения представляет разнообразные образовательные программы, где учебный процесс оптимизирован под характер каждого обучающегося. При составлении таких планов учитываются предпочтения учащегося, и его интересы. Искусственный интеллект способен адаптироваться к уровню продуктивности обучения, и со временем увеличивать сложность обучения. Таким образом никто не останется в стороне и продолжит комфортно обучаться, не выходя за рамки своих возможностей и не подстраиваясь под возможности других. [2]

3. Следует упомянуть одно из новых направлений применения искусственного интеллекта в образовании, а именно анализ поведения

учеников или студентов во время лекций посредством камер видеонаблюдения. Можно предположить, что данный подход всего лишь позволит проводить автоматизированный мониторинг посещаемости, однако современные системы искусственного интеллекта используют комбинацию анализа большого массива данных в совокупности с нейробиологией, в связи с чем дают возможность распознавать и оценивать реакцию учащегося на те или иные темы и задания, определять насколько легко учащиеся сотрудничают между собой, работают в одиночку или отвлекаются от изучаемой темы. У преподавателя появляется возможность проанализировать и оценить эмоциональное и физическое состояние учащегося в момент лекции. Эта информация также может быть полезна при определении причин прогулов и ухудшении успеваемости. Таким образом, система обеспечивает возможность легче и быстрее заметить наличие пробелов в знаниях по определенным темам, выявить сильные и слабые стороны учащегося, следить за его эмоциональным состоянием и вовремя корректировать курс обучения для более комфортного и эффективного освоения изучаемого материала.

Перечисленные выше методы имеют множество плюсов, но и ряд минусов, которые заключаются в том, что искусственно созданная машина не способна в полной мере выстроить эмоциональные отношения с пользователем, особенно в деятельности связанной с обслуживанием человеческих потребностей, в частности, в преподавательской деятельности. В сферах деятельности, где требуется высокий уровень интеллекта, таких как образование, требования к задачам часто меняются и корректируются, изменяется учебная программа или социальный состав учащихся. В подобных ситуациях, человек, на основе сформированного опыта, способен сравнительно легко скорректировать или перестроить свою деятельность, однако компьютерная программа потребует существенных затрат и времени для внесения изменений в исходный код. Более того, в последнем примере использования систем искусственного интеллекта в образовании описан метод анализа успеваемости посредством видеонаблюдения. Разумеется, правомерность использования записанных данных часто подвергается обсуждению, а отсутствие законов, регламентирующих подобный подход к обучению лишь увеличивает беспокойство общественности, поэтому должно пройти ещё достаточно большое количество времени, прежде чем будут определены ограничения использования данного подхода [3].

Решение данных проблем может строиться на частичном применении технологий из примеров выше. Другими словами, основной целью применения нейросети в обучении должна быть не полная замена преподавателей, а избавление их деятельности от рутинных операций, занимающих большое количество времени, что позволит придать процессу обучения большую организованность. Кроме того, когда преподаватель

отклоняется от темы занятия, программа может просигнализировать об этом. Искусственный интеллект может также вести корректировку слишком высокого темпа изложения материала, проанализировав, что учащийся теряет интерес к изучаемому материалу или не успевает усваивать новые знания.

Одному учителю очень тяжело учитывать все потребности класса или аудитории размером более чем 40 человек. В данной ситуации внедрение в учебный процесс систем на основе искусственного интеллекта поможет решить проблему с низким качеством образования, а также помочь с решением проблемы его недоступности в некоторых районах. Нашим предложением является развитие направления использования искусственного интеллекта как помощника учителя - подбор учебного материала, оптимального для данной аудитории. Данный подход позволит сделать образовательный процесс более непредвзятым и объективным, поскольку, как было сказано выше, некоторые преподаватели склонны увлекаться и зачитывать материал, который является интересным лично для них, но слабо соответствует учебной программе или скучен для учащихся. Кроме того, хорошим дополнением к процессу обучения может стать формирование базы знаний, которая будет накапливаться путем анализа лекций преподавателя и наиболее часто задаваемых учащимися вопросов. Подобный опыт уже применялся в Технологическом институте Джорджии. Искусственный интеллект накапливает и формализует базу знаний из лекций и форума для обсуждения учебных вопросов, что позволяет виртуальному помощнику быстро и точно отвечать на вопросы студентов. В данном случае искусственный интеллект показал себя настолько хорошо, что учащиеся не могли предположить, что с ними общается не преподаватель, а искусственный интеллект (бот был оснащен системой искусственного интеллекта IBM-AI) [4].

Исходя из проведённого анализа существующих методов использования систем искусственного интеллекта в сфере образования и нашего предложения применения виртуального помощника на основе обработки массива данных в нейросети, можно сделать вывод о том, что описанные исследования могут быть успешно применены в сфере образования. Данная тема является актуальной на сегодняшний день и с помощью предлагаемого метода возможно добиться хорошего эффекта улучшения качества образования.

Список используемых источников

1. Искусственный интеллект в образовании. URL - https://netology.ru/blog/06-2019-iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii.

2. Как искусственный интеллект может применяться в образовании? URL - https://hype.ru/@id2544/kak-iskusstvennyy-intellekt-mozhet-primenyatsya-v-obrazovanii-l33yteq4.

3. С Проблемы использования искусственного интеллекта в образовании URL - https://spravochnick.ru/informatika/ponyatie_iskusstvennogo_ intellekta/iskusstvennyy_intellekt_v_obrazovanii/.

4. ИИ ассистирует преподавателю компьютерных наук. URL - https://hightech.fm/2016/05/10/jill_watson_ai.

Bystrov I.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Analysis of Methods for Applying Artificial Intelligence Technologies in Education. One of the main disadvantages of classical education is the uniformity of curricula. School or student programs are discussed, approved and then implemented by teachers without individualizing the approach to students, it is a kind of rigidly fixed set of knowledge that all students must learn, regardless of their interests and capabilities. To solve this problem, the newest information technologies can be used: artificial intelligence (AI), neural networks and big data analysis.

Key words: education, individual approach, interests, opportunities, information technology, artificial intelligence, neural network.

УДК 004.58
ГРНТИ 14.85.09

ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ИНТЕРФЕЙСОВ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ РЕШЕНИЯ

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

В настоящий момент заметно возрастает спрос на системы дистанционного обучения, однако большинство пользователей сталкивается с рядом проблем при взаимодействии с ними. Широкий спектр реализованных технологий, используемых для организации учебного процесса, не только предоставляет различные функциональные возможности, но также создает информационный шум. Предметное изучение типовых проблем позволит делать предположения о причинах их возникновения и выдвигать гипотезы решения.

система дистанционного обучения, платформа электронного образования, интерфейс, функциональные возможности, личный кабинет

За последний год электронные образовательные ресурсы стали как никогда актуальны и крайне востребованы. Особенности взаимодействия в 2020 году диктуют новые тенденции, которые необходимо соблюдать, но как это сделать наилучшим образом – вопрос открытый. На данный момент почти все образовательные учреждения так или иначе внедряют в образовательный процесс систему дистанционного обучения. И несмотря на то, что сейчас причина таких изменений, в большинстве своем, вынужденная, не исключено, что в дальнейшем от данной системы полностью не откажутся. Уже сейчас многие обучающиеся подтверждают тот факт, что системы дистанционного обучения имеют множество преимуществ и, порой, даже более удобны, нежели привычные очные занятия. Такого мнения придерживаются и многие образовательные учреждения. Но при этом, в процессе дистанционного обучения практически всем рано или поздно приходится сталкиваться с рядом проблем, связанных с новой системой ведения занятий. Стоит отметить, что такие проблемы зачастую так или иначе относятся к способам реализации интерфейсов существующих систем дистанционного обучения. Такие проблемы необходимо выделить и детально изучить для того, чтобы была возможность их проработать и оперативно решить. В связи с этим, стоит рассмотреть их более подробно.

Первая и, пожалуй, наиболее значимая проблема, с которой приходится столкнуться как обучающимся, так и преподавателям, – это непосредственно система, с помощью которой реализуется дистанционное обучение. В каждом образовательном учреждении по-своему подходят к ее реализации: кто-то внедряет ее в уже существующую систему (например, личный кабинет), кто-то реализует через отдельный сайт образовательного учреждения, а кто-то прибегает к использованию существующих систем общего пользования (ВКонтакте, E-mail и т.д.) или специализированных платформам электронного образования.

По статистике, образовательные учреждения зачастую обращаются к различным сторонним платформам электронного обучения, среди которых абсолютными лидерами рынка являются системы Blackboard и Moodle [1]. К системе Moodle образовательные учреждения обращаются наиболее часто, в том числе на ее основе в СПБГУТ был создан ресурс для очно-заочного и заочного обучения и ресурс для очно-дистанционного обучения. Для более предметного изучения, далее платформы электронного обучения будут рассмотрены на конкретном примере.

В качестве примера существующей системы дистанционного обучения вуза был выбран личный кабинет студента СПбГУТ, в который был внесен ряд корректировок для осуществления дистанционного обучения. Таким образом, в рамках учебного процесса, студент имеет возможность через личный кабинет получать задания и направлять выполненные задания, взаимодействовать с преподавателями и отмечаться

на занятиях в расписании. Основной функционал, необходимый для обучения, был реализован, однако ряд деталей до сих пор остается в разработке. Такой деталью, в первую очередь, является отсутствие единой платформы для проведения видеоконференций. Второй деталью является отсутствие так называемого To-Do листа, в котором отражались бы все задания от преподавателей, сроки их выполнения и статус [2].

Помимо личного кабинета, в университете также был создан отдельный сайт для очно-дистанционного обучения, аналогичный сайту для студентов заочной формы обучения. В отличие от личного кабинета, на данном сайте был реализован функционал с календарем, в котором отображаются текущие задания и сроки их выполнения, а также есть раздел с оценками, где студент может отследить собственную успеваемость и полный перечень заданий. Несмотря на отсутствие интуитивной понятности в интерфейсе и возникающие в связи с этим трудности взаимодействия, сам функционал достаточно полезен. Основную проблему всех ресурсов для организации дистанционного обучения в данном случае также разработчики постарались решить, интегрировав соответствующее ПО BigBlueButton, однако в процессе применения оно зарекомендовало себя не очень хорошо. В остальном, ресурс практически полностью соответствует необходимым требованиям к функционалу для организации дистанционного обучения, но совершенно не соответствует требованиям к интерфейсу, что отразилось на низкой востребованности данного ресурса [3].

Среди сторонних ресурсов наиболее часто используются ВКонтакте и E-mail, при этом ни один из перечисленных ресурсов не предназначен для организации учебного процесса, в связи с чем их функционал попросту не приспособлен под эти задачи: невозможность проведения видеоконференций, просмотра расписания или изучения материала. Использование данных средств указывает, в первую очередь, на то, что функционал в личных кабинетах или на сайтах для дистанционного обучения в школах или университетах попросту не удовлетворяет требованиям пользователей (преподавателей и обучающихся) и является неудобным для них. Таким образом, можно избежать использования сторонних ресурсов, исправив ошибки в существующих системах внутри университетов или школ.

Отсутствие централизованности систем дистанционного обучения, как сторонних, так и внутренних, приводит к разрозненности данных и проблемам с освоением тонкостей учебного процесса при дистанционном обучении. Сторонние ресурсы ограничены в своем функционале и не позволяют учебным организациям расширять спектр возможностей под свои нужды, а также не предоставляют возможности давать доступ обучающимся и преподавателям к своим личным данным. Ряд

основополагающих функциональных возможностей рассмотренных ранее ресурсов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные возможности ресурсов

	Видеосвязь	Задания	Обратная связь	To-Do лист	Успеваемость	Расписание
Личный кабинет	-	+	+	-	+	+
Сайт СДО	-	+	+	+	+	+
ВКонтакте	-	+	+	-	-	-
E-mail	-	+	+	-	-	-
Discord	+	+	+	-	-	-

Представленная таблица позволяет наглядно продемонстрировать, что все представленные системы имеют ряд недостатков, и, в отсутствие необходимых функциональных возможностей, преподаватели и студенты вынуждены обращаться к нескольким системам, которые могли бы возместить недостатки функционала друг друга. При этом, практически для всех представленных систем основным недостатком является отсутствие внедренной системы для проведения видеоконференций, в связи с чем преподаватели и обучающиеся обращаются к специализированным сторонним ресурсам видеосвязи – Zoom, Google Meet, BigBlueButton, Skype.

Вторая проблема, с которой приходится столкнуться, вытекает из первой, а именно: разрозненность данных. Иными словами, зачастую в рамках одного образовательного учреждения, или даже одной дисциплины, могут использоваться несколько разных областей взаимодействия. Каждый преподаватель выбирает для себя наиболее удобное средство коммуникации, в то время как обучающимся приходится сталкиваться с целым рядом тех средств коммуникации, которые выбрали для себя различные преподаватели. Результатом такого взаимодействия нередко является не только разрозненность, но и дублирование данных.

Третья проблема, очевидно, неразрывно связана с первыми двумя и заключается она в доступном функционале. Именно по причине неполного или некачественного функционала преподавателям и студентам зачастую приходится обращаться к различным дополнительным системам, будь то почта или средства для проведения видеоконференций. Все это, по итогу, приводит к той же второй проблеме, что была описана ранее – дублированию и утрате данных. Отсутствие обучения и демонстрации доступного функционала любой из перечисленных систем, используемой при дистанционном обучении, несоответствие их оформления и

функционала друг другу порождает множество вопросов и проблем при работе с данными системами. Кроме того, у ряда систем зачастую может присутствовать несоблюдение общих ментальных моделей, что значительно усложняет восприятие системы, увеличивает время, затрачиваемое на выполнение определенных задач, и в целом вызывает отторжение не только конкретной системы, но и всего дистанционного образования в целом.

Таким образом, все три рассмотренные проблемы, по сути своей, связаны между собой одним объектом – функционалом, и именно в данном объекте заложено решение тех вопросов, о которых шла речь ранее. Для того чтобы к нему прийти, в первую очередь, необходимо проанализировать основные используемые при дистанционном обучении системы и выделить наиболее значимые недостатки и достоинства. Если говорить обобщенно, то системы, разработанные непосредственно образовательным учреждением, наиболее предпочтительны, так как они позволяют сохранять все данные внутри, не вынося их на платформы общего доступа. Но значимым недостатком таких систем является достаточно скудный и, зачастую, неудобный функционал. Для того чтобы решить данную проблему, необходимо определить, с какой целью участники образовательного процесса обращаются на сторонние ресурсы. В основном, это – обмен файлами, проведение видеоконференций, систематизация работ и канал связи между обучающимися и преподавателями. Иными словами, для того чтобы минимизировать процент использования сторонних ресурсов, необходимо во внутренней системе образовательного учреждения добавить или отладить функционал обмена файлами (направление заданий, методических материалов и сдача работ), проведения видеоконференций, составления графика/списка задач, сданных работ, долгов/и т.д. (для систематизации рабочего процесса), обмена сообщениями между преподавателем и обучающимся.

Однако, расширение функционала – это не единственное, что необходимо существующим системам дистанционного обучения. Функционал любого ресурса неразрывно связан с интерфейсом, так как именно от качества интерфейса будет зависеть удобство и востребованность представленного на ресурсе функционала. В связи с этим не менее значимым является сам интерфейс такой системы и наличие на нем подсказок или инструкции пользователя в свободном доступе. При этом нужно также иметь в виду тот факт, что у каждого образовательного учреждения есть свой корпоративный стиль, и все сайты значительно отличаются друг от друга не только по функционалу, но и по оформлению. Для того чтобы упростить процесс взаимодействия пользователя с системой, необходимо разработать общую модель (прототип), которая бы отвечала всем требованиям и имела характерные особенности, относящиеся исключительно к системам дистанционного обучения.

Уже сейчас реализованные платформы для дистанционного обучения делают шаги в сторону создания общей модели для всех образовательных ресурсов, однако имеющиеся недостатки и разрозненность принципов проектирования таких платформ значительно замедляют этот процесс. Использование общей модели позволит сформировать единый концепт оформления и наполнения таких систем и свести к минимуму обращения к сторонним ресурсам, так как весь необходимый функционал будет доступен на одном внутреннем ресурсе образовательного учреждения, при этом он будет достаточно удобен и интуитивно понятен. Помимо этого, возможно единожды разработать инструкцию пользователя, которой смогут пользоваться в любом образовательном учреждении, так как все системы будут иметь единый скелет. С течением времени будут формироваться новые ментальные модели с учетом разработанного концепта, благодаря чему такие системы станут максимально простыми, удобными и доступными для всех пользователей даже без изучения соответствующих инструкций. При этом востребованность таких систем уже сейчас неумолимо растет и вряд ли пойдет на спад, так как в дальнейшем они могут не только затронуть, но и плотно закрепиться в сфере общего и дополнительного образования.

Список используемых источников

1. Белоус И.А., Чупалов А.Я. Сравнительный анализ современных систем дистанционного обучения // Вестник МГПУ М.: Московский городской педагогический университет, 2019. С. 85-95.

2. Личный кабинет студента СПБГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2013 [Электронный ресурс] URL: https://lk.sut.ru/cabinet/ (дата обращения 12.11.2020)

3. Очно-дистанционное обучение СПБГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2017 [Электронный ресурс] URL: https://lms.spbgut.ru/ (дата обращения 12.11.2020)

Vasilchenko V.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Issues of Researching the Problems of Interfaces of Distance Learning Systems to Determine the Solution Concept.

Nowadays, the demand for distance learning systems is growing noticeably, but most users face a number of problems when interacting with them. A wide range of implemented technologies used to organize the educational process not only provides various functionalities, but also creates information noise. Objective study of typical problems will make it possible to make assumptions about the causes of their occurrence and put forward hypotheses for solutions.

Key words: distance learning system, e-education platform, interface, functionality, personal account.

УДК 004.912
ГРНТИ 20.53.19

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А. В. Городишенин, И. А. Зикратов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В данной работе проводиться анализ методов обработки текстовых данных в рекомендательных образовательных системах. Рассмотрено шесть основных методов анализа документов: метод шинглов, скалярное произведение векторов, евклидово расстояние, манхэттенское расстояние, метод косинусной меры сходства, латентно – семантический анализ.

анализ текста, анализ документов, метод шинглов, векторная модель, латентно-семантический анализ, рекомендательная система

В настоящие время актуальна задача профессиональной ориентации абитуриентов магистратуры. Идея профессиональной ориентации абитуриентов не нова. Реализуется она разными путями. Например, существует множество психологических тестов, которые призваны помочь будущему студенту определить будущую сферу деятельности. Имеются автоматизированные и неавтоматизированные тесты, разработанные для оценки психического состояния абитуриента, которые позволяют определить вероятность того, что абитуриент справится с учебной программой. Оба эти подхода не учитывают знания и умения абитуриента, а главное, его желание, в будущем, работать по определённой специальности. Описанные выше подходы, в основном, ориентированы на выпускников школ и не могут помочь выбрать конкретное направление подготовки абитуриентам магистратуры. На сегодняшний день нет общей системы, которая могла бы помочь абитуриенту определить желаемое направление подготовки исходя из его знаний, умений и желания работать по определённой специальности, что обуславливает актуальность задачи разработки научных подходов для построения рекомендательных систем в составе автоматизированных систем высшего учебного заведения.

В современном мире появляется множество новых технологий, что влечёт за собой создание новых специальностей. В Российской Федерации с 2017 года и по настоящее время идет внедрение федеральных государственных образовательных стандартов пятого поколения (ФГОС 3++), которые объединяют требование к нескольким профессиональным стандартам и на основе которых формируются рабочие программы дисциплин (РПД) всех высших учебных заведений.

Идея, положенная в основу создания рекомендательной системы, предназначенной для помощи поступающим в магистратуру в выборе необходимого им профиля подготовки, состоит в следующем.

Известно, что ФГОС, профессиональные стандарты, учебные планы основных образовательных программ и РПД представляют собой большой объём текстовой информации, содержащей описание предметной области – профессиональной деятельности специалиста.

Кроме того, с другой стороны, абитуриент может описать свое представление о той сфере деятельности, которой он предполагает заниматься после окончания магистратуры. В связи с этим предлагается осуществлять анализ текстовой информации, содержащейся в документах образовательного учреждения и в описании представлений студента о предполагаемой профессиональной деятельности на предмет выявления наибольшего соответствия между контентом этих текстовых документов.

Таким образом, рекомендации абитуриентам магистратуры будут основаны на автоматическом анализе текстовых данных нормативных документов. Данный анализ позволяет определить коэффициент подобия рабочих программ дисциплин и иных текстовых данных, в том числе, сгенерированных абитуриентом. Применение данного коэффициента в рекомендательной системе профессиональной ориентации абитуриента даёт возможность выбора наиболее подходящих для пользователя направлений подготовки с интересными для них дисциплинами.

Существует множество вариантов анализа текста, также как и их комбинаций. Автоматическая обработка текста – это преобразование текста на искусственном или естественном языке с помощью компьютера. Следовательно, задача состоит в выборе подхода для эффективной автоматизированной обработки текстов.

Для определения жанровой принадлежности текста в планируемой программной системе могут быть использованы следующие методы:

- метод шинглов;
- скалярное произведение векторов;
- евклидово расстояние;
- манхэттенское расстояние;
- метод косинусной меры сходства;
- латентно – семантический анализ [1].

Метод шинглов – это «синтаксический» метод оценки сходства между документами, основанный на представлении документа в виде множества всевозможных последовательностей фиксированной длины, состоящих из соседних слов. Такие последовательности были названы «шинглами». Два документа считались похожими, если их множества шинглов существенно пересекались. Обработка текстовых документов осуществляется по специальной методике[2].

Этапы, которые проходит текст, подвергшийся сравнению:

- канонизация текста (Текст очищается от предлогов, союзов, знаков препинания и т.д.);
- разбиение на шинглы;
- вычисление хэшей шинглов (каждому шинглу ставится в соответствие некоторое уникальное число, после чего подсчитывается контрольная сумма);
- случайная выборка 84 значений контрольных сумм;
- сравнение, определение результата.

К методам, основанным на векторной модели представления документов (ВМПД), относятся: скалярное произведение векторов, евклидово расстояние, манхэттенское расстояние, метод косинусной меры сходства. Для подготовки данных для использования этого подхода используется канонизация текста и подход под названием «мешок слов». Его суть состоит в том, что для дальнейшего анализа важно число вхождения конкретных слов, а не морфологически формы слов и их порядок в документе[1].Для полного определения векторной модели необходимо указать, каким именно образом будет отыскиваться вес терма (слова, из которых состоит текст) в документе. Существует несколько стандартных способов задания функции взвешивания:

булевский вес — равен 1, если терм встречается в документе, и 0 в противном случае;

tf (term frequency, частота терма) — вес определяется как функция от количества вхождений терма в документе, рассчитывается по формуле (1);

idf (inverse document frequency — обратная частота документа) — инверсия частоты, с которой некоторое слово встречается в документах коллекции, рассчитывается по формуле (2).

tf-idf — вес определяется как произведение функции от количества вхождений терма в документ и функции от величины, обратной количеству документов коллекции, в которых встречается этот терм, рассчитывается по формуле (3)[1].

$$tf(t,d) = \frac{n_i}{\sum_k n_k} \quad (1)$$

где n_i есть число вхождений слова t в документ d, а в знаменателе — общее число слов в данном документе.

$$idf(t,D) = \log \frac{|D|}{\left|\{d_i \in D | t \in d_i\}\right|} \quad (2)$$

где $|D|$ — число документов в коллекции, $\left|\{d_i \in D | t \in d_i\}\right|$ - число документов из коллекции D, в которых встречается (когда $n_i \neq 0$).

Мера TF-IDF является произведением двух сомножителей:

$$tf - idf(t,d,D) = tf(t,d) \times idf(t,D) \quad (3)$$

Скалярное произведение векторов вычисляется на основании полученных показателей tf-idf по формуле (4).

$$simScalar(d,q) = \sum_{i=1}^{n} (tf - idf_{d_i}) * (tf - idf_{q_i}) \quad (4)$$

где n – число терминов, i – переменная – счетчик, q-документ с которым сравнивается документ d.

Евклидово расстояние трактуется как расстояние между точками или косинус угла между векторами, представляющими документы в пространстве терминов, и рассчитывается по формуле (5).

$$simEvklid(d,q) = \sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n} ((tf - idf_{d_i}) - (tf - idf_{q_i}))^2} \quad (5)$$

Манхеттенское расстояние (расстояние Хемминга, расстояние городских кварталов) вычисляется как сумма абсолютных значений координатных расстояний векторов, представляющих документы в пространстве терминов, и рассчитывается по формуле (6).

$$simManhetten(d,q) = \sum_{i=1}^{n} \left| (tf - idf_{d_i}) - (tf - idf_{q_i}) \right| \quad (6)$$

Метод косинусной меры сходства рассчитывается по формуле (7).

$$simCos(d,q) = \cos(\Theta) = \frac{D \times Q}{\|D\| \times \|Q\|} = \frac{\sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n} ((tf - idf_{d_i}) \times (tf - idf_{q_i}))}}{\sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n} ((tf - idf_{d_i}))^2} \times \sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n} ((tf - idf_{q_i}))^2}} \quad (7)$$

Сравнивая методы, основанные на ВМПД, можно сделать вывод, что для получения коэффициента подобия подходят только два метода: скалярная мера сходства и косинусная мера сходства, а значения схожести по эвклидовому и манхеттенскому методам на самом деле – расстояния между векторами. Таким образом, чем расстояние меньше, тем более документ схож с запросом. Поскольку метод косинусной меры сходства эффективен в качестве оценочной меры, особенно для разреженных векторов, так как необходимо учитывать только ненулевые измерения[1], и позволяет вычислить коэффициент подобия в диапазоне от 0 до 1, из методов ВМПД именно он считается наилучшим, для решения задачи нахождения коэффициента подобия между двумя документами.

Метод латентно – семантического анализа (LSA –Latent semantic analysis) применяется для рекомендательных систем, информационного семантического поиска, разделения текстов по тематикам без обучения, SEO анализа текста.

Данный метод предполагает более глубокий анализ терминов: вместо таблицы "слово-документ" как в предыдущем методе формируются таблицы "слово-тема" и "тема-документ". Это требуется для того, чтобы минимизировать недостатки предыдущих алгоритмов:

- зашумленности (цитаты, другие вставки текста на другом языке не должны влиять на тематику);
- размерности (вычисление расстояние между векторами становится медленной процедурой при больших объемах данных);

- разреженности (большинство ячеек в таблице *tf* будут нулевыми).

Метод LSA включает в себя следующие этапы:

- канонизация текста;
- стемминг или лемматизация;
- исключение терминов, встречающихся в единственном экземпляре;
- построение матрицы слово-документ;
- разложение матрицы методом SVD ($A = U * V * WT$);
- выделение строк матрицы U и столбцов W, которые соответствуют наибольшим сингулярным числам.

Конкретное количество учитываемых собственных чисел определяется предполагаемым количеством семантических тем в задаче. Чем больше сингулярное число, тем сильнее в коллекции проявлена тема. Выделение трех таблиц из одной позволяет снизить размерность данных - не нужно хранить всю матрицу слово-документ, достаточно только сравнительно небольшого набора числовых значений для описания каждого слова и документа [1].

Поскольку метод шинглов требует полного совпадения терминов, а для высокой точности требует большого количества сравнений (что снижает производительность), для решения поставленной задачи он не подходит. Рассматривая метод LSA для решения поставленной задачи, можно отметить, что данный метод требует значительных доработок алгоритма, обладает значительной вычислительной сложностью и эффективен только при больших выборках исходных данных.

В статье представлен обзор наиболее распространенных методов, применяемых для определения близости документов. На основе приведённых методов анализа текстовых данных, можно получить коэффициенты подобия документов. Полученные результаты могут быть использованы для создания рекомендательной системы, помогающей абитуриентам магистратуры с выбором направления подготовки. В случае определения схожести РПД, на основании анализа описанных методов, рекомендуется использовать метод косинусного свойства, как наиболее быстрый и показательный.

Список используемых источников

1. Сторожук Н.О., Коломойцева И.А. Анализ методов определения текстовой близости документов // Материалы студенческой секции IX Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ-2018). – Донецк: ДонНТУ, 2018. С. 43-47.
2. Афанасьев А.Ю., Глушань В.М. Использование алгоритма шинглов для анализа ответов на вопросы открытого типа в системе контроля знаний // Информатика и вычислительная техника: Материалы 5-й Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, студентов и молодых ученых, Ульяновск, 21-23 мая 2013 г. М. :УлГТУ, 2013. С. 44-50.

Gorodishenin A., Zikratov I.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of Methods of Processing Text Data in Recommender Educational Systems.
This paper analyzes the methods of processing text data in recommender educational systems. Six main methods of document analysis are considered: shingle method, scalar product of vectors, Euclidean distance, Manhattan distance, cosine similarity measure method, latent-semantic analysis.

Key words: text analysis, document analysis, shingle method, vector model, latent semantic analysis, recommender system

УДК 004.032.26
ГРНТИ 28.23.37

АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

К. А. Гришандин, Ф. В. Филиппов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В работе представлены методы анализа аудио произведений при помощи нейронных сетей. В ходе исследования были выявлены и описаны основные характеристики музыкальных произведений. Описана проблематика задач классификации музыкальных произведений. Рассмотрены основные методы анализа музыкальных произведений с помощью нейронных сетей.

нейронная сеть, звуковой сигнал, частота, жанр, амплитуда, инструмент, спектрограмма.

В ходе работы исследуются различные методы анализа музыкальных произведений. Научная значимость работы заключается в проведении исследования способов анализа аудиофайлов на основе выявленных признаков музыкальных произведений. Актуальность этой темы обусловлена возможностью применения подобных разработок:

– для транскрибирования музыки, создания аннотаций
– в качестве инструмента, с которым работают студии звукозаписи
– как компонент интеллектуальных поисковых систем.

Аудиоанализ — это область, которая включает в себя распознавание речи, цифровую обработку сигналов, а также классификацию и тегирование музыкальных аудиофайлов [1].

Предметы анализа музыкальных произведений:

– жанр

– используемые инструменты

– вокальная партия

Для проведения анализа необходимо выделить признаки, по которым он будет осуществляться. Данные признаки можно разделить на 2 типа [2]:

Высокоуровневые признаки музыкальных произведений:

1. Тембр
2. Ритм
3. Высота звука

Низкоуровневые признаки музыкальных произведений:

1. Временные признаки – вычисляются из кадров звукового сигнала
2. Энергетические признаки

2.1 Энергия гармонической составляющей спектра сигнала

2.2 Среднеквадратичная энергия кадра сигнала

2.3 Энергия шумовой спектральной части

3. Спектральные признаки – это признаки, которые описывают форму спектра звукового кадра и получаются путем преобразования временного сигнала в частотную область с помощью быстрого преобразования Фурье

3.1 Спектральный центроид

3.2 Спектральный поток

3.3 Спектральная плотность

3.4 Спектральный спад

3.5 Скорость пересечения нуля

3.6 Мел-частотные кепстральные коэффициенты *MFCC*

3.7 Цветность

4. Перцептивные признаки – это признаки, которые относятся к восприятию и вычисляются с использованием моделей человеческого восприятия уха

4.1 Относительная громкость

4.2 Четкость

Задача классификации музыкального произведения по жанрам является сложной как для человека, так и для ЭВМ, ввиду нечеткой границы между смежными жанрами музыки. Несмотря на то, что деление на жанры является в некоторой степени субъективным, для решения задачи классификации можно использовать критерии, связанные с фактурой и ритмической структурой музыкального аудиофайла. Таким образом в первую очередь стоит рассматривать спектральные признаки. Для решения задач выделения и анализа используемых музыкальных инструментов и вокальной партии так же в первую очередь используются спектральные признаки [3].

Методы для извлечения спектральных признаков работают с сигналов в амплитудном спектре. Для этого необходимо преобразовать входной

сигнал из временного вида в частотный спектр – превращение функции времени в функцию частоты. Спектр представляет из себя массив комплексных чисел, которые вычисляются следующим образом: модуль обработки аудиосигнала считывает данные из аудиофайла, на выходе модуля подаются необработанные звуковые данные – это ряд отсчётов, взятых через равные промежутки времени. Отсчёты представляют из себя вещественные числа. При помощи преобразования Фурье все отсчеты представляются в виде комплексного числа [4]. Для данного массива комплексных отсчетов вычисляется амплитудный спектр звукового файла. После этого данный спектр разбивается на отдельные кадры. Значения признаков, которые получены для спектров отдельных кадров, нормализуются и усредняются. Далее из спектра извлекаются характеристики, необходимые для классификации. Таким образом формируются спектрограммы (рисунок 1).

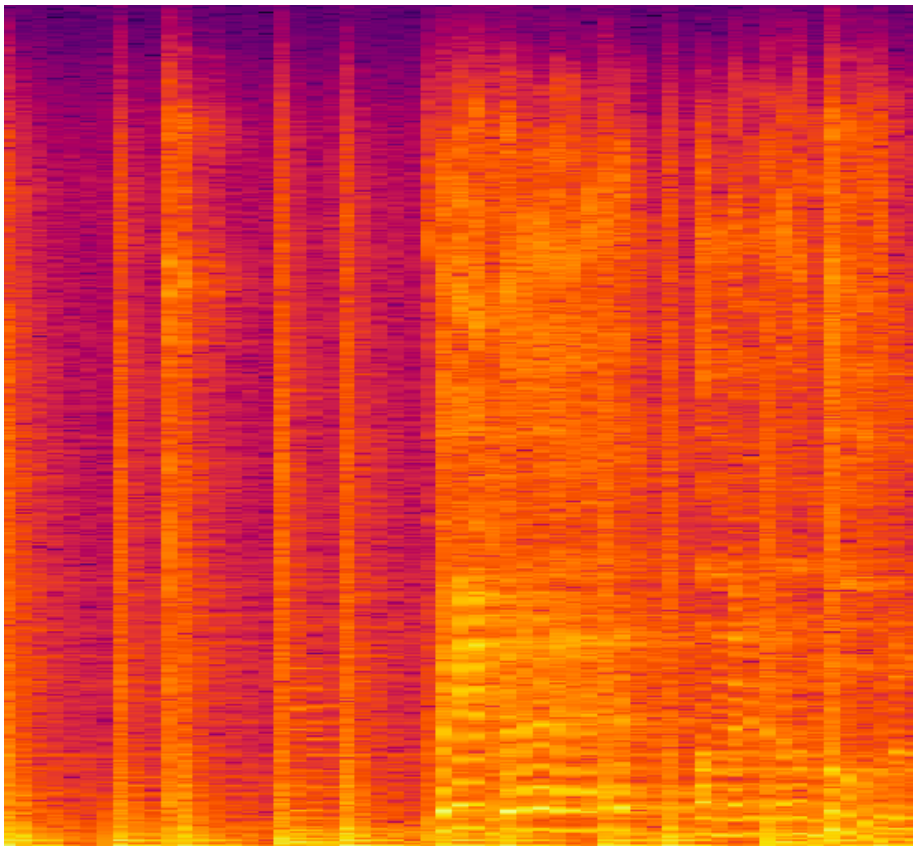


Рис. 1. Спектрограмма музыкального произведения в жанре блюз

Музыкальный звук имеет характерную структуру в спектральном диапазоне. Он состоит из основного тона и гармоник-обертонов. Именно обертоны определяют тембр звука и, соответственно, музыкальный инструмент.

Спектр представляет из себя большой набор данных, который нерационально использовать в исходном виде для решения задачи распознавания. В связи с этим было предложено определить значимый

набор признаков. В качестве такого набора лучше всего использовать мел-частотные кепстральные коэффициенты *MFCC* [5]. Данные коэффициенты были определены как лучшие признаки для распознавания музыкальных инструментов в работе. Мел-частотные кепстральные коэффициенты хорошо аппроксимируют слуховую систему человека и успешно используются для решения задач распознавания речи [6]. Спектрограмма вокальной партии представлена на рисунке 2.

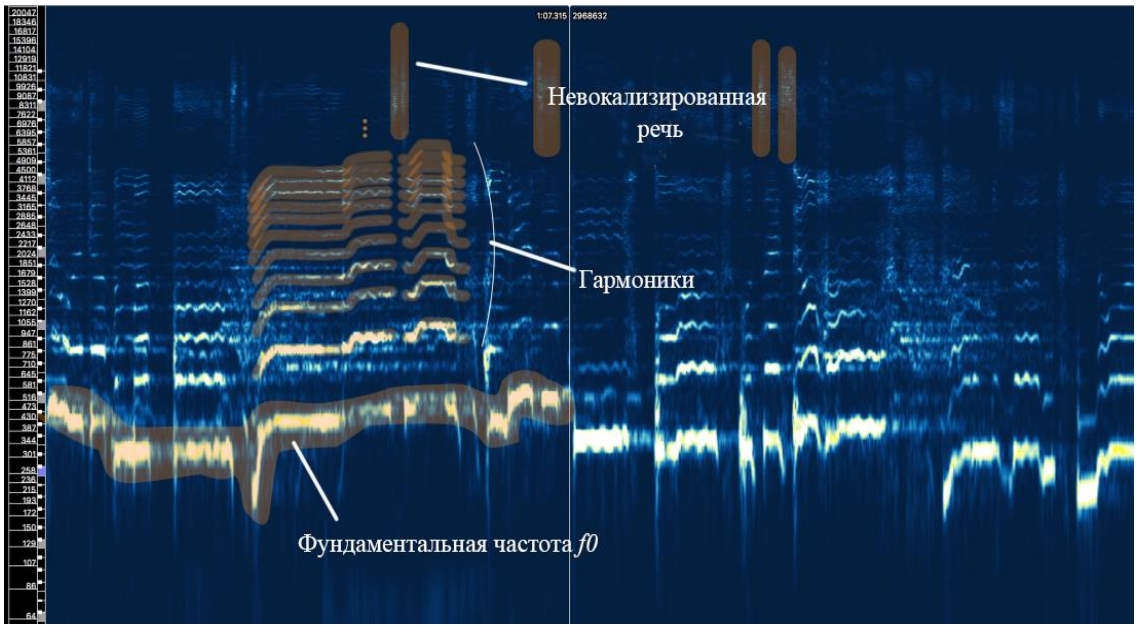


Рис. 2. Спектрограмма вокальной партии

На спектрограмме было выделено три основных элемента:

– Фундаментальная частота *f0*, которая определяется частотой вибрации наших голосовых связок. В данном случае *f0* находится диапазоне 300-500 Гц.

– Ряд гармоник выше *f0*, которые следуют аналогичной форме или шаблону. Эти гармоники появляются на частотах, кратных *f0*.

– Невокализированная речь, которая включает согласные, такие как ‘*t*’, ‘*p*’, ‘*k*’, ‘*s*’ (которые не производятся вибрацией голосовых связок), дыхание и т. д. Всё это проявляется в виде коротких всплесков в высокочастотной области.

Для дальнейшего решения задачи классификации можно использовать сверточные искусственные нейронные сети:

1. На основе набора данных, состоящего из большого количества аудиофайлов различных жанров, состоящих из различных инструментов, а также включающих в себя вокальные партии создать спектрограммы каждого файла.
2. Извлечь спектральные характеристики музыкального произведения.
3. Используя данный набор обучить искусственную нейронную

сеть, а затем провести тестирование ее работоспособности.

Этапы извлечения признаков из спектрограммы входных данных и загрузки их в слой нейронной сети представлены на рисунке 3 [7-9].

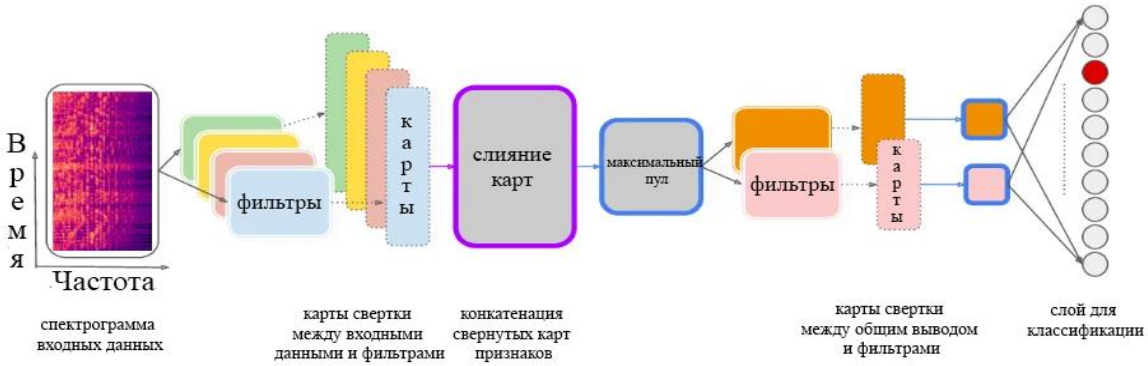


Рис. 3. Этапы извлечения признаков музыкальных произведений

Список используемых источников

1. Proceedings of the 9th International Conference of Music information retrieval // Drexel University, 2016.

2. Радзишевский А.Ю., Основы аналогового и цифрового звука. М: Вильямс, 2006. 288 с.

3. Вологдин Э. И., Компьютерный практикум по цифровой аудиотехнике [Электронный ресурс] // СПбГУТ, 2010. С. 66.

4. Загуменнов А. П., Компьютерная обработка звука. М: ДМК Пресс, 2006. 384 с.

5. Кинтцель Т., Руководство программиста по работе со звуком = A Programmer's Guide to Sound. Перевод с английского. М: ДМК Пресс, 2007. 432 с.

6. Klapuri A. P., Automatic music transcription as we know it today //Journal of New Music Research, 2004. С. 269-282.

7. Барский А.Б., Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] // Интуит НОУ, 2016. С. 358.

8. Яхъяева Г.Э., Основы теории нейронных сетей // Интуит НОУ, 2016. С. 200.

9. Солдатова О.П., Мушин А.Е., Классификация музыкальных композиций с использованием однослойного персептрона // Труды международной научно технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016)», 2016. С.355-358.

Grishandin K., Philippov F.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of Musical Compositions Using Neural Networks.

The paper presents methods for analyzing audio compositions using neural networks. In the course of the research, the main characteristics of musical works were identified and described. The problematics of the problems of classification of musical works are described. The main methods of analyzing musical works using neural networks are considered.

Key words: Neural network, sound signal, frequency, genre, amplitude, instrument, spectrogram.

УДК 004.7:004.422.8
ГРНТИ 20.01.07

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

А. О. Жаранова, Л. К. Птицына
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Определены и рассмотрены основные аспекты моделирования распределенных комплексных систем защиты информации. Акцентировано внимание на необходимости учета априорной неопределенности относительно времени появления угроз. Обоснован выбор методологии объектно-ориентированного моделирования. Описаны операциональные аспекты профилирования оперативного реагирования на моделирование распределенных комплексных систем защиты информации. Определены основные характеристики расширенной объектно-ориентированной модели распределенной комплексной системы защиты информации. Представлен шаблон расширенной объектно-ориентированной модели распределенной комплексной системы защиты информации.

информационная безопасность, комплексные системы защиты информации, распределенные системы, профилирование, расширенная модель.

Профилирование оперативного реагирования на моделирование распределенных комплексных систем защиты информации начинается с определения концептуальной основы формирования их моделей. При этом определении учитываются квалиметрические, рациональные, методологические и операциональные аспекты моделирования.

Качество функционирования любой комплексной системы защиты информации характеризуется множеством показателей, являющихся отражением их характерных свойств. При этом каждый отдельный показатель является представлением степени проявления конкретного свойства. Каждому множеству показателей качества функционирования комплексной системы защиты информации ставится в соответствие определенный профиль [1, 2].

В контексте оперативности акцентируется внимание на временных свойствах процессов обнаружения, идентификации, отражения или нейтрализации угроз. При этом первичный уровень оперативности связывается с временными свойствами процессов обнаружения угроз.

При подобных акцентах оперативности процесс моделирования разворачивается на основе применения процессного подхода. Определение временных показателей проводится в наиболее полном объеме отражения стохастической природы процессов обнаружения угроз. Для отражения выбираются плотности распределения времени обнаружения

появляющихся угроз, позволяющие построить множества других статистических характеристик этого времени. Обращается особое внимание на необходимость учета априорной неопределенности относительно времени появления угроз.

Множества статистических характеристик времени группируются по множествам видам появляющихся угроз.

Рациональные аспекты моделирования выражаются в выборе его аналитической канвы, отличающейся от имитационной, полунатурной и натурной, обеспечением формирования опережающего процесса получения знаний о качестве функционирования распределенных комплексных систем защиты информации, не требующего капитальных затрат на их реализацию, развертку и воссоздание воздействия потенциально возможных угроз.

При ориентации на процессный подход обращается внимание и на методологическую преемственность в моделировании, предусматривающую соблюдение канонов жизненного цикла информационных систем и технологий, поскольку защита информации становится неотъемлемой составляющей информационных процессов.

В целях соблюдения подобной преемственности выбирается методология объектно-ориентированного моделирования, для которой разрабатываются новые компоненты, ориентированные на обеспечение возможности аналитического определения статистических характеристик времени обнаружения появляющихся угроз распределенными комплексными системами защиты информации [3].

Процессный подход реализуется в классе диаграмм деятельности с введением новых характеристик объектно-ориентированных моделей, представляющих собой плотности распределений времен выполнения действий, образующих процесс. Введение указанных новых характеристик приводит к формированию расширенных объектно-ориентированных моделей распределенных комплексных систем защиты информации.

С позиций анализа оперативности реагирования распределенных комплексных систем защиты информации при формировании их моделей учитываются всевозможные приемы распараллеливания, комплексирования и распределения.

При комплексировании, использующей временную, структурную и функциональную избыточность реализуемых процессов, наивысший приоритет отдается схемам комплексирования согласно булевой функции «ИЛИ».

При отражении распределенности используется базовый прием введения в расширенную объектно-ориентированную модель плотностей распределений времен, связанных с обменом информации.

Операциональные аспекты профилирования оперативного реагирования на моделирование распределенных комплексных систем защиты информации выражаются в:

- формировании базиса методов, ориентированного на аналитическое определение статистических характеристик времен обнаружения появляющихся угроз;
- выделении множеств типовых шаблонов анализа расширенных объектно-ориентированных моделей;
- преобразовании шаблонов с целью вывода аналитических зависимостей для определяемых показателей;
- подтверждении корректности аналитического вывода;
- анализе поведения показателей качества функционирования распределенных комплексных систем защиты информации;
- анализе влияния технологий и характеристик коммуникаций на качество функционирования распределенных комплексных систем защиты информации;
- выборе рациональных технологических решений для организации и функционирования распределенных комплексных систем защиты информации, приемлемых для реальных ситуаций выполнения профессиональной деятельности в среде информационной инфраструктуры.

Представленные особенности учтены при разработке типового шаблона расширенной объектно-ориентированной модели распределенной комплексной системы защиты информации, предназначенного для аналитического определения влияния технологического и характеристического профиля распределенности на оперативность обнаружения появляющихся угроз.

В расширенной объектно-ориентированной модели задействованы следующие характеристики:

- плотность распределения вероятностей дискретного времени выполнения действия по передаче входной информации по линиям связи для подпроцесса защиты информации;
- плотность распределения вероятностей дискретного времени выполнения действия по выполнению подпроцесса защиты информации;
- плотность распределения вероятностей дискретного времени выполнения действия по передаче результатов обработки по подпроцессу защиты информации.

Шаблон расширенной объектно-ориентированной модели представлен на рис. 1.

Построенный шаблон расширенной объектно-ориентированной модели обеспечивает возможность решения новой научно-технической задачи – реализацию перехода к аналитическому связыванию технологических и характеристических профилей коммуникаций и

профилей оперативного реагирования распределенных комплексных систем защиты информации, актуальной для развития сквозных технологий цифровой экономики.

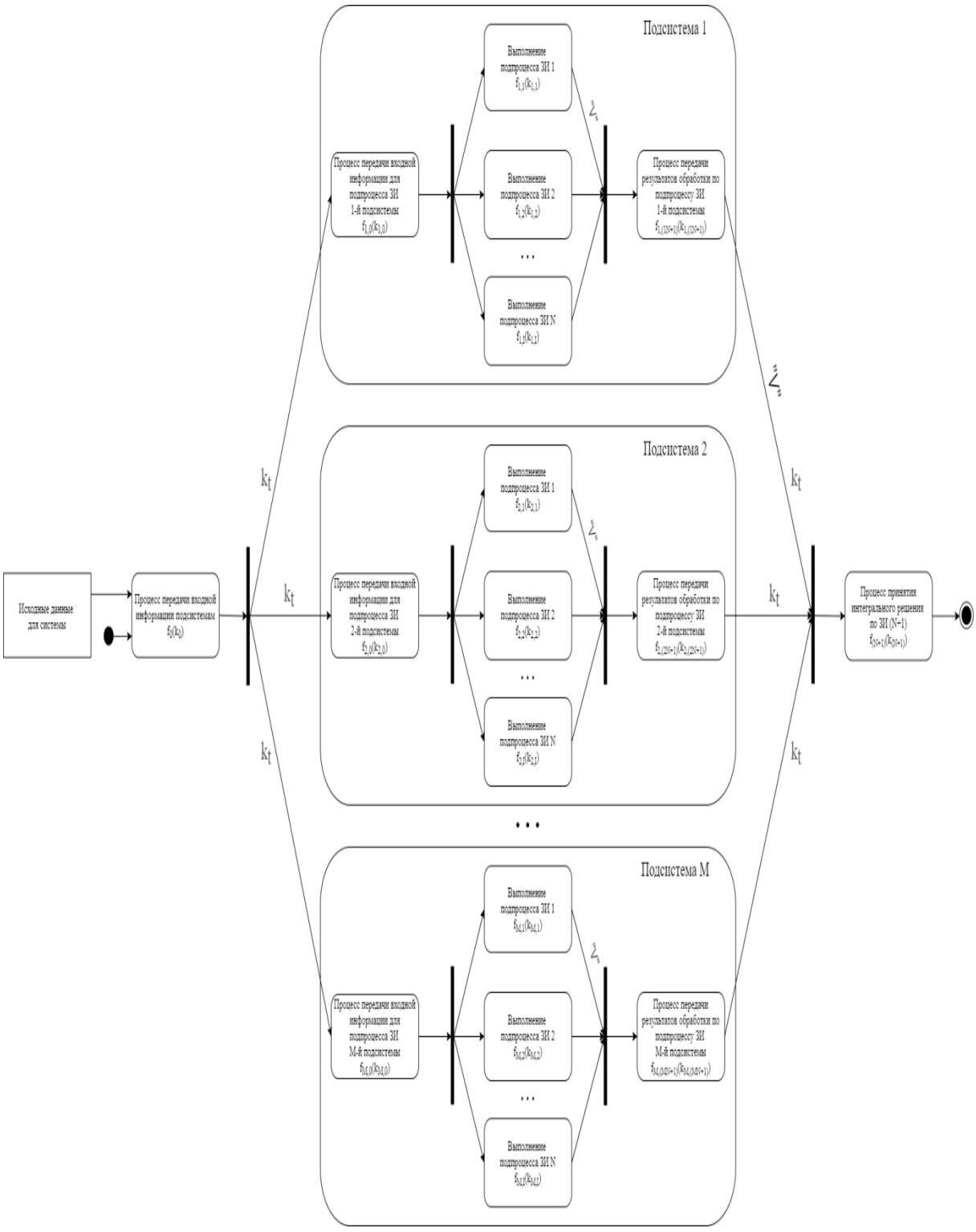


Рис. 1. Расширенная объектно-ориентированная модель комплексной системы защиты информации

Список используемых источников

1. Птицын А. В., Птицына Л. К. Обеспечение информационной безопасности на основе методологического базиса агентных технологий // Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. № 2 (55). С. 146–154.
2. Птицын А. В., Птицына. Л. К. Генерация системно-аналитического ядра безопасных информационных технологий. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 263 с.
3. Птицын А. В., Птицына Л. К. Аналитическое моделирование комплексных систем защиты информации. Гамбург. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 293 с.

Zharanova A., Ptitsyna L.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Profiling of Operational Response to Modeling of Distributed Complex Information Security Systems.
The main aspects of modeling of distributed complex information security systems are determined and considered. The article emphasizes that taking into account a priori uncertainty about the time of threats occurrences is necessary. The choice of methodology for object-oriented modeling is substantiated. The operational aspects of profiling the operational response to the modeling of distributed complex information security systems are described. The main characteristics of the extended object-oriented model of the distributed complex information security system are determined. A template for the extended object-oriented model of the distributed complex information security system is presented.

Key words: information security, complex information security systems, distributed systems, profiling, extended model.

УДК004.056.53
ГРНТИ 81.96

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

А. О. Жаранова, В. В. Капитоненко, Ф. В. Филиппов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Актуализировано использование системы адаптивной аутентификации. Показано влияние адаптивной аутентификации на безопасность персональных данных пользователей в веб-приложениях. Приведены преимущества использования адаптивной аутентификации веб-приложений в сравнении с распространенными методами защиты данных. Определены параметры профиля устройства, необходимые для обеспечения защищенной аутентификации. На базе выбранных параметров описан механизм системы аутентификации пользователя веб-приложения. Представлена разработанная адаптивная система аутентификации. Определены перспективы развития системы адаптивной аутентификации.

безопасность веб-приложений, аутентификация, система адаптивной аутентификации, цифровой отпечаток устройства.

В настоящее время одними из самых распространенных уязвимостей веб-приложений являются уязвимости связанные с аутентификацией и контролем доступа [1]. Согласно последним рекомендациям Национального института стандартов и технологий (*NIST*), организациям следует применять многофакторную аутентификацию [2]. Однако, по статистике компании *Google*, менее 10% пользователей применяют двухфакторную аутентификацию, и по словам инженера программиста Гжегожа Милка это связано с тем, что пользователю неудобно использовать данную систему аутентификации, так как необходимо совершать дополнительные действия для входа в веб-приложение [3]. В связи с этим актуализируется вопрос о разработке системы аутентификации, обеспечивающей не только безопасность доступа к системе по рекомендациям *NIST*, но и лояльность пользователя к веб-приложению.

С данным вопросом справляется система адаптивной аутентификации (*Risk-Based Authentication*). Адаптивная аутентификация – это многофакторная система аутентификации, использующая различные уровни проверки входа в зависимости от профиля риска (вероятности несанкционированного доступа) [4]. Основной задачей данной системы является снижение требуемых от пользователя действий для его идентификации и, как следствие, повышение лояльности к сервису в совокупности с обеспечением при необходимости строгой аутентификации. Преимуществами данной аутентификации являются лояльность пользователей к системе, не требующей дополнительных действий, и гибкость настройки модели, включающая возможность корректировки атрибутов, способов расчета оценки риска, уровней риска и применяемых дополнительных методов защиты. Недостатком такой системы аутентификации является отсутствие общедоступных источников, описывающих модель, алгоритмы ее работы и используемые атрибуты.

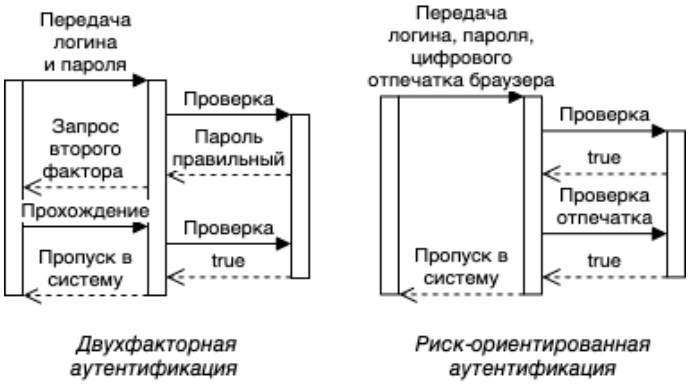


Рис. 1. Сравнение принципов работы классической и адаптивной систем аутентификации

Если сравнивать принципы работы классической и адаптивной двухфакторных систем аутентификации, то в первой всегда запрашивается прохождение второго этапа входа в систему после успешного прохождения первого (авторизации через логин и пароль). В адаптивной двухфакторной системе аутентификации у пользователя появляется возможность не проходить второй этап, если система «доверяет» (низкая вероятность несанкционированного доступа) ему (рис. 1).

В соответствии с вышеописанными принципами работы системы разработана модель адаптивной аутентификации (рис. 2).

Исходя из разработанной модели, можно увидеть, что в системе адаптивной аутентификации пользователь, помимо логина и пароля при прохождении первого этапа входа, передает цифровой отпечаток браузера.

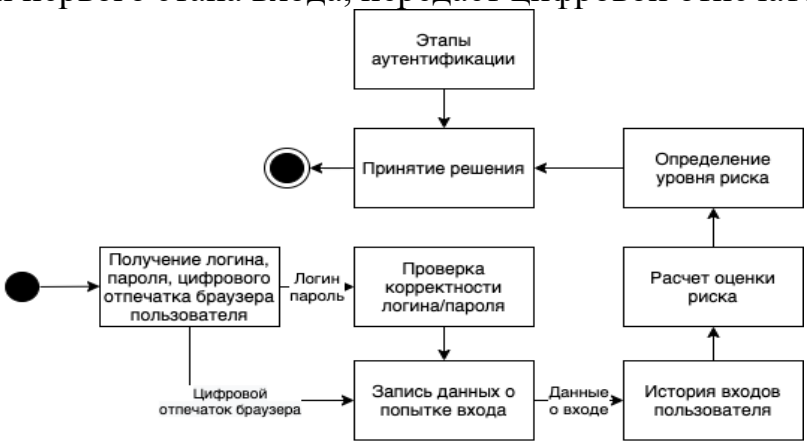


Рис. 2. Модель адаптивной аутентификации

Отпечаток браузера – это информация, собранная об удаленном физическом или виртуальном вычислительном устройстве через веб-браузер с целью его идентификации. Данная информация может полностью или частично идентифицировать отдельных пользователей или устройства, даже если не используются *cookie*-файлы, *IP*-адрес клиента скрыт или пользователь взаимодействует с сервисом посредством другого веб-браузера [5]. Для системы отпечаток браузера является совокупностью атрибутов устройства и их значений. Такие данные записываются в историю входов пользователя вместе с дополнительной информацией (например, датой и временем авторизации).

Принятие решения о запросе прохождения следующих этапов аутентификации зависит от оценки риска (вероятности несанкционированного доступа в систему). Для ее расчета используется следующая формула:

$$R_h = b + \left(\frac{l_k - b}{\sum_{c=1}^{k} m_c}\right) \cdot h,$$

где h – количество неудачных попыток аутентификации пользователя за сессию, k – текущий уровень риска (при $h=0$ определяется по значению b,

для $h > 0$ – по R_{h-1}), l_k – граница уровня риска для текущего уровня риска k, m_k – количество максимальных попыток для текущего уровня риска k, и b – показатель, рассчитываемый по формуле компании *IBM*:

$$b = \frac{\sum_{i=1} u_i}{J},$$

где u_i – вес атрибута i, неизвестный системе, J – общая сумма весов всех атрибутов, которые обрабатывает система.

Значения весов основаны на результатах работы платформы *AmIUnique* с рассчитанными энтропиями для каждого атрибута.

С использованием языка программирования *PHP* и СУБД *MySQL* разработана система адаптивной аутентификации. База данных, содержащая информацию о цифровом отпечатке браузера и действиях пользователя в системе, представлена на рисунке 3.

ТАБЛИЦА 1. Атрибуты цифрового отпечатка браузера и энтропия

Атрибут	Энтропия	Атрибут	Энтропия
User agent	9.779	Использование *AdBlock*	0.995
Accept	1.383	Часовой пояс	3.338
Content encoding	1.534	Размер экрана, глубина цвета	4.889
Content language	5.918	Платформа	2.310
Список плагинов	11.060	*Do Not Track*	0.944
Список шрифтов	8.379	*Canvas*	8.278
Список *HTTP* заголовков	4.198	*WebGL Vendor*	2.141
Доступ к *cookies*	0.253	*WebGL Renderer*	3.406

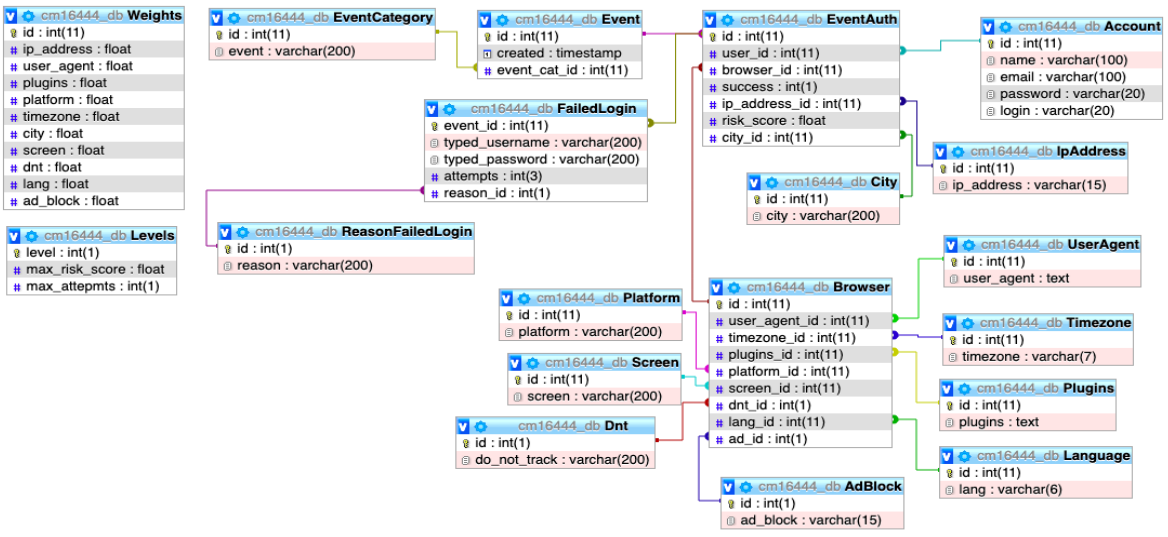


Рис. 3. База данных системы адаптивной аутентификации

Структура разработанной системы представлена на рис. 4. В каталоге *config* представлен код, с помощью которого система подключается к СУБД, устанавливает базу данных и добавляет значения по умолчанию в необходимые таблицы. В каталоге *models* описаны основные классы системы адаптивной аутентификации, с помощью которых в историю

входов заносится цифровой отпечаток браузера пользователя, рассчитывается оценка риска несанкционированного доступа и принимается решение о запросах дополнительной информации от пользователя.

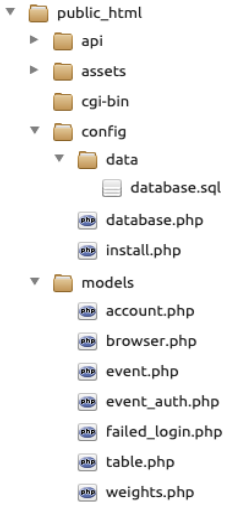


Рис. 4. Структура разработанной системы адаптивной аутентификации

На рисунке 5 представлены основные функции класса *EventAuth*, отвечающего за события авторизации в системе. Функция *getHistory* собирает историю входов пользователя, *checkBrowserForUser* производит поиск такого же отпечатка браузера, как в текущей сессии авторизации, *setRiskScore* рассчитывает оценку несанкционированного доступа и записывает историю авторизаций.

```
62  public function getHistory() {
63    $sqlQuery = "SELECT *
64      FROM EventAuth
65      INNER JOIN `Browser` ON `EventAuth`.`browser_id` = `Browser`.`id`
66      WHERE user_id = ? AND success = 1";
67    $stmt = $this->conn->prepare($sqlQuery);
68    $stmt->bindParam(1, $this->user_id);
69    $stmt->execute();
70    return $stmt;
71  }
72
73  public function checkBrowserForUser() {
74    $sqlQuery = "SELECT *
75      FROM EventAuth
76      INNER JOIN `Browser` ON `EventAuth`.`browser_id` = `Browser`.`id`
77      WHERE user_id = ? AND browser_id = ? AND success = 1";
78    $stmt = $this->conn->prepare($sqlQuery);
79    $stmt->bindParam(1, $this->user_id);
80    $stmt->bindParam(2, $this->browser_id);
81    $stmt->execute();
82    return $stmt->rowCount() > 0;
83  }
```

Рис. 5. Функции класса *EventAuth*

Таким образом, разработанная система адаптивной аутентификации обеспечивает безопасность системы без требования дополнительных действий от пользователя с учетом количества неуспешных попыток входа. В перспективе развития работы планируется учет поведенческого профиля пользователя для оценки несанкционированного доступа.

Список используемых источников

1. Web Applications vulnerabilities and threats: statistics for 2019 [Электронный ресурс].13.02.2020. URL: https://www.ptsecurity.com/ww-en/analytics/web-vulnerabilities-2020/ (дата обращения: 26.10.2020).

2. Paul A., Michael E., James L. Digital Identity Guidelines [Электронный ресурс]. Публикация NIST 800-63-3. 2017. URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Special Publications/NIST.SP.800-63-3.pdf (дата обращения: 28.10.2020).

3. Thuy O. Over 90 percent of Gmail users still don't use two-factor authentication [Электронный ресурс]. 23.01.2018. URL: https://www.theverge.com/2018/1/23/16922500/gmail-users-two-factor-authentication-google (дата посещения: 28.10.2020).

4. Wiefling S., Iacono L., Durmuth M. Is This Really You? An Empirical Study onRisk-Based Authentication Applied in the Wild [Электронный ресурс]. 2019. URL: https://riskbasedauthentication.org/download/rba-study-paper.pdf (дата обращения: 05.11.2020).

5. Laperdrix P., Bielova N., Baundry B., Browser Fingerprinting: A survey [Электронный ресурс]. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/332873650_Browser_Fingerprinting_A_survey (дата обращения: 01.11.2020).

Zharanova A., Kapitonenko V., Filippov F.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Ensuring the Security of Web Applications Based on the Adaptive Authentication System.
The use of the adaptive authentication system has been updated. The influence of adaptive authentication on the security of personal data of users in web applications has been shown. The advantages of using adaptive authentication of web applications in comparison with common data protection methods has been presented. The device profile parameters required to provide secure authentication has been defined. The mechanism of the web application user authentication system has been described on the basis of the selected parameters. The developed adaptive authentication system has been presented. The prospects for the development of the adaptive authentication system has been determined.

Key words: web application security, device digital fingerprint, authentication, adaptive authentication system.

УДК 620.9
РГРНТИ 44.01.11

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT) В ЭНЕРГЕТИКЕ

И. А. Зикратов, М. А. Казьмин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Имеющаяся действительность Интернета вещей (IoT) даёт представление того, как данная технология способствует проявлению революционным изменениям во множестве направлений экономики и жизни, однако, одной из самых ключевых сфер развития, широты применения и в конечном виде влияния на соприкасающееся сектора является энергетика.

интернет вещей (IoT), энергетика, автоматизация, умные энергетические системы, smart grid, возобновляемая энергетика, оптимизация, управление

Всё большая современная мировая нацеленность на интеграцию возобновляемых источников энергии и оптимизацию использования энергии являются ключевыми факторами, способствующими переходу на новую устойчивую энергетику и смягчению последствий изменения климата. Современные технологии, такие как Интернет вещей (IoT), предлагают широкий спектр прикладных решений в энергетике, то есть в сфере энергоснабжения, передачи и распределения, а также сбыта электроэнергии. Интернет вещей можно использовать для повышения энергоэффективности, увеличения доли возобновляемых источников энергии и снижения воздействия на окружающую среду.

Но так или иначе энергетика все ещё сильно зависит от ископаемых углеводородных ресурсов таких как угль, нефть и газ, составляющих почти 80% от конечной выработанной энергии во всем мире. Чрезмерная добыча и сжигание ископаемого топлива имеет неблагоприятные последствия для окружающей среды, здоровья и экономики из-за загрязнения воздуха и изменения климата, и это лишь некоторые из них. Энергоэффективность, то есть потребление меньшего количества энергии для предоставления того же объёма услуг, и использование возобновляемых источников энергии - две основные альтернативы для уменьшения негативного воздействия результатов использования ископаемого топлива. Интернета вещей IoT в энергетическом секторе, от добычи, эксплуатации и технического обслуживания энергогенерирующих активов до сетей передачи и распределения (T&D), и конечного использования энергии может сыграть решающую роль в сокращении потерь энергии и снижении выброса CO2. Умная единая система управления энергопотреблением, основанная на IoT, может отслеживать потребление энергии в реальном времени и повышать уровень осведомленности об энергоэффективности на любом уровне цепочки поставок. Здесь стоит подробнее затронуть применение IoT на разных этапах производства энергии, а также рассмотреть концепцию умных городов, которая является общим драйвером для многих подсистем на основе IoT, таких как умные сети электроснабжения (smart grid), умные здания, умные фабрики и интеллектуальный транспорт. Мы обсудим большинство из вышеупомянутых компонентов отдельно.[1] [2] [3] [4]

IoT в генерации электроэнергии

Автоматизация производственных процессов и системы диспетчерского управления и сбора данных стали популярными в энергетическом секторе в 1990-х годах. За счет мониторинга и управления оборудованием и процессами на ранних этапах IoT начал вносить свой вклад в энергетический сектор, снижая риск потери производства или

отключения электроэнергии. Надежность, эффективность, воздействие на окружающую среду и вопросы технического обслуживания являются основными проблемами старых электростанций. Возраст оборудования в энергетическом секторе и проблемы с плохим обслуживанием могут привести к высокому уровню потерь энергии и снижению ненадежности. Интернет вещей может способствовать уменьшению некоторых из этих проблем при управлении электростанциями. Применяя датчики IoT, устройства, подключенные к Интернету, могут распознавать любой сбой в работе или ненормальное снижение энергоэффективности, предупреждая о необходимости обслуживания. Это увеличивает надежность и эффективность системы, а также снижает стоимость обслуживания. Согласно имеющимся данным, новая электростанция на основе Интернета вещей может сэкономить 18 миллиардов рублей в течение всего срока службы, а существующая электростанция того же размера может сэкономить почти 4 миллиарда рублей при наличии платформы IoT.

Для сокращения использования ископаемого топлива и опоры на местные энергетические ресурсы многие страны продвигают ВИЭ. Зависящие от погоды или переменные возобновляемые источники энергии (ВИЭ), такие как энергия ветра и солнца, создавая новую проблему для энергетической системы, известную как «проблема непостоянства». В энергетической системе с высокой долей ВИЭ согласование выработки энергии со спросом является большой проблемой из-за изменчивости спроса и предложения, что приводит к несоответствию в различных временных масштабах. Системы IoT предлагают гибкость в балансировании производства и спроса, что, в свою очередь, может уменьшить проблемы, связанные с развертыванием ВИЭ, что приводит к более высокой доле интеграции чистой энергии и меньшим выбросам парниковых газов. Кроме того, с помощью Интернета вещей можно добиться более эффективного использования энергии с помощью алгоритмов машинного обучения, которые помогают определить оптимальный баланс различных технологий спроса и предложения. Например, использование алгоритмов искусственного интеллекта может уравновесить выходную мощность тепловой электростанции с источниками собственного производства электроэнергии, например, путем объединения множества небольших солнечных фотоэлектрических панелей.

Умные города (Smart City)

В настоящее время ошеломляющие темпы урбанизации, а также перенаселение вызывают множество глобальных проблем, таких как загрязнение воздуха и воды, доступ к энергии и экологические проблемы. В этом направлении одна из основных задач - обеспечить города чистыми, доступными и надежными источниками энергии. Последние достижения в

области цифровых технологий послужили движущей силой для применения интеллектуальных решений на основе Интернета вещей для решения существующих проблем в контексте умного города. Умные фабрики, умные дома, электростанции и фермы в городе могут быть подключены в единую сеть, и можно собирать данные об их потреблении энергии в разное время суток. Если обнаруживается, что часть, например, жилые районы, потребляет больше всего энергии во второй половине дня, тогда автоматически энергия, выделяемая на другие разделы, например, фабрики, может быть сведена к минимуму, чтобы сбалансировать всю систему с минимальными затратами и риском перегрузки или затемнение.

В умном городе различные процессы, например, передача информации и коммуникация, интеллектуальная идентификация, определение местоположения, отслеживание, мониторинг, контроль загрязнения и управление идентификацией, могут идеально управляться с помощью технологии IoT. Технологии Интернета вещей могут помочь контролировать каждый объект в городе. К датчикам могут быть подключены здания, городская инфраструктура, транспорт, энергетические сети и инженерные сети. Эти соединения могут обеспечить энергоэффективный умный город за счет постоянного мониторинга данных, собранных с датчиков. Например, с помощью мониторинга транспортных средств с помощью Интернета вещей можно управлять уличным освещением для оптимального использования энергии. Кроме того, органы власти могут иметь доступ к собранной информации и принимать более обоснованные решения о выборе транспорта и своих потребностей в энергии.

Умные сети электроснабжения (Smart Grid)

Умные сети электроснабжения — это современные сети, в которых используются самые безопасные и надежные технологии ИКТ для управления и оптимизации производства энергии, сетей T&D и конечного использования. Подключая множество интеллектуальных счетчиков, интеллектуальная сеть развивает разнонаправленный поток информации, который можно использовать для оптимального управления системой и эффективного распределения энергии. Применение умных сетей может быть выделено в различных подсекторах энергетической системы по отдельности, например, производство энергии, здания или транспорт, или их можно рассматривать вместе.

Во время совместной связи между различными секторами интеллектуальная сеть может предупреждать операторов через интеллектуальные устройства до того, как возникнет какая-либо острая проблема. Например, с помощью постоянного мониторинга можно определить, превышает ли потребность в энергии общую мощность сети. Таким образом, сбор данных в режиме реального времени позволяет

властям применять различные стратегии, а потребление энергии может быть перенесено на другое время, когда ожидаемый спрос ниже. В некоторых регионах в этом отношении рассматривались разумные (или динамические) тарифы ценообразования для переменных цен на энергию. Тарифы на ценообразование в реальном времени (RTP), а также цена на энергию будут выше в определенный момент, когда потребление энергии, вероятно, будет выше. Благодаря данным, собранным из компонентов интеллектуальной сети, потребление и выработка энергии могут быть идеально оптимизированы и управляться дальновидными стратегиями. Снижение потерь при передаче в сетях T&D за счет активного управления напряжением или снижение нетехнических потерь с использованием сети интеллектуальных счетчиков - другие примеры применения IoT.

Умные здания (Smart Buildings)

Энергопотребление в городах можно разделить на несколько частей; жилые дома (бытовые); и коммерческие (услуги), включая магазины, офисы и школы, и транспорт. Потребление энергии в жилищном секторе включает освещение, оборудование, горячее водоснабжение, охлаждение, отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха (ОВиК). На потребление энергии ОВиК обычно приходится половина потребления от всей энергии в зданиях. Следовательно, управление системами ОВиК важно для снижения потребления электроэнергии. С развитием технологий в отрасли устройства IoT могут играть важную роль в управлении потерями энергии в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Например, путем размещения некоторых беспроводных термостатов в зависимости от необходимости можно определить не используемые зоны в здании. После обнаружения незанятой зоны можно предпринять некоторые действия для снижения потребления энергии в ней. Например, системы ОВиК могут сократить работу в незанятой зоне, что приведет к значительному снижению потребления энергии и излишних потерь в целом.

Интеллектуальный транспорт (Intelligent Transportation)

В отличие от традиционной транспортной системы, где каждая система работает независимо, применение технологий Интернета вещей на электрифицированном транспорте, так называемый «умный транспорт», предлагает глобальную систему управления. Кроме того, обработка данных в реальном времени играет важную роль в управлении трафиком. Все компоненты транспортной системы могут быть соединены вместе, и их данные могут обрабатываться вместе. Системы контроля заторов и интеллектуальной парковки с использованием онлайн-карт это лишь некоторые из возможных применений интеллектуального транспорта. Разумное использование транспорта позволяет пассажирам выбирать более экономичный вариант с меньшим расстоянием и самым быстрым

маршрутом, что экономит значительное количество времени и энергии. Граждане смогут более эффективно определять срок прибытия и управлять своим временем более качественно. Таким образом сократится время поездок по городу и существенно уменьшатся потери энергии. Это может значительно снизить выбросы CO2 и других газов, загрязняющих воздух.[5]

Энергетические системы находятся на пороге новой переходной эпохи. Широкомасштабное внедрение ВИЭ в распределенных энергетических системах и необходимость эффективного использования энергии требует общесистемных комплексных подходов к минимизации социально-экономических и экологических воздействий энергосистем. В этом отношении современные технологии, такие как Интернет вещей, могут помочь энергетическому сектору превратиться из централизованной иерархической цепочки поставок в децентрализованную, интеллектуальную и оптимизированную систему.

Список используемых источников

1. Tutorials point Pvt. Ltd. — Internet of things;
2. Peter Wather — Learning Internet of Things;
3. Andrew Whitmore & Anurag Agarwal & Li Da Xu The Internet of Things — A survey of topics and trends. doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2;
4. Росляков, А.В. Интернет вещей [Электронный ресурс]: учеб. пособие по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» 11.03.02 - бакалавриат и 11.04.02 - магистратура / С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков, А.В. Росляков .— Самара: Изд-во ПГУТИ, 2015 .— 136 с.: ил. — Режим доступа: https://rucont.ru/efd/56505.
5. pwc «Интернет вещей» (IoT) в России: технология будущего, доступная уже сейчас»

Zikratov I.. Kazmin M.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of the Features of Application of the Internet of Things (IoT) in the Energy.

The current reality of the Internet of Things (IoT) gives an idea of how this technology contributes to the manifestation of revolutionary changes in many areas of economy and life, however, one of the most key areas of development, breadth of application and ultimately influence on the adjacent sectors is energy.

Key words: Internet of Things (IoT), energy, automation, smart energy systems, smart grid, renewable energy, optimization, management.

УДК 004.514
ГРНТИ 49.33.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА ДОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А. А. Кардышев, В. А. Чебыкин
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В настоящее время создаются автономные подводные беспилотные транспортные средства (БТС) для целей изучения поверхности дна. Эти беспилотные средства снабжаются аппаратно-программными комплексами управления движением. Для повышения эффективности работы таких комплексов разрабатываются алгоритмы управления, которые учитывают рельеф донной поверхности, и оптимизируют маршрут движения БТС.

Эти алгоритмы и программные средства требуют тестирования и отладки. Тестирование в реальной водной среде по понятным причинам дорого и проводится на заключительных этапах разработки. Поэтому возникает задача разработки имитаторов движения БТС. Частью такого имитатора является карта донного рельефа. Создание таких карт без средств автоматизации трудоемкий процесс. Поэтому предлагается автоматизировать процесс создания трехмерных моделей поверхности дна с использованием алгоритмов фрактальной геометрии. Эти алгоритмы позволяют имитировать природную поверхность с высокой степенью достоверности и быстро создавать разнообразные трехмерные модели по ограниченному набору параметров, которые случайным образом варьируются.

фрактал, фрактальные модели, рельеф донной поверхности

Математик Бенуа Мандельброт создал в 1975 году термин фрактал от латинского слова «*fractus*», что означает нерегулярный или фрагментированный. Эти неправильные и фрагментированные формы окружают людей повсюду. Фракталы – это визуальное выражение повторяющегося шаблона или формула, которая начинается с простого и постепенно становится все более сложным [1].

Фрактальные объекты имеют удивительные свойства – как в целом, так и любые их участки обладают одной и той же размерностью. Это свойство называется самоподобием. Фрактальная размерность, как правило, является неотрицательным нецелым числом, отражающим, некоторым образом, геометрическую сложность объекта [2].

Построение геометрического фрактала всегда начинается с двух фигур: инициатора и генератора. На рис. 1 представлены генератор и инициатор для Снежинки Коха. Он начинается с равностороннего треугольника в качестве инициатора и линии, разделенной на четыре сегмента в качестве генератора.

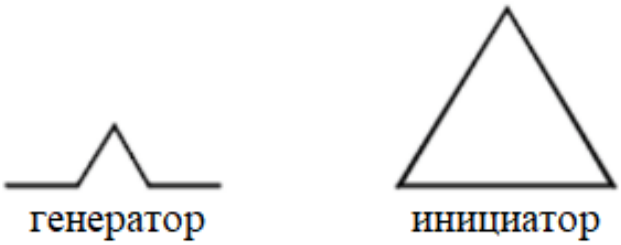


Рис. 1. Генератор и инициатор

Фрактальный объект может быть представлен с помощью рекурсивной функции:

$$x, f(x), f\big(f(x)\big), \ldots \quad (1)$$

Для создания фрактальных объектов существует несколько методов. Все эти методы используют процессы обратной связи (рис. 2), в которых выходные данные одной итерации используются в качестве входных данных для следующей.

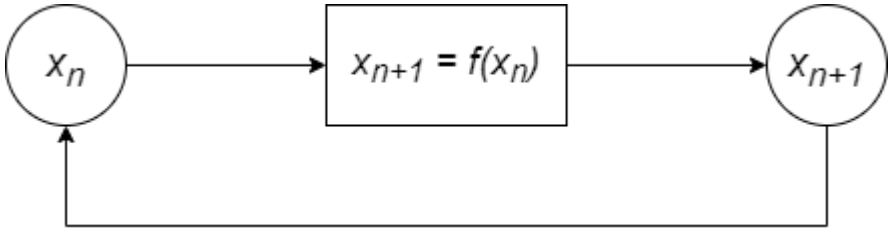


Рис. 2. Схема процесса обратной связи

Метод смещения средней точки – это относительно простой метод, который дает реалистичные результаты. Этот алгоритм предполагает, что начало – это линия между двумя точками. Затем медиана этой линии перемещается со случайным значением в вертикальном направлении. Далее медианы двух новых сегментов перемещаются со случайными значениями в вертикальном направлении. Предыдущий шаг повторяется до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень детализации [3].

Алгоритм *Diamond-Square* создает более реалистичный результат, чем предыдущий алгоритм, так как метод смещения средней точки иногда оставляет на местности артефакты квадратной формы. Алгоритм *Diamond-Square* смягчает это, чередуя вычисление значений средних точек квадратов и ромбов. Этот алгоритм предполагает начало с присвоения случайной высоты четырем углам сетки. Затем происходит усреднение четырех углов плюс случайное возмущение и присваивание этого значения средней точке квадрата, образованного четырьмя точками. Затем берется каждый полученный таким образом ромб, вычисляется среднее значение четырех углов каждого ромба плюс случайное возмущение и данное значение присваивается средней точке ромба. Затем повторяются предыдущие два шага, пока не будет достигнут желаемый уровень

детализации. На рис. 3 показано создание фрактального ландшафта с использованием алгоритма *Diamond-Square*, начиная с начальных стадий с низким уровнем детализации и заканчивая конечными стадиями с высоким уровнем детализации [3].

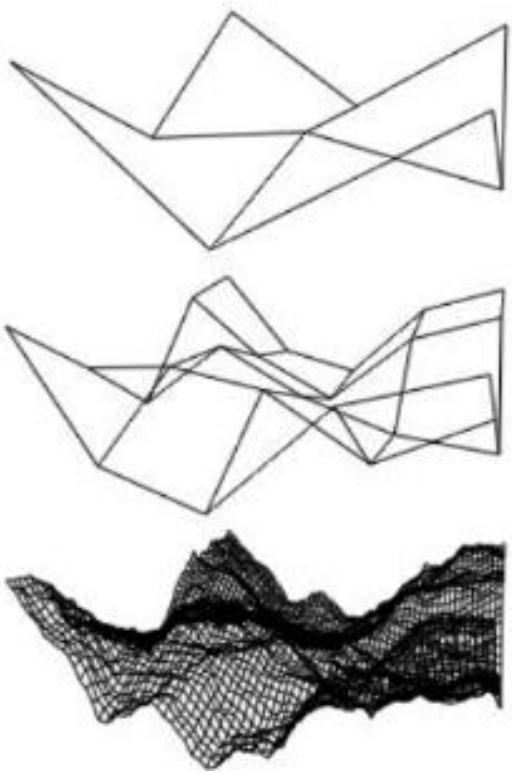


Рис. 3. Построение фрактальной поверхности с использованием алгоритма *Diamond-Square*

Еще одним алгоритмом, позволяющим строить фрактальные поверхности, является алгоритм *Fast Fourier Transform (FFT)* – быстрое преобразование Фурье. В отличие от метода смещения средней точки и метода *Diamond-Square*, которые имеют линейное время выполнения, время выполнения алгоритма *FFT* является логарифмическим. Еще одно отличие алгоритма *FFT* состоит в том, что рельеф имеет более округлую текстуру и не имеет выступов или заостренных элементов.

Список используемых источников

1. Мельник М. А. Фракталы и детерминированный хаос в динамических системах // Материалы Пятой Сиб. школы молодых ученых. – Томск / ТГПУ, 2001. С. 293-297.

2. Федер Е. Фракталы. Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 254 с. (Jens Feder, Plenum Press, NewYork, 1988).

3. Ватолин Д. Применение фракталов в машинной графике // Computerworld Россия. 1995. N 15. С. 11.

Kardyshev A., Chebykin V.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Research of Fractal Models of Complex Bottom Relief.
Autonomous underwater unmanned vehicles (BPS) are currently being created for the purpose of studying the bottom surface. These unmanned aerial vehicles are equipped with hardware-software systems for motion control. To increase the efficiency of such complexes, control algorithms are developed that take into account the topography of the bottom surface and optimize the route of the BPS.
These algorithms and software tools require testing and debugging. Testing in a real aquatic environment for obvious reasons is expensive and is carried out at the final stages of development. Therefore, the challenge arises of developing simulators of the BTS movement. Part of such a simulator is a map of the bottom topography. Creating such cards without automation is a laborious process. Therefore, it is proposed to automate the process of creating three-dimensional models of the bottom surface using fractal geometry algorithms. These algorithms allow you to simulate a natural surface with a high degree of reliability and quickly create a variety of three-dimensional models for a limited set of parameters that vary randomly.

Key words: fractal, fractal models, relief bottom surface.

УДК 004.421
ГРНТИ 28.19.23

ОПЕРАТОРЫ МУТАЦИИ И КРОССИНГОВЕРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

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

Оптимизация пути является распространённой задачей нынешнего времени, так как сложность такой задачи многократно возрастает с ростом точек маршрута. Для решения проблем оптимизации пути, обычно используются эвристические алгоритмы. В статье рассмотрено решение задачи с помощью генетического алгоритма на примере исполнительного механизма системы автоматического управления, исследованы и выбраны наиболее подходящие для задачи операторы мутации и кроссинговера, выделены их достоинства и недостатки.

генетический алгоритм, исполнительный механизм, оптимизация траектории, операторы, кроссинговер, мутация, машинное обучение.

Скорость работы исполнительного механизма системы автоматического управления во многом зависит от двух факторов: физического, скорости перемещения механизма, и логического, степени оптимизации графа движения. В статье рассмотрена только задача оптимизации маршрута, аппаратные особенности исполнительного устройства были опущены.

Расчёт траектории заключается в нахождении зависимости точек маршрута от времени, за которое исполнительный механизм движется по нему. Поэтому, траекторию можно выразить с помощью функции от времени. Каждый момент времени соответствует некому положению механизма. Задача оптимизации сводится к расчёту такой траектории, которая соответствует определенному критерию, обычно, минимальному времени прохождения маршрута [1].

Определить оптимальную траекторию движения исполнительного механизма не всегда можно нахождением кратчайшего пути между точками. Обычно, управляющая система выполняет некую работу, предполагающую строгую последовательность прохождения подмножества точек (например, гравер, лазерный резак), создавая тем самым множество сегментов (рис. 1, а). Наибольшая скорость прохождения сегмента достигается при его полном проходе за один раз, от начала до конца, что позволяет считать алгоритм оптимального поочерёдного обхода сегментов – алгоритмом оптимизации маршрута. Использование генетического алгоритма позволит найти длинные неразрывные пути по сегментам и сократить количество переходов на сложных маршрутах [2].

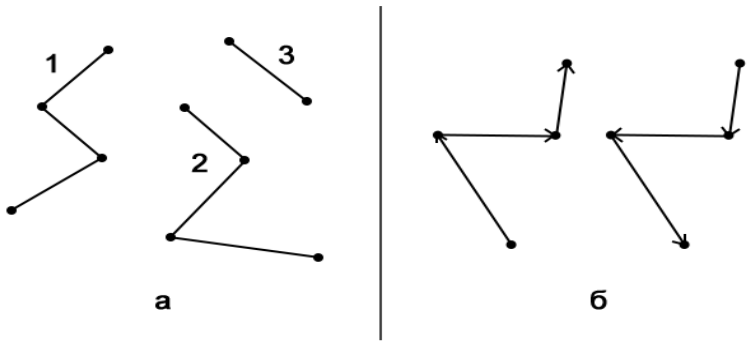


Рис. 1. Сегменты исходных данных: а) построение сегментов из точек, б) направления обхода сегмента

Помимо порядка обхода сегментов, скорость работы исполнительного механизма зависит от направления прохода по сегменту: от начала к концу или от конца к началу (рис. 1, б). Соответственно, хромосома данных будет состоять из генов следующей структуры: *n* битов глобального номера сегмента и 1 бит направления, где 0 – прохождение сегмента от начала к концу, 1 – от конца к началу (рис. 2). Порядок генов в хромосоме определяет порядок обхода соответствующих сегментов. Принимается, что

исходные данные состоят из заранее оптимизированных для обработки аппаратной частью системы сегментов, задача генетического алгоритма состоит лишь в оптимизации их последовательного обхода.

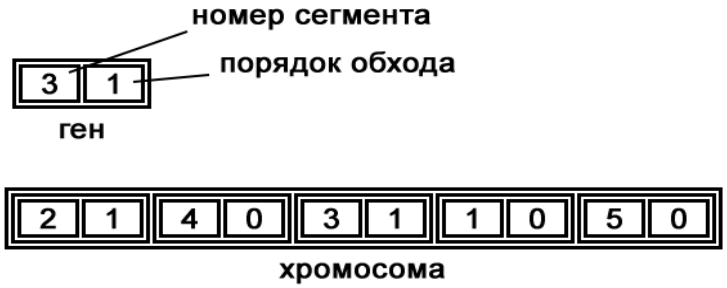


Рис. 2. Строение гена и хромосомы

Для генетического алгоритма существует внушительный набор операторов кроссинговера [3]. Однако, из-за особенностей задачи оптимизации пути, далеко не каждый оператор возможно применить для её решения, так как это может привести к решению, в котором одни сегменты будут пройдены несколько раз, а другие – не будут пройдены вовсе. Некоторые алгоритмы кроссинговера можно доработать для решения поставленной задачи. Был проведён анализ операторов кроссинговера, полученная информация приведена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение операторов кроссинговера

Вид кроссинговера	Подходит для задачи оптимизации траектории	Метод доработки
K-точечный	Нет	Менять местами только сегменты, которые есть в обоих выбранных блоках хромосом родителей, а новообразованные пустоты замещать оставшимися генами
Перемешивающий (*shuffle crossover*)		
Уменьшения суррогатов (*reduced surrogate crossover*)	Нет	Нет, принцип работы полностью противоречит поставленной задачи
Унифицированный (однородный)	Нет	Нет, поэлементный кроссинговер не подходит для данной задачи
По среднему значению	Нет	Нет, метод изменения генов не походит для данной задачи
Плоский		
Эвристический		
Семейство бинарных кроссинговеров	Нет	Нет, разбиение генов на биты не подходит для данной задачи

Из собранных данных следует, что для оптимизации пути необходимо модифицировать уже существующие методы. В частности, описанный в таблице доработанный *k*-точечный кроссинговер (рис 3, а) был

использован для решения задачи коммивояжёра в работе [4]. Большее количество данных в генах, чем в задаче коммивояжёра, позволяет добавить вероятность применения другого вида кроссинговера отдельно к битам порядка обхода сегментов. Данное действие позволит алгоритму выходить из локальных максимумов, но при большом проценте срабатывания, вероятность и скорость нахождения оптимальных решений алгоритмом снижаются (рис 3, б).

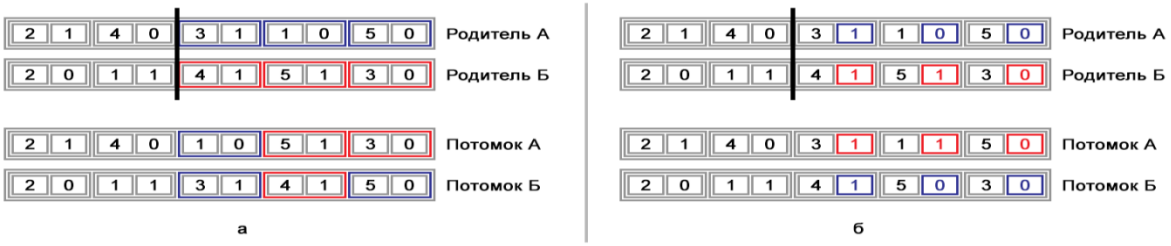


Рис. 3. Кроссинговер: а) целых генов, б) отдельных битов порядка обхода

Кроме оператора кроссинговера, изменения в гены может вносить и оператор мутации, который случайно изменяет значение одного из генов. Изменение всего гена недопустимо в конкретной задаче, но оператор мутации можно использовать для изменения порядка обхода сегмента на противоположный (рис 4, а). Другой вариант мутации – перестановка местами двух генов одной хромосомы, которая изменит порядок следования исполнительного механизма по сегментам (рис 4, б).

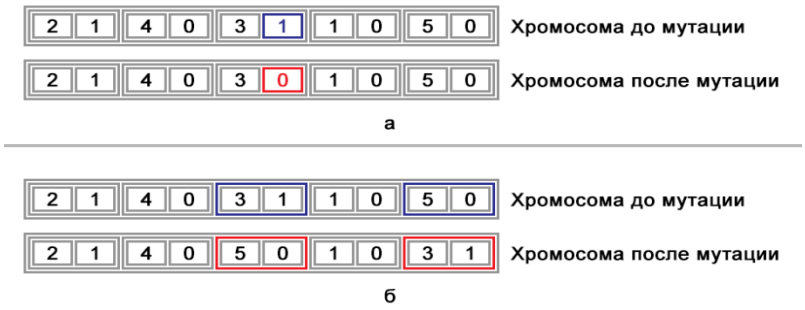


Рис. 4. Мутация: а) бита порядка обхода, б) перестановкой генов

Помимо операторов кроссинговера и мутации, существует оператор инверсии. Оператор инверсии выбирает две точки хромосомы, и меняет порядок генов между этими точками на обратный. Он редко применяется в генетических алгоритмах, но из-за особенностей задачи оптимизации траектории движения, использование инверсии в качестве мутации с небольшим процентом срабатывания увеличит эффективность алгоритма и ускорит нахождение оптимального пути [5].

Рассмотренные в статье операторы генетического алгоритма и их модификации позволяют обеспечить правильную работу алгоритма при решении задачи оптимизации маршрута. Эффективность работы конечного алгоритма будет зависеть от значений случайных коэффициентов и выбора операторов для совместного использования.

Список используемых источников

1. Biagiotti L., Melchiorri C. Trajectory Planning for Automatic Machines and Robots. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 514 P.
2. Акимов С.В., Афанасьев М.Я., Меткин Н.П., Федосов Ю.В. Оптимизация траектории лазерной обработки плоскостных заготовок для МЭМС // Нано- и микросистемная техника. Т. 20. № 3. 2018. С. 145–157.
3. Umbarkar A.J., Sheth P.D. Crossover operators in genetic algorithms: A review // ICTACT J. Soft Comput 6(1). 2015. P. 1083–1092.
4. Guangfu Sun, Chengjun Li, Jiacheng Zhu, Yanpeng Li, Wei Liu. An Ecient Genetic Algorithm for the Traveling Salesman Problem // Communications in Computer and Information Science, vol 107. Springer, Berlin, Heidelberg. P. 108—116.
5. Liu C., Kroll A. Performance impact of mutation opera-tors of a subpopulation-based genetic algorithm for multi-robot task allocation problems // Springer Plus, vol. 5, no. 1, article 1361, 2016. 35 P.

Kolesov D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Mutation and Crossover Operators for Optimizing an Actuator's Motion Trajectory by Using Genetic Algorithms.

Path optimization is a common task these days, since the growth of route points increases the complicity many times. Heuristic algorithms are commonly used to solve path optimization problems. The article considers the solution of the problem by using a genetic algorithm using the example of an actuator of automatic control system, investigates and selects the most suitable mutation and crossover operators for the problem, highlights their advantages and disadvantages.

Key words: genetic algorithm, actuator, trajectory optimization, operators, crossover, mutation, machine learning.

УДК 004.023
ГРНТИ 20.01.37

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИЗАЙНА ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИИ

А. В. Корчик, А. В. Ураго, С. И. Усманов

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

В данной статье рассматривается методика эффективного моделирования информационного веб-ресурса проведения конференций за счёт чёткого формирования критериев, законов стилей и их документирования на этапе макетирования, предоставляя больше исходной информации верстальщику и позволяя упросить разработку итоговой вёрстки и минимизировать время разработки.

пользовательский интерфейс, дизайн страницы, макетирование, вёрстка, SCSS.

В настоящее время актуальным является вопрос проведения различных конференций, вебинаров средствами информационных веб-технологий. Качество, дизайн информационного веб-ресурса и объектов контента являются важными аспектами в этом вопросе. Для разработки такого продукта требуется большое количество трудозатрат, чтобы удовлетворить все предъявляемые требования для достижения цели разработки.

Многие рядовые пользователи даже не задумываются о том, что пользование обыденными предметами было бы затруднительно или даже невозможно без визуальной составляющей. Некоторые элементы заменяются изображениями и анимацией, что в значительной степени облегчает интуитивное восприятие интерфейса и упрощает взаимодействие с продуктом, как новичкам, так и опытным пользователям.

Не стал исключением и дизайн интернет-ресурсов. На данный момент самой востребованной чертой является простота пользования страницей и её информативность. Любой пользователь сети Интернет, зайдя на страницу, должен с лёгкостью понять информацию, представленную на ней, и найти для себя всё необходимое.

Такая задача была поставлена при разработке дизайна веб-интерфейса онлайн конференции ПКМ-2020. Необходимо было представить большой объём информации на одной странице в максимально доступной для конечного пользователя форме.

Сайт онлайн конференции ПКМ-2020 по стилю и назначению можно отнести к Landing-странице, посвящённой определённому событию и действующей на время актуальности самого события. При этом было важно, чтобы проектирование сайта не занимало много времени, с целью сохранения его актуальности и максимально возможного охвата потенциальной аудитории в момент наступления самого события.

Поэтому, одним из ключевых факторов при разработке сайта стала минимизация временных затрат на реализацию без снижения общего качества конечного результата.

Один из вариантов минимизации затрат на разработку является применение готовых шаблонных вариантов страниц. Такие шаблоны могут быть как среди заранее подготовленных организацией, так и среди общедоступных на различных источниках. Минусом данного подхода можно отнести общую повторяемость и однотипность решения, что может негативно отразиться на привлекающих факторах Landing страницы.

Проектирование уникального дизайна специально под определённое мероприятие с учётом всех его особенностей позволяет раскрыть весь потенциал продающей Landing-страницы, но требует больших усилий на

реализацию, а также на согласование работ дизайнера и верстальщика сайта.

Так как для требуемой задачи необходимо реализовать привлекающий внимание информационный сайт, то использование шаблонных решений не является приемлемым. В результате было решено разрабатывать сайт с нуля, и при этом найти способ оптимизировать рабочий процесс для сокращения общих временных затрат на разработку.

В рамках данной статьи рассмотрен метод проектирования дизайна веб-интерфейса, который предполагает выделение структурированного набора стилевых решений ещё на этапе макетирования веб-страницы. На основании этого метода можно получить карту визуальных правил, которая поможет верстальщику проще и быстрее понять особенности визуальной структуры, а также быстрее внедрить сформированную структуру стилевых правил в стили CSS. За счёт меньших работ на внедрение сформированных визуальных правил в конечную вёрстку возможно сократить общее время реализации проекта

Используемый метод при проектировании дизайна интерфейса предполагает выделение основных ключевых стилистических особенностей или правил в отдельные блоки, свойства которых могут быть унаследованы другими блоками. В итоге можно получить структурированный набор блоков правил, который можно применять к различным элементам пользовательского интерфейса.

При проектировании макета веб-сайта на первом этапе определяются базовые стили, относящихся к дизайну всей страницы целиком. К ним можно отнести основные ключевые используемые цвета, базовый используемый шрифт, тип колоночной системы, и другие свойства, которые будут относиться ко всем элементам страницы.

На дальнейшем этапе выделяются основные элементы интерфейса, и определяется уникальный базовый набор визуальных свойств для них. К таким элементам можно отнести блоки-контейнеры, независимые блоки изображений, декоративные блоки, таблицы или текст. Обычно данные основные элементы интерфейса наследуют базовые стили всего документа, но могут быть и независимыми, если это необходимо.

На следующих итерациях выделяются дочерние подтипы определённых на предыдущем этапе базовых элементов интерфейса и определяются их уникальные визуальные особенности. На пример выделение нескольких вариантов заголовков текста, имеющие свои начертание, отступы и цвет.

В случае необходимости разные дочерние блоки могут переопределять свойства вышестоящих стилевых блоков, также блоки могут быть вовсе независимыми.

Так как в процессе создания макета веб страницы дизайнер уже определяет закономерности свойств, относительного положения, формы и

других особенностей страницы и элементов на ней, создание структурированной схемы правил стиля позволит верстальщику сразу иметь готовую логическую структуру вместо самостоятельного выявления стилей, на основе имеющегося веб-макета.

Документирование структуры правил дизайна для веб макета допускается в свободной, но естественно понятной форме.

Данный метод позволяет помочь верстальщику с внедрением разработанных стилей в итоговую вёрстку, так как созданная стилевая структура правил проще ложится в логику структуры стилей CSS с использованием препроцессора SCSS. Также позволяет лучше понимать общую структуру спроектированного макета веб страницы. Общая структура стилей, внедрённые базовые правила, подкатегории и возможные переопределения стилей в дочерних элементах позволит верстальщику лучше понимать закономерности дизайна, заложенные веб дизайнером, что также может снизить риск возможных промахов в визуализации дизайна на этапе вёрстки. Дополнительно упрощается взаимодействие верстальщика и дизайнера, также возможно снижение их взаимодействия к минимуму.

Используемый метод может быть встроен в существующие модели проектирования пользовательских интерфейсов сети с учётом эргономики взаимодействия человека и системы [1].

В разработке проекта на этапе макетирования веб-интерфейса были использованы программы Figma и Adobe Illustrator, а на этапе вёрстки были использованы HTML, стили CSS совместно с препроцессором SCSS, а также фреймворк Bootstrap 4. В дополнение к возможностям Bootstrap 4 для более гибкой настройки адаптивного поведения страницы были использованы медиа запросы CSS [2].

Фреймворк Bootstrap 4 помимо множества имеющихся возможностей предоставляет гибкую систему сеток, на основании которой можно быстро задать адаптивную структуру страницы [3]. Bootstrap 4 предоставляет возможность создания различных типов сеток, например строчные, колоночные или модульные, что сохраняет творческую свободу при разработке страниц веб-сайтов [4].

Свойства адаптивности, реализованные с помощью Bootstrap 4 и медиа-запросов CSS, совместно с общей структурой построения страницы позволяют проще реализовывать принципы информативности, контролируемости и адаптивности к индивидуальным особенностям применения при организации диалога системы и пользователя [5].

Препроцессор SCSS предоставляет дополнительные функции при написании каскадной таблицы стилей (CSS), например включение переменных, вложенностей, фрагментирования файла стилей, а также применения наследования и миксинов [6].

Наследование в SCSS позволяет выделять единоразово блоки стилей, которые впоследствии могут быть наследованы от одного селектора к другому. Миксины позволяют создавать группы деклараций CSS, которые можно использовать по нескольку раз на сайте. В миксины также можно передавать переменные, чтобы сделать их более гибкими в использовании [7].

Данные свойства препроцессора SCSS позволяют достаточно просто адаптировать имеющуюся структуру стилевых правил в набор стилей CSS.

Подобная организационная структура также позволяет более гибко внедрять правила для реализации адаптивности сайта, создавая гибкие правила для адаптации вёрстки сайта как для формата окон десктоп решений, так и для экранов смартфонов.

В результате, более явно выделяя структуру стилевых правил на этапе макетирования веб-интерфейса, можно заранее чётко задать свойства стилевых правил, применяемых на веб-странице, что позволит снизить вероятность ошибок на этапе вёрстки за счёт опускания мелких, но важных деталей стиля, и повысить скорость итоговой вёрстки веб страницы за счёт снижения затрат на создание стилевых правил CSS. Использование препроцессора SCSS позволяет внедрить возможности наследования стилей, дополнительно предоставляя более гибкие возможности формирования удобной структуры каскадной таблицы стилей.

Список используемых источников:

1. п. 3.35. ГОСТ Р ИСО 9241-151-2014 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 151. Руководство по проектированию пользовательских интерфейсов сети Интернет [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200113012 (дата обращения 26.11.2020).

2. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS3. 3-е издание: Питер, 2016. 495 с.

3. Система сеток. Разметка Bootstrap 4. [Электронный ресурс]. URL: https://bootstrap-4.ru/docs/4.5/layout/grid/#content (дата обращения 26.11.2020).

4. Анализ системы сеток для разработки веб-дизайна адаптивного макета сайта и вёрстки веб-страницы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_39470424_72338845.pdf (дата обращения 26.11.2020).

5. ГОСТ Р ИСО 9241-110-2009. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 110. Принципы организации диалога [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-9241-110-2009 (дата обращения 26.11.2020).

6. Основы SASS. [Электронный ресурс]. URL: https://sass-scss.ru/guide/.

7. Миксины. Документация по SASS. [Электронный ресурс]. URL: https://sass-scss.ru/documentation/miksini/ (дата обращения 26.11.2020).

Korchik A., Urago A., Usmanov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Designing the Web Interface of an Online Conference.
This article discusses methodology for effective modeling of information web-resource conferences due to the formation of clear criteria, laws and documentation at the stage of prototyping, providing more initial information, the designer and allowing to simplify the development of the final layout and minimizes design time.

Key words: user interface, page design, layout, SCSS.

УДК 004.93
ГРНТИ 28.23.37

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

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

Показана актуальность развития технологического сопровождения в информационной инфраструктуре процессов определения, представления, анализа знаний об изменениях функционального состояния спортсменов при использовании научных подходов к организации их тренировок. Предоставлена классификация качественных изменений электрокардиограммы, возникающих во время физической нагрузки. Предложен нейросетевой подход к определению состояния организма на основе составленной классификации

функциональное состояние человека, нейронная сеть

В настоящие время во всем мире отчётливо проявляется тренд на здоровый образ жизни. Люди начинают уделять большее время своему состоянию здоровья и больше времени проводят, занимаясь различной физической активностью, от классического бега до кросс-фита и других видов экстремального спорта. Известно, что кривая электрокардиограмм чувствительно реагирует на внешнюю среду, включая физическую нагрузку [1]. В тоже время нейронные сети активно и успешно применяются для диагностирования различных патологий на ЭКГ [2 , 3]. Анализируя сигнал ЭКГ спортсмена во время физической активности с помощью нейронных сетей можно более точно диагностировать его физическое состояние для улучшения качества тренировок.

Рассмотрим классификацию изменений электрокардиограммы во время физических нагрузок. Электрокардиограмма состоит из следующих элементов:

Зубцы: P, Q, R, S, T, U

Сегменты: S-T, U-P, P-Q

Комплекс: QRS

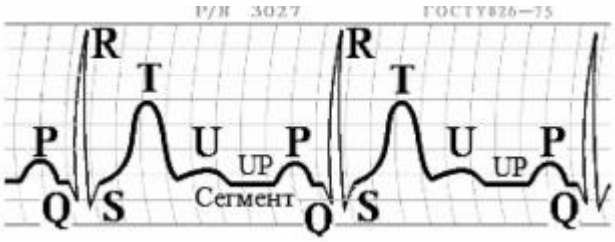


Рис. 1. ЭКГ с ЧСС 70 уд/мин

В результате физической нагрузки на ЭКГ наблюдаются следующие качественные изменения (табл. 1):

ТАБЛИЦА 1. Качественные изменения ЭКГ при физической нагрузке

№	Оценка состояния	Описание изменений
1	Утомление отсутствует	Укорачивается и исчезает интервал Т-Р
		Зубцы Т,U,P сливаются по дву- и одногорбовому типу
		Косо восходящий сегмент S-T смещается вниз от изолинии
		Уменьшается амплитуда зубца R
		Углубляется зубец S, однако R>S
		Возрастает частота сердечных сокращений
2	Небольшое утомление	S>R, выраженное уменьшение R и углубление S
		Сегменты S-T ишемического вида не более чем в 20% комплексов
3	Умеренное утомление	Сегменты S-T ишемического вида в 20-50% комплексов
		Плато на зубце Т до 50% комплексов
4	Острое утомление	Сегменты S-T ишемического вида в 50-80% комплексов
		Плато и сегменты ишемического вида в 50-80% комплексов
5	Критическое утомление	Плато и сегменты ишемического вида более чем в 80% комплексов

Из открытых источников был подготовлен набор данных из 15000 образцов по 3000 для каждого типа утомления. Пример образца первой категории предоставлен на рис. 2.

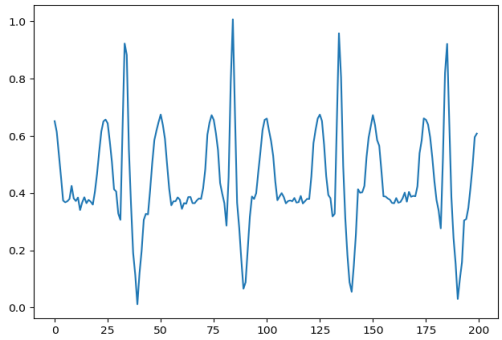


Рис. 2. ЭКГ: Утомление отсутствует

Для анализа изменений ЭКГ можно с успехом использовать нейронную сеть. В качестве инструмента решения данной задачи была выбрана свёрточная нейронная сеть глубокого обучения (CNN). Так как данный вид нейронных сетей позволяет создавать карты признаков из входных данных, CNN хорошо подходят для решения задач классификации [4].

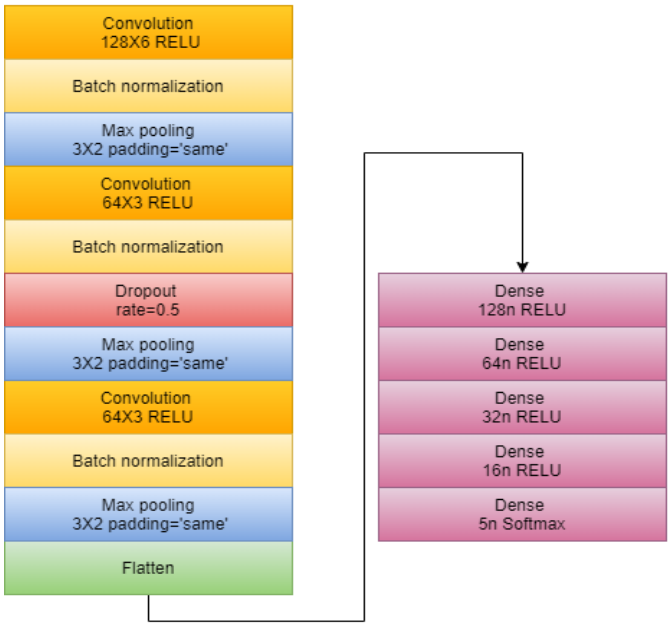


Рис. 3. Структура CNN

Структура CNN представлена на рис. 3. Данная сеть на вход принимает одномерный массив длинной 200 элементов. Данные проходят через несколько слоёв свертки и выборки, выравниваются в одномерный массив и проходят через 4 полносвязных слоя в результирующий слой размерностью 5 нейронов. В большинстве случаев функцией активации была выбрана ReLU, за исключением выходного слоя, имеющего функцию активации Softmax. Для ускорения обучения были добавлены слои с батчевой нормализацией, а для избежания переобучения был добавлен слой Dropout. Функцией потерь была выбрана Categorical crossentropy,

оптимизатором – ADAM, количество эпох обучения – 25, размер батча – 128.

В результате обучения точность нейронной сети точность предсказаний составила 85.60%. Нормализованная матрица ошибок представлена на рис. 4.

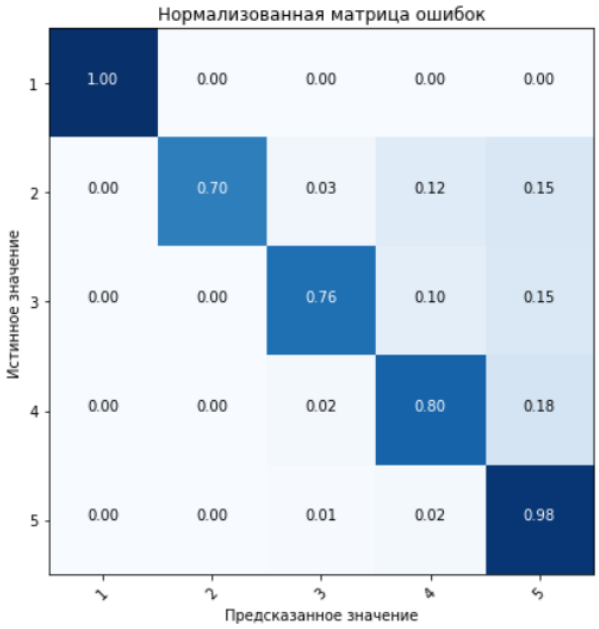


Рис. 4. Нормализованная матрица ошибок

Из рис. 4 видно, что наибольшие затруднения вызывает состояние 2 категории, 1 и 5 категорию данная модель CNN предсказывает достаточно точно. Затруднения в определении 2 – 4 категорий могут быть вызваны недостаточным размером входных данных и размером обучающей выборки.

Анализируя ЭКГ-сигнал спортсмена во время физической нагрузки, с помощью свёрточной нейронной сети, можно с достаточной точностью определить его функциональное состояние, однако данная модель требует дальнейших улучшений для повышения точности.

Список используемых источников

1. Завьялов Александр Иванович Классификация изменений электрокардиограммы у здорового человека в покое и во время физических нагрузок // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2013. №4 (26). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-izmeneniy-elektrokardiogrammy-u-zdorovogo-cheloveka-v-pokoe-i-vo-vremya-fizicheskih-nagruzok (дата обращения: 07.11.2020)

2. Леонова М. Д. Анализ электрокардиограмм посредством нейронных сетей / М. Д. Леонова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — №4 (35) Часть 1. — С. 77—79. — URL: https://research-journal.org/technical/analiz-elektrokardiogramm-posredstvom-nejronnyx-setej/ (дата обращения: 07.11.2020.)

3. Мустафаев А.Г. — Использование нейросетевых методов для автоматического анализа электрокардиограмм при диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы // Кибернетика и программирование. – 2019. – № 1. – С. 66 – 74

4. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПБ.:Питер, 2019 – 400с.

Lobanov O.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Diagnosing the Functional Human State During Physical Exercises Using Neural Networks.
This article represents relevance of the development of technological support in the information infrastructure of the processes of determination, presentation, analysis of knowledge about changes in the functional state of athletes using scientific approaches to organizing their training. Article provides classification of the qualitative changes in the electrocardiogram that occurs during physical activity. A neural network approach to determining the state of an organism based on the compiled classification is proposed

Key words: human functional state, neural network

УДК 004.514
ГРНТИ 20.15.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ВЕБ-РЕСУРСОВ У ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

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

В статье представлены результаты научных работ, посвященных формированию потребительской ценности веб-ресурсов у пользователей. В ходе анализа выбранных работ выявлено, что существует большое количество исследований формирования потребительской ценности коммерческих веб-ресурсов, однако практически отсутствуют какие-либо исследования направленные на изучение данного вопроса в сфере некоммерческих ресурсов. Таким образом, сформулированы цель и задачи настоящего исследования, направленного на изучение нерассмотренных ранее вопросов.

веб-ресурс, потребительская ценность, статья, исследование, пользователь, коммерческий веб-ресурс, некоммерческий веб-ресурс.

В настоящее время вопрос качественного проектирования веб-ресурсов является актуальным, в связи с неуклонно возрастающей конкуренцией между Интернет-ресурсами. Появляется все больше однотипных веб-сервисов, обладающих аналогичными функциями. Привлечение внимания пользователей и формирование высокого уровня потребительской ценности становятся одними из ключевых проблем при разработке интерфейса.

Все веб-ресурсы в Интернет-пространстве делятся на коммерческие и некоммерческие. К коммерческим относятся рекламные сайты, порталы, онлайн-журналы, магазины, к некоммерческим - информационно-справочные системы, блоги. Веб-ресурсы, в зависимости от ряда факторов, вызывают у пользователей заинтересованность различной степени, то есть обладают разной по величине потребительской ценностью.

Под потребительской ценностью веб-ресурса понимается полезность и необходимость его для потребителя, выражающаяся в выборе этого ресурса из перечня аналогов, критериями которого могут быть удобство и функциональность интерфейса, наличие требуемой информации, визуальная составляющая интерфейса, скорость достижения пользователем цели с помощью ресурса. Потребительская ценность является ключевым фактором, определяющим способность сайта приносить прибыль.

Анализу потребительской ценности коммерческих веб-ресурсов посвящено большое количество научно-исследовательских работ.

Например, в диссертации Марцулевича Д.В. на тему: «Формирование потребительской ценности интернет-магазина на основе повышения удобства использования интерактивного канала коммуникации» [1] одним из рассматриваемых вопросов является исследование методов повышения юзабилити веб-сайта интернет-магазина для увеличения спроса на товары и услуги.

В результате автор разрабатывает шкалу для оценки фактора удобства использования интернет-магазина, итеративный алгоритм модернизации интернет-магазина на основе повышения удобства использования и предлагает подход к экономической оценке потерь выручки интернет-магазина из-за ошибок юзабилити.

Научная статья Кузнецова А.М. на тему: «Улучшение эргономических показателей пользовательских интерфейсов веб-приложений» [2] посвящена изучению вопроса оценки качества пользовательского интерфейса веб-приложений и их интерактивного улучшения с учетом экономической эффективности.

В результате проведенного исследования Кузнецовым А.М. разработан метод улучшения эргономических показателей пользовательских интерфейсов веб-приложений, а также предложены структура понятия качества интерфейса и методика итеративного тестирования качества интерфейса.

В статье «Вовлечение потребителя в процесс создания ценности путем использования инструмента кастомизации и в сети Интернет» [3] Манжосов А.Е. проводит анализ факторов, обуславливающих взаимодействие потребителя и веб-платформы и необходимость активного вовлечения потребителей в процесс создания ценности веб-ресурса.

Также автор обосновывает эффективность инструментов кастомизации веб-платформ для повышения уровня конкурентоспособности и определяет отдельные атрибуты веб-платформ, влияющие на формирование лояльности потребителей.

Агафонова А.Н. в диссертации на тему: «Потребительская ценность информационного сервиса в электронной коммерции» [4] подробно раскрывает понятие потребительской ценности в сфере электронной коммерции.

В работе выявлены факторы изменения потребительского поведения в виртуальной среде, описана схема взаимодействия «продавец-потребитель» для электронной коммерции, определена роль информации и ее виды в комплексе торговых услуг интернет-магазина, а также определены возможности развития клиентоориентированности интернет-магазинов на основе интеллектуального информационного сервиса.

Во многих научных работах авторы исследуют формирование потребительской ценности коммерческих веб-ресурсов, целью которых является привлечение потенциальных клиентов и покупателей. Однако нерассмотренными остаются вопросы разработки веб-ресурсов, несвязанные с получением прибыли напрямую. К данному типу ресурсов относятся личные, корпоративные или тематические блоги, форумы, информационные и новостные сайты, сайты-сервисы, социальные сети, развлекательные порталы.

Следует отметить, что нераскрытые вопросы повышения юзабилити некоммерческих веб-ресурсов и исследования факторов, влияющих на их ценность у пользователей, вызывают большой научный интерес. Исследование данных вопросов мог бы обеспечить решение проблем, с которыми сталкиваются веб-дизайнеры и специалисты по веб-юзабилити, разрабатывающие информационные, некоммерческие веб-ресурсы.

Некоммерческие веб-ресурсы также могут приносить прибыль. К способам монетизации некоммерческих сайтов относятся размещение различного вида рекламы и партнерские программы. Следовательно, вопрос повышения потребительской ценности для некоммерческих ресурсов так же важен, как для коммерческих.

Таким образом, целью предстоящего исследования является выявление факторов, влияющих на формирование потребительской ценности некоммерческих веб-ресурсов у пользователей.

Для достижения цели, требуется решить следующие задачи:

- Изучить структуру интерфейсов всех видов некоммерческих ресурсов;
- Выполнить анализ факторов, привлекающих и отталкивающих пользователей при посещении некоммерческих веб-ресурсов;
- Выявить факторы, наиболее влияющие на формирование потребительской ценности Интернет-ресурса;

- Разработать методику тестирования интерфейса, с целью выявления уровня его потребительской ценности у пользователей;
- Сформулировать принципы проектирования некоммерческих веб-ресурсов, способствующие повышению потребительской ценности.

Объектом исследования является UX и UI дизайн интерфейса некоммерческих веб-ресурсов. Предметом исследования являются факторы, влияющие на формирование потребительской ценности некоммерческих ресурсов.

Для оценки достигаемого результата, требуется сформулировать следующую гипотезу: существуют факторы, влияющие на потребительскую ценность некоммерческих веб-ресурсов.

В предстоящем исследовании планируется провести анализ UX и UI дизайна интерфейсов некоммерческих веб-ресурсов, с целью выявления особенностей их проектирования, влияющих на потребительскую ценность. Анализ может быть исполнен путем прямого использования выбранных для исследования ресурсов, а также проведения тестирования данных ресурсов с привлечением пользователей-экспертов.

Для получения корректных и эффективных результатов, требуется выявить:

- Возможные цели и задачи пользователей веб-ресурсов;
- Эмоции пользователей при посещении веб-ресурса и при выполнении с его помощью конкретных задач;
- Проблемы, возникающие у пользователей в процессе работы;
- Ожидания пользователей, возникающие в процессе работы;
- Количество отказов от пользования веб-ресурсом и переходов на другой ресурс.

Предполагаемым результатом исследования является формулировка перечня факторов, оказывающих наибольшее влияние на потребительскую ценность некоммерческих веб-ресурсов, а также разработка методики тестирования веб-ресурсов, направленная на определение уровня его потребительской ценности.

В результате проведения настоящего исследования проанализированы научные статьи, объединенные тематикой формирования потребительской ценности коммерческих веб-ресурсов. В ходе работы выявлена недостаточность исследований, связанных с потребительской ценностью некоммерческих веб-ресурсов. Таким образом, цели и задачи предстоящего исследования можно считать сформулированными.

Список используемых источников

1. Марцулевич Д.В. Формирование потребительской ценности интернет-магазина на основе повышения удобства использования интерактивного канала коммуникации : дис. … канд. экон. наук : 08.00.05 / Марцулевич Дмитрий Валерьевич. Санкт-Петербург, 2019. 180 с.

2. Кузнецов А.М. Улучшение эргономических показателей пользовательских интерфейсов веб-приложений : дис. … канд. техн. наук : 05.13.11 / Кузнецов Антон Михайлович. Уфа, 2004. 130 с.

3. Манжосов А.Е. Вовлечение потребителя в процесс создания ценности путем использования инструмента кастомизации и в сети [Электронный ресурс] // Экономика: вчера, сегодня, завтра : журн. 2018. N 3А. С. 300-307. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35192319 (дата обращения 16.11.2020).

4. Агафонова А.Н. Потребительская ценность информационного сервиса в электронной коммерции : дис. … канд. экон. наук : 08.00.05 / Агафонова Анна Николаевна. Самара, 2015. 333 с.

Osipova A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Research Formation Consumer Values Non-Profit Web Resources by Users.
The article presents the results of scientific works devoted to the formation of the consumer value of web resources among users. The analysis of the selected works revealed that there are a large number of studies on the formation of consumer value of commercial web resources, but there are practically no studies aimed at studying this issue in the field of non-commercial resources. Thus, the purpose and objectives of this study, aimed at studying previously unsolved issues, are formulated.

Key words: web resource, consumer value, article, research, user, commercial web resource, non-commercial web resource.

УДК 658.5
ГРНТИ 82.01.85

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

С. Ю. Петров, Э. Б. Песиков
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В работе рассматриваются вопросы формирования оптимальной производственной программы предприятия связи с использованием методов векторной оптимизации. Обсуждаются результаты вычислительных экспериментов по решению исследуемой задачи на ПК с помощью программы LINDO.

предприятие, производственная программа, методы многокритериальной оптимизации, метод Дэльфи.

В условиях высокой динамики изменений внешней среды и остроты конкуренции на рынке становится актуальной проблема разработки и

эффективного применения аналитического инструментария принятия решений при управлении производством.

Целью работы является исследование возможности применения методов векторной оптимизации для формирования оптимальной производственной программы предприятия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– провести сравнительный анализ существующих подходов к оптимизации планирования производства на предприятии;

– провести сравнительный анализ существующих методов многокритериальной оптимизации;

– разработать деловую ситуацию, связанную с решением задачи формирования оптимальной производственной программы предприятия с учетом нескольких критериев оптимальности;

– провести анализ результатов вычислительных экспериментов по решению исследуемой задачи.

Производственная программа предприятия определяет номенклатуру и объемы выпуска продукции в плановом периоде [1]. Для решения исследуемой задачи предлагается применять модели и методы многокритериальной оптимизации (МКО).

Постановка задачи МКО может быть представлена следующим образом:

– пусть имеется K частных критериев оптимальности:

$$f_k(x)\ (k = \overline{1,K}),$$

где $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ [2].

Так как справедливо равенство вида $\min f(x) = -\max(-f(x))$, то представляется возможным допущение о том, что все частные критерии оптимальности максимизируются.

Требуется найти такие значения переменных $x_1, x_2, \ldots, x_n$, при которых:

$$F(x) = \{f_1(x), f_2(x), \ldots f_k(x)\} \to \max,$$

при следующих условиях:

$$g_i(x) \le b_i,\ i = \overline{1,I};$$
$$x \ge 0.$$

При использовании методов решения многокритериальных задач приходится решать ряд специфических проблем:

– многокритериальность возникает именно по причине «разнородности» имеющихся критериев, поскольку их не удаётся «свернуть» в одну формулу из-за того, что значения участвующих в задаче критериев, как правило, принадлежат различным шкалам и измеряются в различных единицах. Для решения этой проблемы обычно используют

прием, который носит название «нормализации критериев», заключающийся в приведении разнотипных критериев к единой шкале;

– проблема учета приоритета критериев встает, если частные критерии имеют различную значимость. В этом случае, необходимо найти математическое определение приоритета и степень его влияния на решение задачи [3].

Методы решения задач многокритериальной оптимизации разделяются на четыре группы:

1) методы, использующие ограничения на критерии;
2) методы, основанные на свертывании критериев;
3) методы целевого программирования;
4) методы, основанные на отыскании компромиссного решения.

В работе исследуются методы, относящиеся к группам 1 и 2:

– метод последовательных уступок;
– метод свертывания критериев;
– метод главного критерия;
– метод равномерной оптимизации;
– метод скалярной свертки оптимальных решений.

При формировании оптимальной производственной программы для определения степени значимости (весов) частных критериев оптимальности предлагается использование метода экспертных оценок (метода Дэльфи) [4].

Описание деловой ситуации. Предприятием связи с целью импортозамещения, осуществляется выпуск семи видов антенно-фидерных устройств стандартов GSM-900, DSC-1800, 3G UMTS, 4G LTE. Виды и характеристики продукции представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Наименование видов выпускаемой продукции

Наименование вида продукции	Код вида продукции	Характеристика вида продукции	Диапазон частот (МГц)
Всенаправленные антенны тип outdoor	$П_1$	V-Pol, single-band, omni	1710–2220
Однополосные антенны UMTS тип outdoor	$П_2$	X-Pol, single-band	1710–2170
Двухдиапазонные антенны UMTS тип outdoor	$П_3$	X-Pol, 2-x multiband	824–960 / 1710–2170
Всенаправленные многополосные антенны тип outdoor	$П_4$	V-Pol, multi-band, omni	870–960 / 1710–1880 / 1920–2170
Всенаправленные двухдиапазонные антенны тип outdoor	$П_5$	V-Pol, dual-band, omni	870–960 / 1920–2170
Всенаправленные антенны тип indoor	$П_6$	V-Pol, single-band, omni	1710–2500
Всенаправленные двухдиапазонные антенны тип indoor	$П_7$	V-Pol, dual-band, omni	806–960 / 1710–2700

Были определены дефицитные для данного предприятия производственные ресурсы, установлены такие экономические показатели, как цена и себестоимость единицы продукции, прибыль от ее реализации. Определены нижние и верхние границы выпуска каждого вида продукции. Необходимо сформировать оптимальную производственную программу выпуска изделий за год. Для планирования производства используются следующие частные критерии оптимальности:

– максимизация суммарной прибыли;

– минимизация затрат производства;

– максимизация суммарного объема выпуска продукции.

Расчеты выполнялись с помощью оптимизационного пакета прикладных программ LINDO [5].

Результаты решения оптимизационной задачи с помощью пяти методов многокритериальной оптимизации по трем частным критериям оптимальности представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Результаты решения оптимизационной задачи

	Метод последо-вательных уступок	Метод свер-тывания критериев	Метод главного критерия	Метод равно-мерной опти-мизации	Метод скалярной свертки оптимальных решений
	Суммарная прибыль предприятия (тыс. руб.)				
$П_1$	29645	7000	36190	29365	12880
$П_2$	9150	9150	33397,5	9150	9150
$П_3$	15800	39263	15800	16116	15800
$П_4$	15750	15750	15750	15750	15885
$П_5$	10000	10000	10000	10000	19880
$П_6$	30100	30078,5	3010	30100	22876
$П_7$	39000	39000	3900	39000	24492
Итого	149445	150241,5	118047	149481	120963
	Затраты на производство (тыс. руб.)				
$П_1$	12705	3000	15510	12585	5520
$П_2$	4350	4350	15877,5	4350	4350
$П_3$	6200	15407	6200	6324	6200
$П_4$	8750	8750	8750	8750	8825
$П_5$	5000	5000	5000	5000	9940
$П_6$	18900	18886,5	1890	18900	14364
$П_7$	21000	21000	2100	21000	13188
Итого	76905	76393,5	55327,5	76909	62387
	Суммарный объем выпуска продукции (шт.)				
$П_1$	847	200	1034	839	368
$П_2$	300	300	1095	300	300
$П_3$	400	994	400	408	400
$П_4$	350	350	350	350	353
$П_5$	250	250	250	250	497
$П_6$	1400	1399	140	1400	1064
$П_7$	1500	1500	150	1500	942
Итого	5047	4993	3419	5047	3924

Значения технико-экономических показателей деятельности предприятия и их относительные отклонения от «идеальных» значений представлены в таблице 3. Для вычисления величины относительного отклонения использовалась формула:

$$\Delta = \frac{|f^* - f_{\text{компр}}|}{f^*} \cdot 100\%,$$

где f^* – «идеальное» значение технико-экономического показателя, $f_{\text{компр}}$ – значение технико-экономического показателя, полученное в результате вычислительных экспериментов.

ТАБЛИЦА 3. Значения показателей деятельности предприятия и их относительные отклонения от «идеальных» значений

Методы многокритериальной оптимизации	f^*	$f_{\text{компр}}$	**Δ** (%)
	Суммарная прибыль предприятия (тыс. руб.)		
Метод последовательных уступок	150550	149445	1
Метод свертывания критериев	150550	150241	0,21
Метод главного критерия	150550	118047,5	22
Метод равномерной оптимизации	150550	149481	0,71
Метод скалярной свертки опт. решений	150550	120963	20
	Затраты на производство (тыс. руб.)		
Метод последовательных уступок	31290	76905	146
Метод свертывания критериев	31290	76393,5	144
Метод главного критерия	31290	55327,5	77
Метод равномерной оптимизации	31290	76909	146
Метод скалярной свертки опт. решений	31290	62387	99
	Суммарный объем выпуска продукции (шт.)		
Метод последовательных уступок	5047	5047	0
Метод свертывания критериев	5047	4993	1
Метод главного критерия	5047	3419	32
Метод равномерной оптимизации	5047	5047	0
Метод скалярной свертки опт. решений	5047	3924	22

Следует отметить, что однозначный ответ на вопрос какой из методов решения задачи многокритериальной оптимизации является наиболее подходящим для формирования оптимальной производственной программы будет зависеть от конкретных условий функционирования предприятия. Окончательный выбор метода остается за лицом, принимающим решение (руководителем предприятия). Для облегчения управленческого труда и повышения эффективности управленческого решения представляется целесообразным разработка автоматизированной

информационно-аналитической системы, основанной на применении методов векторной оптимизации.

Список используемых источников

1. Первозванский А. А. Математические модели в управлении производством. М. : Наука, 1975. 616 с.

2. Модера А. Г. Принятие решений в многокритериальной среде. Количественный подход. 2-е издание. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. 144 с.

3. Зак Ю. А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации. М. : Экономика, 2014. 499с.

4. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. М. : Экономика, 2008. 256 с.

5. Lindo Systems INC. Программа Classic LINDO –

6.1. URL: https://www.lindo.com/index.php/lsdownloads (дата обращения 18.11.2020).

Petrov S., Pesikov E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Production Program Formation for the Communications Enterprise with Using Methods of Multi-Criterial Optimization.

The work addresses issues to formation of the optimal production program of the communications enterprise using the vector optimization methods. Discussed the Results of computational experiments on solving the problem under study on a PC using the LINDO program.

Key words: enterprise, production program, methods of multi-criterial optimization, the Delphi method.

УДК 004.891.2
РГРНТИ 28.23.35

МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДНОГО СТАРТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

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

При построении рекомендательной системы важно учитывать потенциальное возникновение проблемы, при которой в начале жизненного цикла такой системы будет недостаточно данных для формирования рекомендаций. При построении системы на основе коллаборативной фильтрации с условием минимального объема обучающей выборки появляется вопрос об учете характеристик объектов для выработки рекомендаций студентам по выбору учебных дисциплин. Предлагается производить поиск схожих объектов – учебных дисциплин – путем анализа рабочих программ для возможности рекомендовать те из них, которые не были освоены ни одной группой студентов. Такой документ предполагается создать для каждой дисциплины при ее внедрении в программу соответствующего направления подготовки.

рекомендательные системы, проблема холодного старта, анализ текста, кластеризация

Проблема, при которой наблюдается недостаток данных для формирования рекомендаций в системах поддержки принятия решений, называется холодным стартом. Она наблюдается в основном в небольших рекомендательных системах, с малым количеством данных и метрик для описания пользователей и объектов для рекомендаций.

Существует несколько подходов для решения проблемы холодного старта. Одним из самых распространенных является добавление нового объекта только после того, как было получено некоторое количество оценок от пользователей [1]. Такой подход не позволяет рекомендовать дисциплину в момент ее внедрения в учебную программу. Второй подход подразумевает использование гибридного метода составления рекомендаций, который является совокупностью коллаборативной и контентной фильтраций одновременно [2]. Этот подход отличается высокой степенью сложности и характерен для больших систем, где используется множество различных метрик для описания как пользователей, так и объектов.

Предлагается решение задачи с помощью методики, основанной на анализе текстов рабочих программ дисциплин. После проведения анализа, возможно узнать меру схожести таких дисциплин, после чего рекомендовать по убыванию их подобия. При этом использовать поиск схожих дисциплин до успешного прохождения дисциплины определенным

количеством студентов, а после получения достаточного количества данных использовать меры схожести студентов между собой для упрощения процесса формирования рекомендаций, а также возможной большей точности предсказаний, поскольку рабочая программа дисциплины иногда может не включать в себя некоторые детали обучения. Текущий подход можно именовать только частично гибридным, поскольку в основном будет использоваться коллаборативная фильтрация, а в случаях с новыми элективными дисциплинами использовать контентную фильтрацию. Исследователи, которые разрабатывали свои рекомендательные системы и успешно применяли их на практике говорят, что максимальной точности рекомендаций возможно добиться если учитывать в системе данные о пользователях, их поведении, свойства товаров, а также контекста проявлений интереса [3].

Задачей в данном случае является решение проблемы холодного старта для рекомендательной системы в условиях малого количества данных, описывающих объекты.

Данная задача актуальна, поскольку проявляется практически во всех типах рекомендательных систем, независимо от предметной области. Малое количество обучающей выборки создает необходимость создания методики решения существующей проблемы. Требуется предложить методику решения, которая позволила бы формировать рекомендации в таких условиях, используя существующие методы анализа текста и возможности создания программных продуктов. Ее решение во многом зависит от вида исходных данных и подходов, которые могут быть использованы для учета.

Для рассматриваемой в данной статье системы в качестве объектов рекомендации выступают учебные дисциплины. Высшее учебное заведение обладает некоторыми данными для возможности описания студента: прошлые достижения, текущие оценки. Однако при построении системы на основе коллаборативной фильтрации наблюдаются проблемы, которые необходимо решить для организации правильной работы системы на начальном этапе своего жизненного цикла:

1) рекомендация элективных дисциплин в самом начале жизненного цикла программного продукта при наличии данных только о прохождении «стандартных» учебных дисциплин;

2) рекомендация новых элективных дисциплин, которые могут появляться уже во время использования такой рекомендательной системы.

В рассматриваемой предметной области наблюдается малое количество данных для описания новых объектов. Его может быть достаточно для создания рекомендаций в начале жизненного цикла программного продукта, однако впоследствии следует основываться исключительно на оценках пользователей.

На первом этапе необходимо получить все текстовые данные из документа, при этом могут присутствовать ненужные элементы, которые впоследствии будут удалены фильтрами.

Второй этап называется токенизацией, в нем текст разбивается на слова в нормальной форме, нижним регистром. Здесь же удаляются символы пунктуации, стоп-слова или шумовые слова, то есть те из них, которые не несут смысловой нагрузки, например, союзы, предлоги и т.д. Дополнительно предлагается удалять все слова с единичной длиной, а также те, которые представляют из себя числа; проверяется, что токен или слово включает в себя только цифры и буквенные символы. Такой набор аккумулирует только те слова, которые могут помочь при описании дисциплины. В результате каждый текст рабочей программы дисциплины ассоциируется с массивом токенов.

Для описания текстов на основе токенов можно воспользоваться простейшей моделью Bag-of-words [4] в которой производится подсчет включений слов из общего множества, которое составлено из слов всех дисциплин, участвующих в сравнении. Однако данная модель хуже учитывает уникальные особенности дисциплин, поскольку не учитывает повторяющиеся во всех документах слова. Для рекомендательной системы предлагается использовать модель TF-IDF, которая учитывает, как частоту слов, так и их важность. То есть одинаковые слова, которые, например, могут встречаться в похожих частях документов, таких как, титульный лист, объем дисциплин в виде учебных работ, материально-техническое обеспечение и т.д., будут учитываться меньше, чем уникальные. В результате заполнения модели для каждого документа создается его векторное представление в многомерном пространстве, при этом каждой оси такого пространства соответствует скалярное значение меры TF-IDF по соответствующему слову из общего множества.

На основе полученных из предыдущего шага векторных представлений дисциплин возможно подсчитать меру схожести, коэффициент сходства. В данном случае предлагается применить часто используемое косинусное сходство ввиду простоты его использования и малой совокупности требующихся вычислений, которое представляет из себя отношение скалярного произведения векторов и произведения их норм. При подсчете косинусной схожести двух рабочих программ дисциплин с использованием модели TF-IDF для формирования векторных представлений получается скалярное неотрицательное значение с максимальным значением, равным единице.

В итоге, рассматривая случай с появлением новой элективной дисциплины в высшем учебном заведении, необходимо будет загрузить документ ее рабочей программы в рекомендательную систему. После чего в системе составить список упорядоченный по убыванию список со схожими дисциплинами для рекомендаций.

Для визуализации схожих дисциплин (рис. 1) в трехмерном пространстве необходимо использовать алгоритм для кластеризации векторных моделей.

Программы рабочих дисциплин были взяты в качестве примера из раздела с рабочими программами дисциплин 2018 года официального сайта СПБГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича для групп с кодом направления 09.03.02 [5].

Рис. 1. Группирование схожих учебных дисциплин в пространстве

В данном случае используется метод главных компонент PCA для уменьшения размерности входных векторов с минимальной потерей количества информации и возможности визуализации положения точек в пространстве для каждой дисциплины. Такой алгоритм может быть применен в проекте Tensorboard Projector [6].

На рисунке 2 представлены результаты эксперимента по поиску ближайших дисциплин, полученных с использованием вышеописанного метода, к предположительно новой дисциплине «Введение в профессию» для групп с кодом направления 09.03.02.

Данный набор получившихся дисциплин подтверждает работоспособность предлагаемого метода, поскольку новая дисциплина в рассматриваемом случае действительно связана с информационными технологиями, и дальнейшие рекомендации бы строились с учетом прохождения студентами изображенных на рисунке дисциплин.

Рис. 2. Ближайшие дисциплины, полученные с использованием предлагаемого метода, к дисциплине «Введение в профессию» для групп с кодом направления 09.03.02

Предлагаемый метод эффективен относительно упомянутых ранее, поскольку позволит рекомендовать дисциплину в момент ее внедрения в учебную программу и отличается низкой степенью сложности имплементации в условиях малого объема выборки.

Метод отличается высокой степенью новизны для данной предметной области и позволит решить проблему холодного старта для рекомендательной системы в условиях малого количества данных, описывающих объекты.

При использовании данного подхода возможно варьирование параметров, например, минимальной длины токена фильтрации. При дальнейшем изучении допускается использование дополнительных методов или некоторые их изменения по результатам экспериментов.

Список используемых источников

1. Airoldi F., Cremonesi P., Turrin R. Hybrid algorithms for recommending new items in personal TV [Электронный ресурс] // CEUR Workshop Proceedings. – 2011. – URL: http://ceur-ws.org/Vol-720/Airoldi.pdf (дата обращения 08.11.2020).

2. Nundlall C., Sohun G., Devi N. S. A Hybrid Recommendation Technique for Big Data Systems [Электронный ресурс] // International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications (ICONIC). – 2018. – URL: https://www.researchgate.net/publication/330251221_A_Hybrid_Recommendation_Technique_for_Big_Data_Systems (дата обращения 08.11.2020).

3. Меньшикова Н.В., Портнов И.В., Николаев И.Е. Обзор рекомендательных систем и возможностей учета контекста при формировании индивидуальных рекомендаций // Academy. 2016. №6 (9). 2 с.

4. Пилипенко А.С., Коломойцева И.А. Определение тональности текста на основе модели “Bag-of-words”. // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование. 2020. С. 77–81.

5. Официальный сайт СПБГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. Раздел с рабочими программами дисциплин 2018 года для групп с кодом направления 09.03.02. – URL: https://cabinet.sut.ru/tabl_ymo2?p=2244&pp=62,162,65&l=rpd (дата обращения 25.10.20).

6. Официальный сайт проекта Tensorboard Projector. – URL: https://projector.tensorflow.org/ (дата обращения 25.10.20).

Samarin A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Method for Solving the Problem of Cold Start in the Individual Trajectory Formation of Higher Educational Institution Students.
When building a recommendation system, it is important to take into account the potential occurrence of a problem in which at the beginning of the life cycle of such a system there will be insufficient data to form recommendations. When building a system based on collaborative filtering with the condition of a minimum amount of training sample, the question arises about taking into account the characteristics of objects to develop recommendations for students on the choice of academic disciplines. It is proposed to search for similar objects - academic disciplines - by analyzing work programs for the opportunity to recommend those of them, which have not been passed by any group of students. Such document is supposed to create for each discipline when it is introduced into the program of the corresponding direction of training.

Key words: recommender systems, cold start problem, text analysis, clustering.

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Г. Н. Смородин, Л. С. Монгуш
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Обозначены ключевые технологические составляющие развития цифровой экономики, показаны приоритеты развития, приведена динамика развития технологического базиса цифровой экономики в России, обозначены особенности отечественного цифрового развития

цифровая экономика, технологический базис, сквозные технологии, end-to-end технологии

Введение

Экономическая деятельность, основанная на использовании цифровых технологий, в том числе интернет-технологий, получила название цифровой экономики [1]. В настоящее время наблюдается взрывной рост данной экономической активности. Также наблюдается активное использование цифровых технологий и в традиционной экономике;

данный процесс получил название цифровизации. В ряде случаев воздействие цифровизации носит всеобъемлющий характер, тогда уже приходится говорить о цифровой трансформации – переходу экономических агентов из традиционной экономики в цифровую. Присутствует и процесс взаимодействия цифровой и традиционной экономик, что приводит к формированию гибридных экономических субъектов, процессов и моделей.

Важность цифровой составляющей экономики для планомерного развития государства неоспорима и правительства уделяют развитию цифровой экосистемы должное внимание. Так, в РФ разработан и проводится в жизнь национальный проект - национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [2]. В основу проекта были положены дорожные карты развития семи, так называемых, сквозных (end-to-end) технологий. Согласно видению правительства на момент утверждения паспорта национального проекта в 2019 году данные технологии должны были формировать технологический базис цифровой экономики страны вплоть до 2024 года.

Динамика технологического развития цифровой экономики

В 2019 году было признано, что динамика развития технологического базиса цифровой экономики оставляет желать лучшего, и не соответствует установленным нормативам. Были выявлены и противоречия между поставленными задачами и критериями оценки. Так, например, выбор программного обеспечения по критерию минимальной стоимости не позволяет конкурировать отечественным компаниям-разработчикам с лидерами мирового рынка, уже имеющим в своих активах готовые программные решения. Подвергнулся критике также и перечень выбранных сквозных технологий [3]. Например, согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 было рекомендовано исключить нейротехнологии из перечня приоритетных субтехнологий и продолжить их развитие в рамках иного проекта - Национальной технологической инициативы.

ТАБЛИЦА 1. Приоритеты технологий цифровой экономики

Название технологий	Приоритет	
	2020 год	2019 год
Большие данные	1	-
Новые производственные технологии	2	4
Промышленный интернет	3	-
Искусственный интеллект	4	1
Технологии беспроводной связи	5	7
Компоненты робототехники и сенсорика	6	5
Квантовые технологии	7	3
Системы распределенного реестра	8	6

Технологии виртуальной и дополненной реальностей	9	2

В результате коррекции изначальный список из семи технологий был расширен, в него были добавлены две новые категории - большие данные и промышленный интернет

Изменился и приоритет технологий. С точки зрения оператора национального проекта – Министерства цифрового развития с 2020 года возглавляют список технологии анализа больших данных. В таблице 1 приведены приоритеты технологий национального проекта на 2019 и 2020 годы.

Перспективы развития технологий цифровой экономики

Технологические, экономические и геополитические вызовы вносят коррективы в развитие цифровой экономики, в частности в обеспечение информационной безопасности, что отражено, например, в докладе Всемирного Банка за 2018 год [4]. Присутствует и воздействие форс-мажорных факторов, например, таких как пандемия 2020-2021 года, вызванная вирусом Ковид-19.

Вместе с тем, наблюдаемая конвергенция технологий оказывает положительный синергический эффект как на развитие цифровой экономики в целом, так и на развитие ее отдельных составляющих.

Остается открытым вопрос приоритета отдельных составляющих технологического базиса. В настоящее время отечественная система приоритетов отличается от международной, отраженной в Цифровом экономическом докладе Организации Объединенных Наций 2019 года [5]. Сравнение классификаций и приоритетов международного и отечественного приведено в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Классификации и приоритет технологий

Классификация ООН		Классификация РФ	
Название	Приоритет	Название	Приоритет
Блок чейн технологии	1	Большие данные	1
3D печать	2	Новые производственные технологии	2
Интернет вещей	3	Промышленный интернет	3
5G мобильные технологии	4	Искусственный интеллект	4
Облачные вычисления	5	Технологии беспроводной связи	5
Автоматизация и роботизация	6	Компоненты робототехники и сенсорика	6
Искусственный интеллект и аналитика данных	7	Квантовые технологии	7
		Системы распределенного реестра	8
		Технологии виртуальной и дополненной реальностей	9

Заключение

Изложенное позволяет утверждать, что:

- уровень развития технологических основ и цифровой экономики в целом является одним из важнейших показателей экономического развития стран и регионов,
- технологический базис цифровой экономики в РФ жестко структурирован, в целом соответствует глобальным трендам, а его состояние и развитие находятся под постоянным мониторингом со стороны государства,
- наблюдаемую конвергенцию технологий можно рассматривать в качестве одного из драйверов технологического развития цифровой экономики.

Список используемых источников

1. Википедия. Национальный проект — Цифровая экономика // https://ru.wikipedia.org/wiki/Национальный_проект_—_Цифровая_экономика (дата обращения 13.01.2021)
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. No 1632 // URL: http://government.ru/docs/28653
3. Сайт Министерста цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ – Режим доступа: https://digital.gov.ru/ru/ (дата обращения 14.01.2021)
4. Конкуренция в цифровую эпоху: Стратегические вызовы для Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vsemirnyjbank.org/ru/country/russia/publication/competing-in-digital-age
5. UNCTAD Digital economy report 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2019.

Smorodin G. Mongush L

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Technological Basics of Digital Economy

Key options of digital economy development were shown, priorities of digital transformation of Russian economy were done, details of Russian digital development were updated

Key words: end-to-end technologies of digital economy, digital transformation, technological basics of digital economy

УДК 004.838.2
ГРНТИ 28.23.20

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ КЛИЕНТСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

К. В. Трунина, М. П. Белов
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Приведён анализ подходов к разработке персонализированных клиентских предложений в информационных системах. В работе описаны их недостатки, сделаны выводы об актуальных направлениях исследований и необходимости разработки эффективной методики создания персонализированных предложений для пользователей информационных систем.

искусственный интеллект, персонализация, маркетинг, информационные системы

С развитием технологий и быстрым ростом новых компаний на рынке для бизнеса наиболее актуальным вопросом становится привлечение и удержание потребителей. Для повышения лояльности клиентов зачастую до сих пор используются простые методики, которые с каждым годом устаревают и теряют былую эффективность. В условиях текущего технологического развития общества, в том числе с использованием искусственного интеллекта, возможна разработка инновационных методик и технологий, способных не только ускорить процессы маркетинговых стратегий, но и повысить качество результата. Необходима разработка методик и форм изложения маркетинговых предложений таким образом, чтобы это непосредственно затрагивало потребности и желания потребителя и не оставалось без его внимания. Контент, не различающийся по содержанию для всей клиентской базе конкретного бизнеса, будет иметь низкую эффективность, так как несмотря на привлекательные условия, выгоду потребителя и опор на предполагаемые ценности конкретной целевой аудитории, может не отвечать его желаниям и потребностям на данный момент.

Необходимо провести анализ и оценить качество существующих реализаций для решения данной проблемы, на основании чего сформировать рекомендации о влиянии современных подходов на повышение лояльности потребителей и определиться с наиболее актуальным и перспективным вектором развития в рамках текущей задачи

Наиболее эффективным решением для привлечения и удержания внимания потребителя в сфере маркетинга выделяют персонализацию. Персонализация – это предоставление максимально релевантного контента пользователю на основании его данных, полученных из легальных источников [1]. Конечная цель персонализации – формирование рекомендаций и

предложений в соответствии с уникальными предпочтениями, потребностями и желаниями клиента с целью увеличения продаж и прибыли.

Исследования показали, что даже примитивные способы персонализации контента способствуют повышению внимания со стороны потребителя к транслируемой в рамках рекламной кампании информации. Так, например, в e-mail рассылке включение имени пользователя в текст электронного письма позволяет повысить показатель возврата к совершению целевых действий (покупке, регистрации в программе лояльности и т.п.) в информационных системах на 3-11% в месяц [2].

Методики формирования персонализированного контента можно разделить на два типа: ручной и автоматизированный.

Под ручной персонализацией клиентских предложений понимается разработка и настройка потенциально привлекательного предложения для определённого пользователя специалистом в области маркетинга с использованием инструментов, не предполагающих автоматизацию какого-либо этапа методики. В данную категорию можно отнести такие подходы, как маркетинговые опросы, отслеживание поведения клиента по данным информационной системы, сегментация клиентов. Недостатками ручной персонализации являются высокие затраты на исследование клиентской базы, высокие временные затраты и человеческий фактор, влияющий на точность результатов.

Способ формирования персонализированного контента на основе маркетинговых опросов заключается в сборе и оценке информации о предпочтениях непосредственно от клиентов в формате анкетирования. Опрашивая потребителя о его предпочтениях, опыте и эмоциях, маркетологи ставят цель получить информацию для дальнейших действий от первоисточника. Однако такая стратегия чаще низко эффективна в виду того, что согласно исследованиям, люди склонны давать ответы, отражающие не реальное положение вещей, а лишь желаемый вариант развития событий. Точность таких опросов не превышает, как правило, 40%, что является препятствием к построению маркетинговой стратегии, максимально охватывающей потребительскую базу конкретного бизнеса [1].

Формирование предложений на основе данных информационной системы предполагает мониторинг специалистом статистики пользователя, оценивание его действий по предусмотренным параметрам и на основе данной информации могут формироваться как частные предложения, так и групповые на основе выявленных тенденций. Процесс требует больших затрат времени специалиста, при этом не гарантирует точности предложений, совпадения с его потребностями и пожеланиями.

Методика ручной сегментации клиентов – это процесс разделения клиентов на отдельные группы. Данная методика позволяет создать более адресные предложения за счёт наличия одного или более общих признаков классификации потребителей. С учётом жизненных ценностей потребителей выделяются четыре основные характеристики сегментации:

жизненный цикл, сумма затраченных средств на предложения бизнеса с момента регистрации, давность последнего приобретения, частота приобретений, средняя стоимость среза. Подобное деление позволяет обобщить группы людей, в основе поведения которых наблюдаются схожие мотивы при принятии решения о покупке, а, следовательно, возможна разработка предложения для представителей конкретного сегмента, которое с большой вероятностью повлияет на готовность совершить покупку. Тем не менее, ручная сегментация не исключает влияния человеческого фактора и ошибки в процессе, что может привести к слабой персонализации предложений, а впоследствии к потере клиентов и прибыли.

Под автоматизированной персонализацией понимается использование средств автоматизации для составления персонализированных предложений. В качестве инструментов автоматизированной персонализации используются сбор информации о пользователях информационной системы, обработка их потребительских профилей и генерация персонализированного предложения на основе заложенной в основу средства автоматизации методики. Существует возможность автономной генерации персонализированного контента, в том числе с использованием искусственного интеллекта. В большинстве случаев автоматизированная персонализация позволяет снизить издержки компании на оплату труда специалистов, так как объём работы и нагрузка на персонал существенно снижается.

К распространённым используемым в настоящее время способам автоматизированной персонализации можно отнести персонализацию на основе сегментации пользователей, анализ «цифрового следа», анализ поведения пользователя.

Автоматизированная сегментация пользователей подразумевает определение ключевых параметров, по которым осуществляется сегментация. При использовании самообучающихся нейронных сетей система способна сформировать зависимости между конкретными типами клиентов и их поведением в системе, на основании чего сформировать параметры, способствующие более эффективному разделению клиентской базы на сегменты. Система самостоятельно оценивает пользователей на принадлежность к тому или иному сегменту и предоставляет сгенерированные предложения клиентам в зависимости от их принадлежности к той или иной группе. Методика широко используется (с искусственным интеллектом гораздо реже), тем не менее, не в полной мере персонализирует контент. Персонализация обуславливается принадлежностью к тому или иному сегменту, но не позволяет учесть потребности конкретного лица и создать уникальное предложение.

Популярной и широко распространённой в настоящее время методикой автоматизированной персонализации является анализ “цифрового следа” пользователя, при использовании которой анализируются поисковые запросы пользователя информационной системы, посещаемые за конкретный срез времени веб-ресурсы, а также

контент в социальных сетях, как потребляемый, так и производимый. Например, механизм таргетинга, анализирующий поисковые запросы пользователя и доступные персональные данные, подбирает на их основе похожие предложения для трансляции на баннерах в используемой информационной системе. Технология позволяет персонализировать контент с точки зрения географии пользователя, его персональных данных, действительных и предполагаемых интересов и прочих параметров. Однако зачастую системы с реализацией данной методики анализируют и учитывают запросы, которые могли не содержать оснований для приобщения к выборке интересов, так как не имели под собой практического интереса со стороны пользователя, а также не представляли оперативный отклик на изменение параметров, определённых для персонализации. Ситуация меняется в лучшую сторону при использовании искусственного интеллекта, но остаётся потребность в доработке качества методики и грамотной реализации обучения.

Искусственный интеллект также используется при формировании персонализированных клиентских предложений на основе поведения и опыта пользователя, что является относительным новшеством в рамках персонализации. В качестве параметров для анализа и формирования результата может использоваться как непосредственно опыт потребителя, так и параметры, не относящиеся к портрету потребителя, но с определённой долей вероятности влияющие на принятие решения о покупке. К сопутствующим параметрам можно отнести прогноз погоды, температуру, статистику самой компании. Для создания подобных предложений ручным способом потребуются значительные вложения в исследования и работу специалистов смежного профиля, в то время как для искусственного интеллекта это вопрос разработки корректной методики и организации обучения. Такая технология постепенно внедряется в крупных транснациональных компаниях таких, как Amazon, Starbucks, Sephora и другие. Тем не менее, методики персонализации, заложенные в основе описанных корпоративных технологий, меняются практически еженедельно, так как пока ни одна не обладает достаточно высокой точностью, и более того, не находится в открытом доступе.

Согласно статистике Dynamic Yield, в которой описано исследование влияния персонализации на бизнес за 2020 год, 46% компаний разделяют идею особого значения персонализации в бизнесе и её влияния на пользовательский опыт, 13% выделяют персонализацию центральным инструментом выстраивания взаимоотношений с клиентами, ещё 22% понимают ценность персонализации, но неспособны оценить её влияние. При этом, в вопросах методики и практического применения только 6% компаний отметили, что имеют достаточно задокументированных свидетельств эффективности выбранной ими методики персонализации, в то время как 36% имеют лишь небольшое количество успешных кейсов и 37% компаний-респондентов не могут предоставить достаточное

количество доказательств подтверждения позитивного влияния персонализации на клиентов, а в качестве оценки эффективности маркетинговой стратегии используют показатели конверсии и показатель среднего дохода компании с одного пользователя. При этом согласно исследованию, показатель влияния персонализации на клиентов снизился по сравнению с 2019 годом [3]. Это может свидетельствовать о том, что в настоящее время распространённые методики персонализации контента устаревают и теряют свою эффективность в условиях постоянного развития технологий и возрастающих требований пользователей.

Таким образом, в результате проведённого анализа современных подходов к построению персонализированных клиентских предложений в информационных системах, можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время остаётся актуальной разработка методики персонализации клиентских предложений в информационных системах, которая в достаточной степени способствовала бы успешности маркетинговой стратегии.
2. Наиболее перспективным и актуальным направлением для исследования и разработок в рамках решения данной задачи можно выделить использование автоматизированных систем персонализации с использованием искусственного интеллекта, анализирующих опыт пользователя и содержание сопутствующих параметров.
3. При этом необходимо создание достаточно эффективной методики формирования персонализированных предложений с низкими потерями, способствующей существенному повышению лояльности и интереса потребителей к предложениям компании, но вместе с тем отвечающей потребностям клиентов в ощущении комфорта и безопасности.

Список используемых источников

1. Калиновская И.Н., Дунец Н.В., Масейко М.С. Использование искусственного интеллекта в маркетинговых исследованиях поведения потребителей // Молодой ученый. 2018. № 33. С. 42-44.
2. Кожушко О. А., И. Чуркин, А. Агеев и др. Интернет-маркетинг и digital-стратегии. принципы эффективного использования: учеб. пособие, 2015. 283-284 с. ISBN 978-5-4437-0445-6
3. Dynamic Yield. The State Of Personalization Maturity. 2020. С. 4-9.

Trunina X., Belov M.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Analysis of Modern Approaches to Building Personalized Client Offers in Information Systems.

The analysis of approaches to the development of personalized client offers in information systems is given in the paper. It describes disadvantages, provides conclusions about the current research areas and needs in developing an effective methodology for creating personalized offers for users of information systems.

Key words: artificial intelligence, personalization, marketing, information systems.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СИСТЕМ СВЯЗИ

УДК 621.373.5
ГРНТИ 47.45.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВОЛОЧНОЙ МОДЕЛИ ПОЛУСФЕРЫ В КАЧЕСТВЕ РЕЗОНАТОРА СВЧ

Е. И. Бочаров, Е. А. Коновалова, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В данной работе исследуется возможность создания эквивалентной модели объёмной структуры и проводится проверка её работоспособности. Создана проволочная модель полусферического резонатора. Экспериментально подтверждена работоспособность предложенной проволочной модели полусферы в качестве резонатора СВЧ.

СВЧ, сферический резонатор, генератор СВЧ

Предметом нашей работы является создание эквивалентной модели сферического резонатора с целью дальнейшего исследования излучателя на сферической поверхности с задающим генератором во внутреннем объёме [1,2,3].

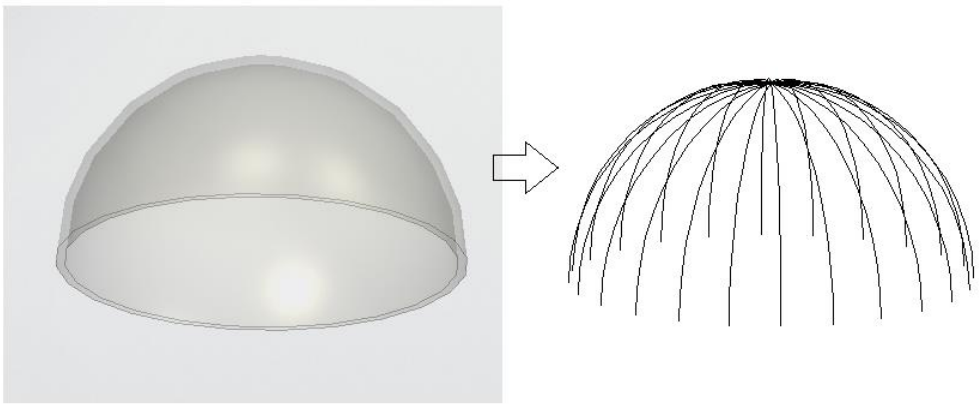


Рис. 1. 3Д модель полусферического резонатора и его проволочный эквивалент

Эквивалентом полусфереческого резонатора является проволочная модель. На рисунке 1 представлены 3Д модели полусферического резонатора (выполнена в учебной версии TFlex-CAD) и его эквивалента (выполнена в MMANA-GAL).

Макет предлагаемого эквивалента представляет совокупность медных проводников, которые изогнуты до полусферы (рисунок 2).

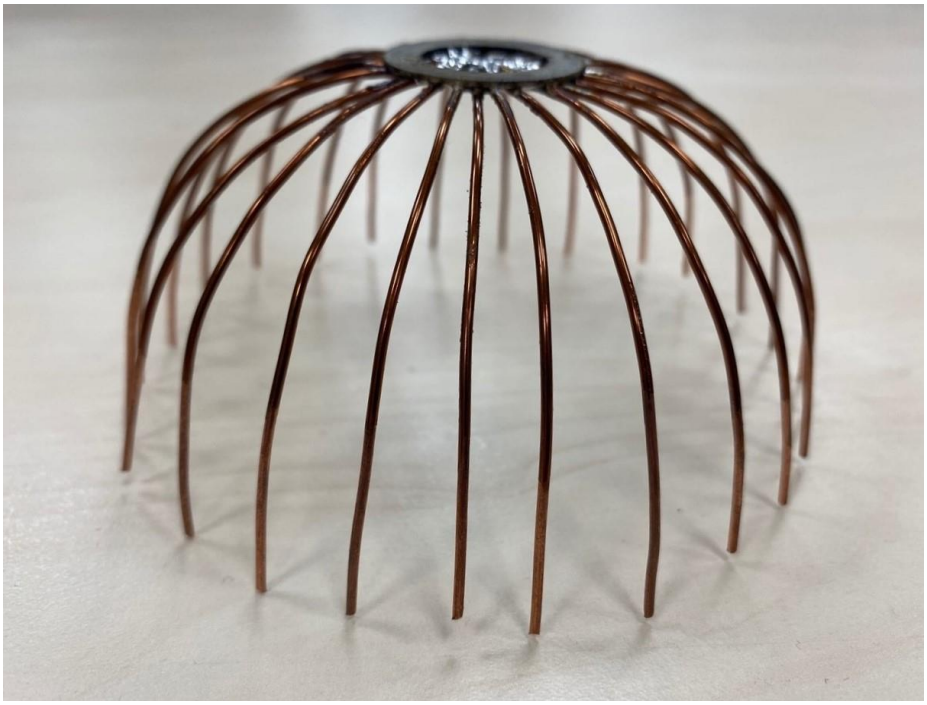


Рис. 2. Макет проволочной модели

Данный макет представляет собой распределенную ёмкость каждого проводника на землю и непосредственно индуктивность каждого проводника, поэтому эквивалентная схема предлагаемого устройства выглядит следующим образом (рисунок 3). Особую сложность представляет расчёт данных элементов ($L_{сумм}$, R, C).

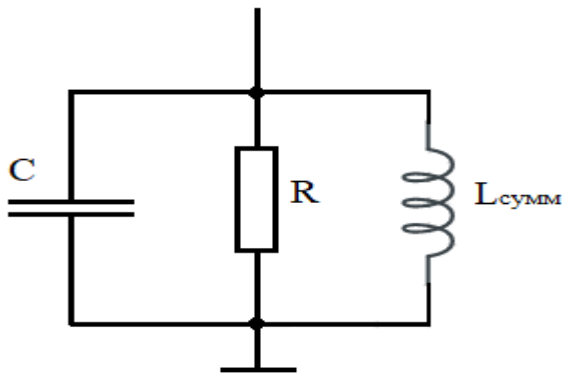


Рис 3. Принципиальная схема устройства

На рисунке 4 представлена работоспособность предложенной эквивалентной проволочной модели полусферы в качестве резонатора СВЧ.

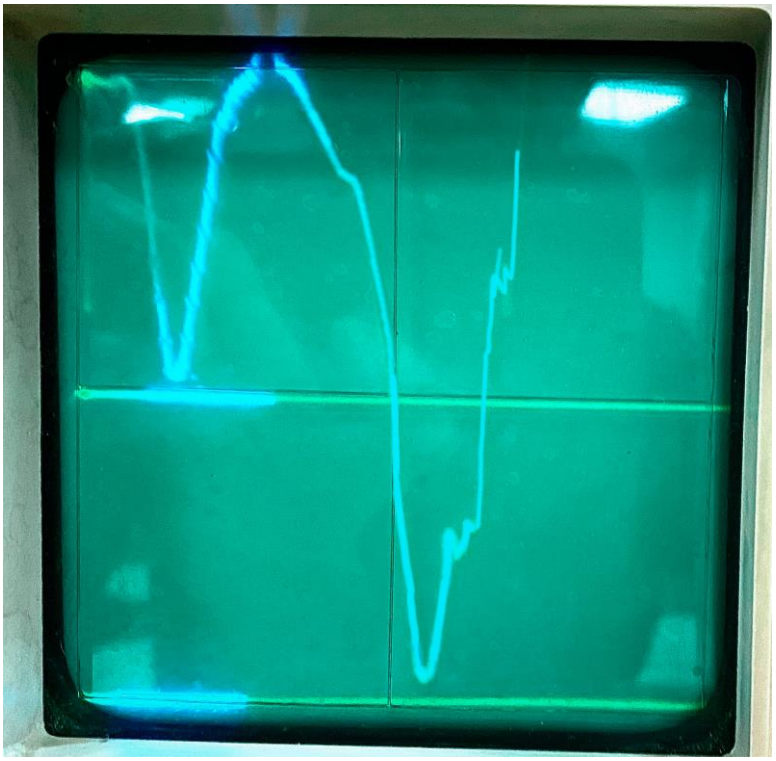


Рис. 4. Результаты эксперимента

Как видно из рисунка 4, данная модель исправно работает на расчётной частоте. Резонансная частота сферического резонатора определяется по формуле [4,5,6]:

$$f = \frac{c}{\lambda},$$

где c – скорость света в вакууме; λ – длина волны, зависящая от геометрических размеров полусферы.

Вывод: исследования показали, что проволочная модель полусферического резонатора является его эквивалентом. Данную модель можно использовать при исследовании полусферического генератора на активном двухполюснике.

Список используемых источников

1. Бочаров Е. И., Коновалова Е. А., Седышев Э. Ю. Исследование генератора на активном двухполюснике в сферическом резонаторе // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. СПб.: СПбГУТ, 2020. С. 401-403.

2. Бочаров Е. И., Рынгач Е. В., Седышев Э. Ю. Возбуждение различных типов волн в сферическом излучателе путем выбора конфигурации питающего волновода // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 2 т. СПб.: СПбГУТ, 2015. С. 624–628.

3. Захаров А. Н. Высокостабильный генератор СВЧ на сфероидальном объёме/ XII Всероссийская научная конференция студентов-радиофизиков: Тез. докл. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. С. 20-22.

4. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1978. 431с.

5. Ред Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. М.: Мир, 1990. 256 с.

6. С. Рамо, Дж. Уиннери. Поля и волны в современной радиотехнике, пер. с анг. Л. П. Лисовского, И. А. Полетаева и А. И. Шестакова под ред. Ю. Б. Кобзарева. – Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948.

Bocharov E., Konovalova E., Sedyshev E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Investigation of the Wire Model of a Hemisphere As a Microwave Resonator.

The possibility of creating an equivalent model of a volumetric structure is investigated and its operability is checked. A wire model of a hemispherical resonator has been created. The efficiency of the proposed wire model of the hemisphere as a microwave resonator has been experimentally confirmed.

Key words: microwave, spherical resonator, generator.

УДК 621.3.029.63
ГРНТИ 47.45.99

ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ СВЧ С ПОМОЩЬЮ МАСШТАБИРОВАНИЯ

Е. И. Бочаров, А. В. Полякова, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Путём масштабирования готового полосно-пропускающего фильтра СВЧ были созданы два подобных устройства, чьи характеристики повторяли исходную в разных частотных областях. Созданные фильтры исследованы на предмет смещения центральной частоты и изменения ширины полосы пропускания. Проведено математическое моделирование и проектирование устройств в САПР RFSimm99.

синтез, макетирование, полосно-пропускающий фильтр СВЧ, центральная частота.

Классический метод синтеза ППФ состоит в использовании фильтра-прототипа нижних частот и последующего частотного преобразования [1]. Создание простого инженерного метода синтеза ППФ СВЧ носит актуальный характер. Это упростит процесс разработки устройств частотной селекции, поможет избежать громоздких расчётов и сократит время синтеза фильтров.

Рис. 1. Макет полосового полоскового фильтра

В открытых источниках практически нет литературы по данной тематике, что говорит об актуальности поставленной задачи. Изготовление макетов методом масштабирования очень экономично и не требует временных затрат.

В качестве прототипа для исследования взят полосовой полосковый фильтр, представленный на рисунке 1, центральная частота которого

находится в диапазоне около 2.5 ГГц согласно проведённым измерениям (рис. 2).

Рис.2. Частотная характеристика макета

Первым был создан макет данного фильтра в масштабе 1:1, его вид представлен на рисунке 3. На диэлектрическую основу был нанесён слой проводника и создана требуемая конфигурация. Геометрические размеры и топология слоя совпадают с геометрическими размерами исходного фильтра-прототипа.

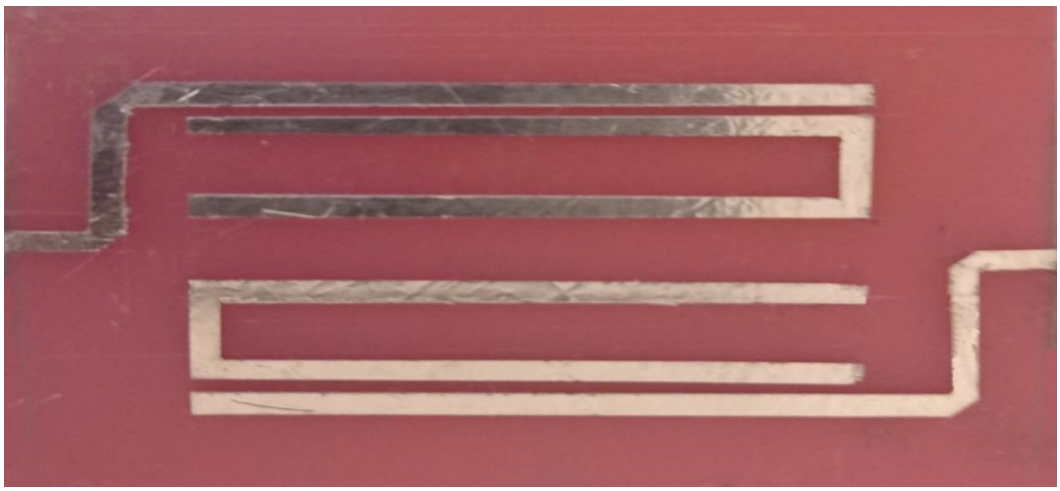


Рис.3. Макет фильтра 1:1

Оценочные измерения показали, что центральная частота созданного макета находится в районе 2 ГГц, что не совпадает с центральной частотой прототипа, поэтому было принято решение изменить толщину диэлектрического слоя, которая фактически изменила номинал волновых сопротивлений всех линий устройства. В результате измерения показали,

что центральная частота макета приблизилась к 2.5 ГГц, что практически совпадает с центральной частотой фильтра-прототипа (рис.4).

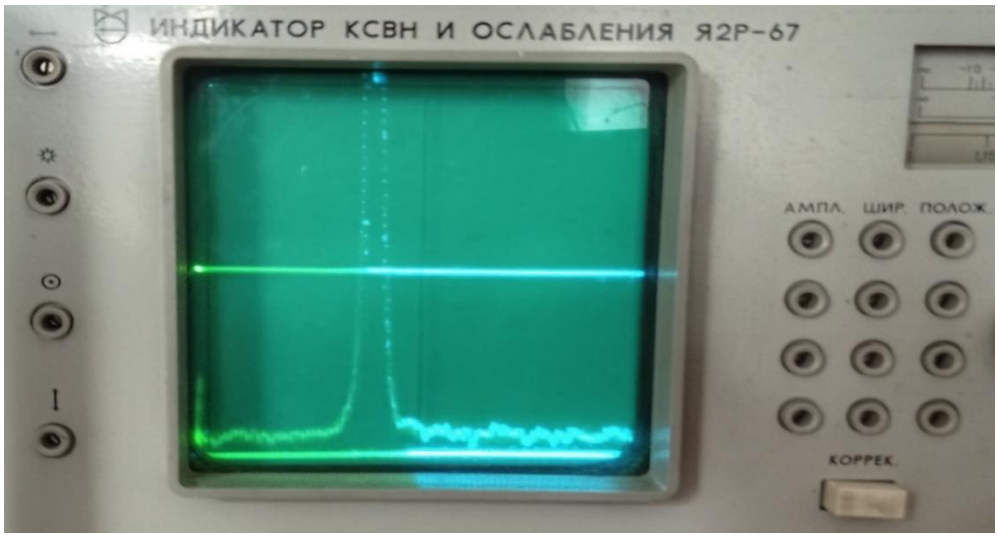


Рис. 4. Частотная характеристика макета 1:1

В программе RFSim99 построим эквивалентную приближённую схему макета (рис.5) и графики коэффициента передачи S21 и коэффициента отражения S11 (рис.6).

Расчёт торцевых ёмкостей был произведён по формуле для плоского конденсатора [2] (1);

$$c = \frac{\varepsilon_r+1}{2} \cdot \frac{\varepsilon_0 S}{d}, \quad (1)$$

где S – площадь торца, d – расстояние между торцами.

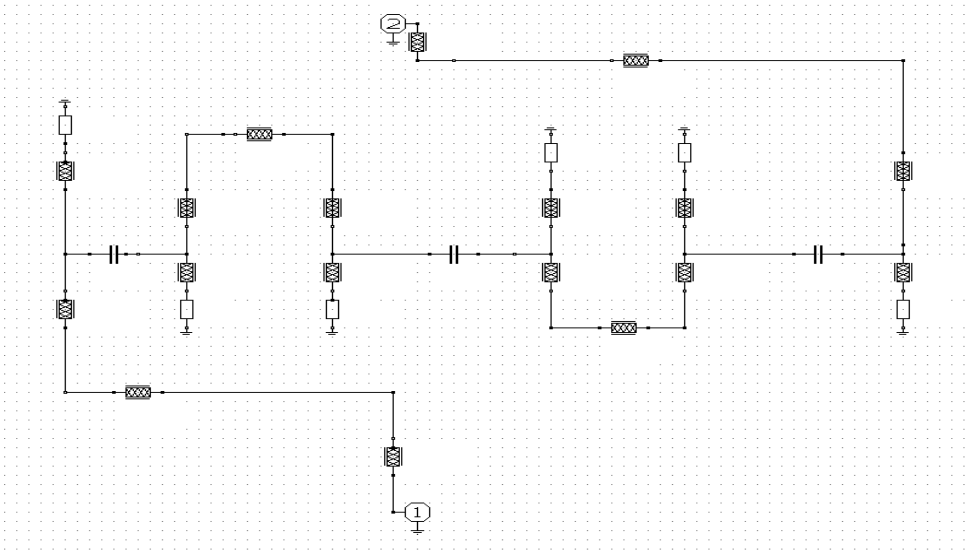


Рис.5 Принципиальная схема макета

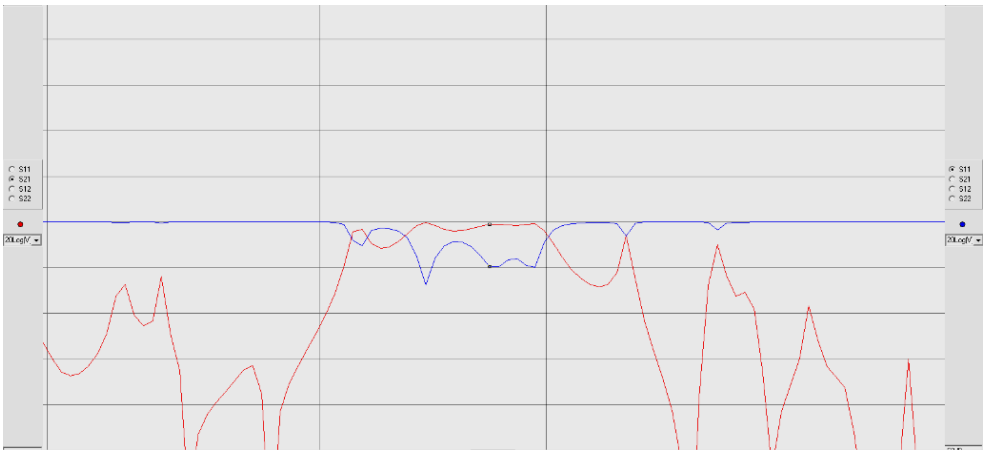


Рис. 6. Графики зависимости коэффициентов S21 и S11

Центральная частота, согласно эмуляции в САПР находится в области 9.5 ГГц.

Анализируя полученные данные, можно заметить, что изменение частотных характеристик масштабного макета напрямую связанно с характеристиками диэлектрика (толщина, диэлектрическая проницаемость, добротность).

Доказано, что в результате изменения геометрических размеров данной топологии в различных соотношениях, центральная частота и ширина полосы пропускания изменяется по определённому закону.

Список используемых источников

1. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи, т. 1. Под ред. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т., М.: Связь, 1971. 349 с.
2. Проектирование полосковых устройств СВЧ: Учеб. пособие / Г.В. Дмитриенко; М-во образования Рос. Федерации. Ульян. гос. техн. ун-т. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 112 с.

Bocharov E., Polyakova A., Sedyshev E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Engineering Method for Synthesizing Microwave Bandpass Filters Using Scaling.

By scaling the finished microwave band-pass filter, two similar devices have been created, whose characteristics are similar to the original one in different frequency regions. The designed filters are examined for center frequency shift and bandwidth changes. Mathematical modeling and design of devices in CAD RFSimm99 were carried out.

Key words: synthesis, prototyping, microwave bandpass filter, center frequency.

УДК 621.385.69
ГРНТИ 47.45.99

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОНСТРУКТИВНЫХ ИНДУКТИВНОСТЕЙ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ СВЧ

Е. И. Бочаров, А. М. Румянцева, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Исследованы инженерные методы расчёта планарных конструктивных индуктивностей интегральных схем СВЧ. Приведены формулы для круглых спиральных индуктивностей, произведено сравнение точности рассчитанных по разным методикам значений идентичных индуктивностей на основании эксперимента. Рассмотрены особенности использования методик расчета индуктивностей на различные частоты.

интегральные схемы, сверхвысокие частоты, плоские круговые спиральные индуктивности.

В качестве элементов интегральных схем (ИС) сверхвысоких частот (СВЧ) выступают резисторы, конденсаторы, индуктивности, диоды, транзистор и др. Для повышения степени интеграции многие элементы ИС исполняются конструктивно. Современные технологии позволяют создавать компактные круглые конструктивные индуктивности. Они являются одними из самых распространённых элементов ИС СВЧ в нижней части СВЧ диапазона. Для реализации точного номинала индуктивного элемента произвольной схемы СВЧ необходимо не только иметь высочайшую разрешающую способность технологического процесса, но и знать наиболее точные формулы для конкретной геометрии и частотного диапазона.

На сегодняшний день существует множество различных методик расчёта круглых индуктивностей, что вызывает определённые трудности при выборе инженерного метода синтеза. Следовательно, актуальной задачей является выбор инженерной методики расчёта и проектирования индуктивностей в нужном диапазоне частот с требуемой точностью.

Спиральная индуктивность определяется числом витков (*N*), шириной спирали (*B*), шагом спирали (*t*), внутренним диаметром (*D1*), внешним диаметром (*D2*). Были рассмотрены несколько способов расчёта плоских круговых спиральных индуктивностей (рис. 1), с последующим выбором в необходимом диапазоне частот.

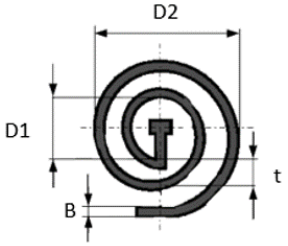


Рис. 1. Планарная круговая индуктивность

Для дальнейшего расчёта необходимо задать вспомогательные формулы (1) – (7).

$$R2 = 0.5 \cdot D2, \#(1)$$
$$R1 = 0.5 \cdot D1, \#(2)$$
$$\varphi = \frac{D2 - D1}{D2 + D1}, \#(3)$$
$$Dcp = 0.5 \cdot (D2 + D1), \#(4)$$
$$h = N(t + B), \#(5)$$
$$a = 0.5 \cdot (R2 + R1), \#(6)$$
$$b = R2 - R1, \#(7)$$

где $R2$ – внешний радиус, $R1$ – внутренний радиус, φ – коэффициент заполнения, Dcp – средний диаметр, h – условная толщина катушки, a – средний радиус, b – ширина катушки.

ТАБЛИЦА 1. Формулы расчёта индуктивности

№	Формула индуктивности
1	$L = 31.33\mu_0 \cdot 10^{-3} N^2 \frac{a^2}{8a + 11b}$
2	$L = 2.475 Dcp \sqrt[3]{N^5} \lg(\frac{4Dcp}{b})$
3	$L = 4.978a \sqrt[3]{N^5} \lg(\frac{8a}{b})$
4	$L = \frac{10N^2(R2 + R1)^2}{15R2 - 7R1}$
5	$L = 0.4\pi N^2 a[\ln\left(\frac{8a}{b} - 0.5\right) + \frac{1}{24}(\frac{b}{a})^2(\ln\left(\frac{8a}{b}\right) + 3.583)]$
6	$L = N^2 Dcp[\ln\left(\frac{2.46}{\varphi}\right) + 0.2\varphi^2]$
7	$L = \frac{39.4N^2a^2}{8a + 11b}$
8	$L = \frac{2.5N^2 Dcp^2}{15R2 + \frac{3h}{Dcp}}$

Упорядоченные формулы расчёта индуктивности [1] – [6] представлены в таблице 1.

Для проверки точности методик расчёта был изготовлен макет (рис. 2), содержащий планарную индуктивность (с числом витков 2.5, внешним диаметром 6 мм, внутренним диаметром 4 мм, шагом спирали 0.5 мм, шириной токонесущей части 0.5 мм), индуктивность включена в колебательный контур с переменной ёмкостью (рис. 3).

Зная номиналы индуктивности и ёмкости можно рассчитать резонансную частоту контура, но ещё проще проверить частоту резонанса на панорамном измерителе. Если расчёт точен, то частоты резонансов

должны совпасть. Однако в данном случае необходимо обязательно учитывать точность измерений (желательно учитывать точность всех прибор участвующих в эксперименте).

Рис. 2. Макет колебательного контура

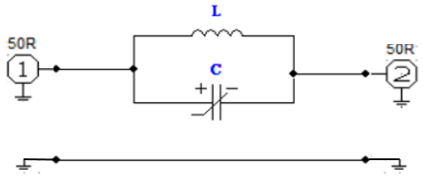


Рис. 3. Принципиальная схема колебательного контура,
L - индуктивность, C - переменная ёмкость

Результаты расчётов представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Полученные значения индуктивности

№	Значение индуктивности
1	$L = 49.61$ нГн
2	$L = 74.142$ нГн
3	$L = 74.562$ нГн
4	$L = 50.403$ нГн
5	$L = 59.185$ нГн
6	$L = 78.675$Гн
7	$L = 49.647$ нГн
8	$L = 31.25$ нГн

Как было сказано ранее представленный макет состоит из круглой планарной индуктивности и конденсатора переменой ёмкости.

Подстраивая конденсатор, снимем частотную характеристику устройства, она представлена на рисунке 4. Из осциллограммы видно центральную частоту резонанса.

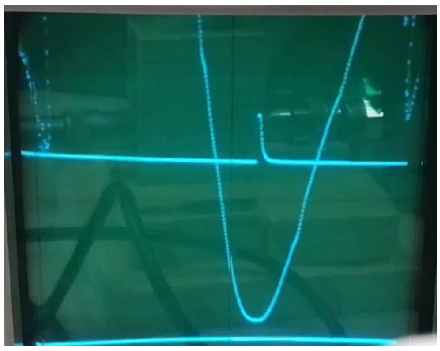


Рис. 4. Частотная характеристика контура при минимальной ёмкости

Меняя механически ёмкость переменного конденсатора добиваемся перемещения резонанса по частотной оси. Эксперимент показал, что резонанс перемещается в диапазоне 300 МГц. С уменьшением частоты добротность резонатора падает (это обусловлено увеличением диссипативных потерь с ростом номинала ёмкости).

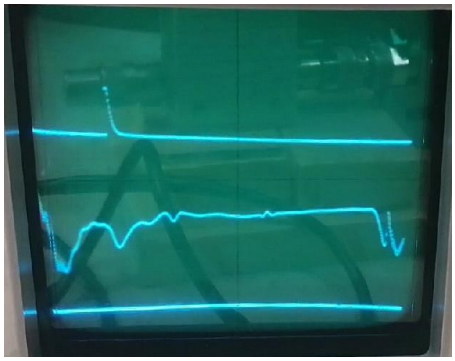


Рис. 5. Частотная характеристика контура при максимальной ёмкости

По ЧХ были определены центральные частоты. Выразив из формулы 8 для частоты индуктивность и подставив наши данные, получили:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}, \#(8)$$

где f – центральная частота.

При минимальном значении номинала конденсатора расчётное значение индуктивности:

$$L = 70.894 \text{ нГн}$$

При максимальном значении номинала конденсатора расчётное значение индуктивности:

$$L = 118.031 \text{ нГн}$$

Полученные результаты по собранным формулам показывают правильный порядок величины индуктивности, однако диапазон значений составляет более 47 нГн, что является не приемлемым для проектирования и синтеза ИС СВЧ. Для исследуемого диапазона частот наиболее точна формула расчета индуктивности № 2. С ростом частоты большую точности дают формулы № 1, 4, 7 из таблицы 1.

Список используемых источников

1. Бахарев С.И., Вольман В.И., Либ Ю.Н. и др. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосовых устройств/ под ред. В.И. Вольмана. М.: Радио и связь, 1982. 328с.
2. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессов: учеб. пособие в 3-х разделах. Томск: ТУСУР, раздел 2, 2011. 228 с.
3. Harold A. Wheeler. Simple Inductance Formulas for Radio Coils. Proceedings of the I.R.E., October 1928.
4. Sunderarajan S. Mohan, Maria del Mar Hershenson, Stephen P. Boyd, and Thomas H. Lee. Simple Accurate Expressions for Planar Spiral Inductances// IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 34, NO. 10, October 1999
5. Коноплев Б.Г., Лысенко И.Е. Компоненты микросистемной техники. Часть 1. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 117 с.
6. Скрипников Ю.Ф. Колебательный контур. М.: «Энергия», 1970.128 с.

Bocharov E., Rumyanceva A., Sedyshev У.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Comparison of Methods for Calculating the Integral Inductances of Microwave Integrated Circuits.

Engineering methods for calculating the planar integral inductances of microwave integrated circuits have been studied. Formulas for circular spiral inductances are given, the accuracies of identical inductances calculated by different methods are compared on the basis of experiment. The features of using the methods for calculating inductances at different frequencies are examined.

Key words: integrated circuits, microwave frequencies, flat circular spiral inductors.

УДК 537.876.42
ГРНТИ 47.59.34

СИНТЕЗ ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ СВЧ В ОБЪЁМНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

А. С. Леонтьев, Э. Ю. Седышев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Работа посвящена проектированию объёмных интегральных схем СВЧ. Рассматривается проектирование Т-делителя мощности, у которого в качестве интерфейсов используются симметричная полосковая линия и несколько микрополосковых линий, расположенных в разных слоях объёмной интегральной схемы.

СВЧ, Т-делитель, делитель мощности, симметричная полосковая линия (СПЛ), микрополосковая линия (МПЛ), полосковая линия, ослабление, волновое сопротивление.

Использование ОИС СВЧ позволило увеличить степень интеграции СВЧ-устройств за счёт компактного расположения навесных и конструктивных элементов, линий передач, а также различных типов переходов. Характеристики переходов зависят не только от топологической конфигурации проводящего слоя, но и различных согласующих элементов, которые позволяют перераспределять мощность между слоями. Планарные устройства деления рассматривались в [1], продолжением этой работы является [2].

Предлагаемая структура СВЧ-перехода представляет собой СПЛ, разделённую на две МПЛ, расположенные в разных плоскостях. Центральная пластина СПЛ вырождается в “земляную” общую пластину для МПЛ, а “земляные” пластины СПЛ переходят в токонесущие пластины МПЛ. Созданная структура, делит поле с помощью СПЛ на две части. По сути, предлагается ОИС делителя или сумматора СВЧ сигнала.

Расчёт и синтез предлагаемого устройства осложняется совместным использованием и согласованием множества различных типов линий: СПЛ, двухпроводная и трёхпроводная линии, выполненные в полосковом исполнение, МПЛ, а также переходы между ними.

Для расчётов волновых сопротивлений СПЛ и МПЛ линий используются [3] и [4]. Волновое сопротивление трёхпроводной полосковой линии находится из волнового сопротивления двухпроводной полосковой линии с использованием метода расчёта модифицированных линий передач, описанного в [5]. Для расчета волнового сопротивления

двухпроводной линии через погонные параметры используются следующие формулы:

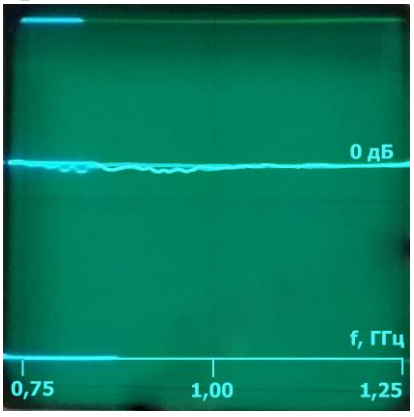
$$L_{пр} = 2\left(\ln \frac{l}{w} + 1{,}103 + 0{,}224 \frac{w}{l} \right) \quad (1)$$

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{lw}{h} \quad (2)$$

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3)$$

где Z – волновое сопротивление линии передачи, *Ом*; $L_{пр}$ – распределённая индуктивность плоского провода, *нГн*; C – распределённая ёмкость плоских проводов, *Ф*; l – длина плоского провода (линии передачи), *м*; w – ширина плоского провода (линии передачи), *м*; h - толщина диэлектрической подложки линии передачи, *м*.

Формула (1) позволяет определить значение индуктивности плоского провода. Для двухпроводной или трёхпроводной линий необходимо учитывать количество таких проводников. Формула (2) является классической формулой для определения ёмкости плоского конденсатора, образованного несколькими проводниками и диэлектриком, расположенным между ними. Зная распределённые индуктивность и ёмкость (1, 2), рассчитываем по формуле 3 значение волнового сопротивления линии.



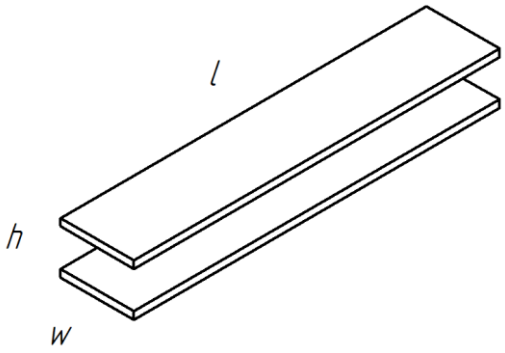


Рис. 1. Ослабление волны в двухпроводной линии

В начале макетирования был собран и исследован макет (рисунок 1) двухпроводной линии, чтобы проверить методику расчёта сопряжения двухпроводной и трёхпроводной линий. Частоты на осциллограмме нормированные.

Ослабление волны близко к 0 дб. Полученные результаты позволяют произвести приблизительную оценку величины волнового

сопротивления трёхпроводной линии. Добавление третьей пластины увеличивает индуктивность линии в 1,5 раза, а ёмкость в 2,5 раза.

$$Z_{три} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot L}{2{,}5 \cdot C}} = 0{,}775\sqrt{\frac{L}{C}} = 0{,}775 \cdot Z_{два} \qquad (4)$$

где $Z_{три}$ – волновое сопротивление трёхпроводной линии передачи, *Ом*; $Z_{два}$ – волновое сопротивление двухпроводной линии передачи, *Ом*.

Затем был рассчитан, собран и исследован макет (рисунок 2) перехода с двухпроводной линии на микрополосковую линию. Этот переход необходим для согласования граничных структур различных полосковых линий. Изготовленный макет вносит ослабление на уровне -2…. -3 дБ.

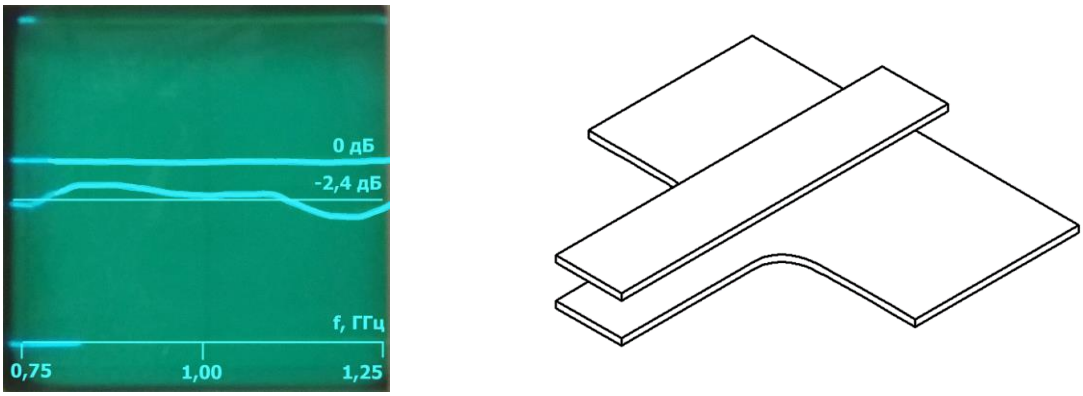


Рис. 2. Ослабление волны в переходе с двухпроводной линии на МПЛ

Заключительным этапом разработки было создание полноценного Т - делителя СПЛ с переходом на две МПЛ путём объединения ранее рассмотренных в работе элементов устройства. Полученный макет, как и предыдущие, был исследован на прохождение волны в нижней части СВЧ диапазона (рисунок 3).

Ослабление волны зафиксировано на уровне -4….-7 дБ. Так как полученная структура делит волну в линии пополам, то ожидаемый уровень ослабления составляет не менее -3 дБ по мощности. Полученная характеристика говорит о неплохом согласование всех элементов схемы. Отличие величин полученного и ожидаемого уровней ослаблений связано с несовершенством технологии изготовления макетов.

Полученное устройство работает как делитель мощности, позволяющий запитать несколько нагрузок, например, антенн, от одного источника.

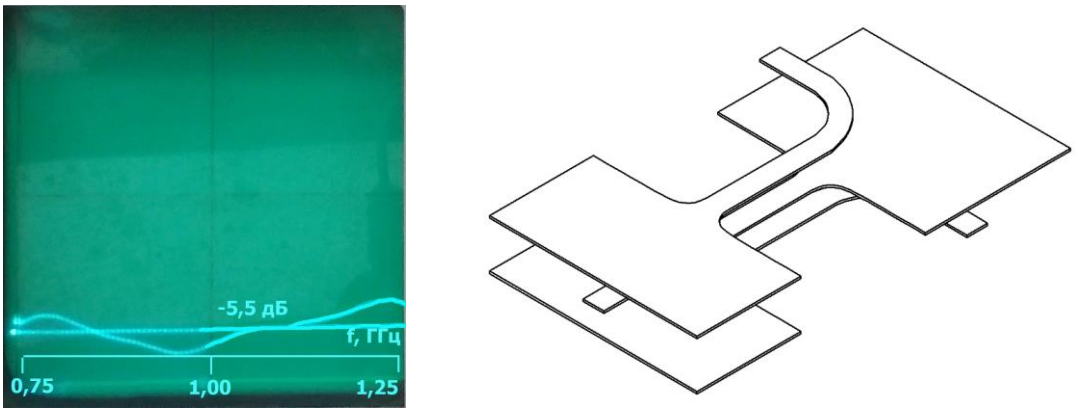


Рис. 3. Ослабление волны на изготовленном макете

Список используемых источников

1. Л.А. Лебедев, Е.А. Наместников, Э.Ю. Седышев, Синтез широкополосных переходов для объемных интегральных схем, СВЧ-электроника №2 2019, С. 4-6 .
2. А.С. Леонтьев, Э.Ю Седышев. Разработка и реализация широкополосного перехода между компланарной и симметричной полосковой линиями. Сборник научных статей по материалам IX международной научно-технической и научно методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании», АПИНО 2020, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, том 3, С. 461-466.
3. М.А.Р. Ганстон. Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ. Перевод с английского под редакцией А.З. Фрадина. «Связь». Москва 1976.
4. В.И. Вольман. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. «Радио и связь». 1982.
5. К.В. Боброва, И.А. Булатова, Е.А. Иванова, Э.Ю. Седышев. Расчёт модифицированных линий передач для объёмных интегральных схем, Электроника и Микроэлектроника СВЧ, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2015 г., том 2, С. 161-170.

Leontyev A., Sedyshev E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Synthesis of Microwave Power Divider in Volumetric Integrated Device.

This work is devoted to the design of three-dimensional microwave integrated circuits. We consider the design of a T-power divider, which uses a symmetrical strip line and several microstrip lines located in different layers of a three-dimensional integrated circuit as interfaces.

Key words: SHF, T-power divider, symmetrical strip line, microstrip line, strip line, decline, wave resistance.

УДК 621.373.52
ГРНТИ 47.45.99

ГЕНЕРАТОР СВЧ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ НА КОЛЬЦЕВОМ РЕЗОНАТОРЕ

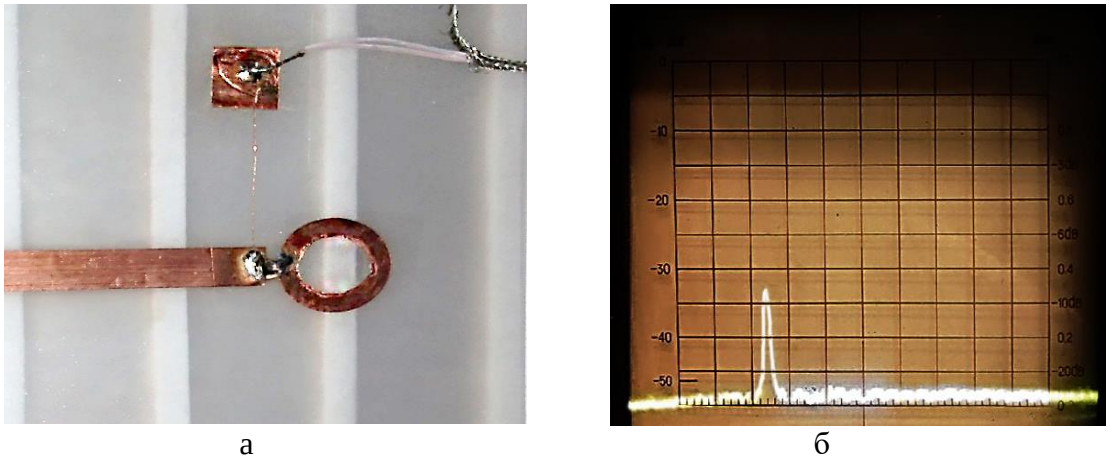
А. Ю. Шомин, Э. Ю. Седышев

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

В работе рассматривается оригинальная конструкция СВЧ генератора в интегральном исполнении на кольцевом эллиптическом резонаторе. В конструкции используется двухполюсник с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Проведено компьютерное моделирование, макетирование структуры и эксперимент

СВЧ, генератор, активный двухполюсник, резонатор

Широкое применение в СВЧ электронике находят генераторы. На данный момент создание любого генератора на СВЧ является сложной инженерно-технической задачей. Развитие интегральной схемотехники приводит к тому, что размеры интегральных схем СВЧ стремительно уменьшаются, а функциональные возможности элементов увеличиваются, поэтому особый интерес представляет исследование новых видов устройств генерации СВЧ сигнала в интегральном исполнении.



а б

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

Одним из наиболее перспективных направлений развития данной тематики является использование планарных эллиптических кольцевых резонаторов. На данный момент известен СВЧ генератор на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием генераторного диода, разработанный в Лаборатории синтеза СВЧ устройств СПбГУТ им. проф. М.А.Бонч-Бруевича [1]. На рисунке 1 представлен действующий макет устройства и его спектральная характеристика.

Из рисунка 1 видно, что на частоте 1.5 ГГц наблюдается генерация сигнала. ВАХ генераторного диода имеет участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением, что означает, что элемент способен компенсировать потери и генерировать колебания при создании определённых условий.

В данной работе предлагается рассмотреть устройство генерации СВЧ сигнала, конструкция которого продолжает идею работы [1]. На рисунке 2 изображена 3D модель предложенного устройства.

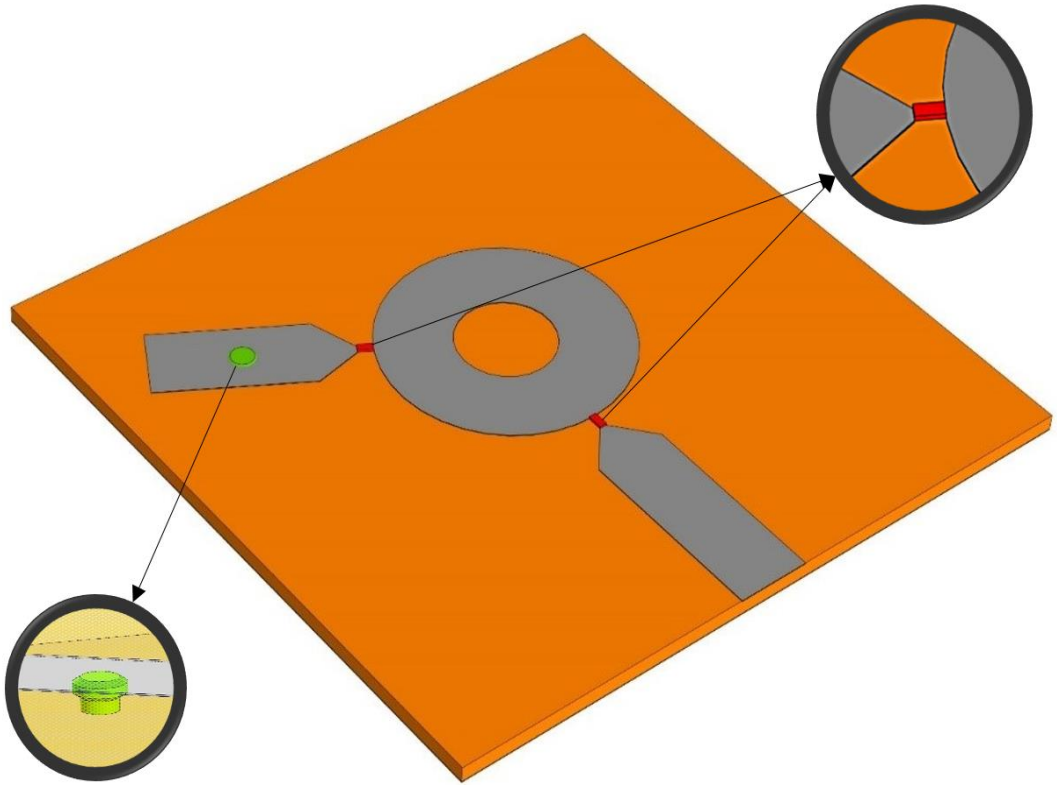


Рис. 2. Макет СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием генераторного диода и разделительных конденсаторов

Особенностью предложенной структуры является отдельное расположение генераторных диодов в шлейфах, которых может быть несколько. Эти шлейфы соединяются с кольцом посредством навесных конденсаторов, что позволяет не только уменьшить влияние диода на добротность кольцевого резонатора, но и обеспечить гальваническую «развязку» кольца, которая необходима для раздельного питания генераторных диодов.

На рисунке 3 представлена эквивалентная схема устройства. В качестве эквивалента двухполюснику с отрицательным дифференциальным сопротивлением в САПР RFSimm99 используется резистор с отрицательным значением сопротивления.

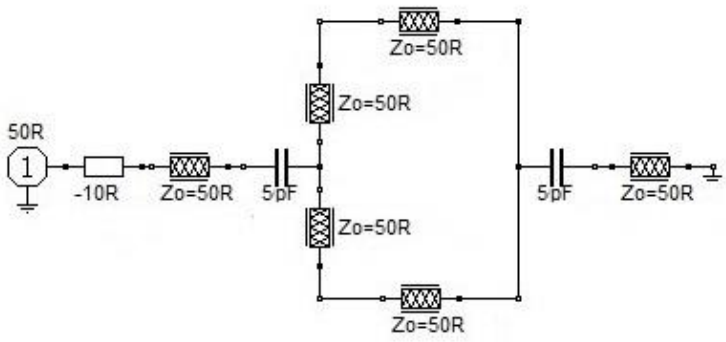


Рис. 3. Эквивалентная схема генератора в САПР RFSimm99

Замкнутый на себя контур является эквивалентом кольцевого эллиптического резонатора. Суммы длин шлейфов контура составляют геометрическую длину кольца. Условием возникновения резонанса в режиме бегущей волны является синфазное сложение волн, то есть в длине кольца должно уложиться целое число длин волн. Резонансная частота кольцевого эллиптического резонатора определяется следующей формулой:

$$f_{p1} = \frac{c}{\lambda_0 \sqrt{\varepsilon_{эф0}}} \quad (1)$$

Из условия резонанса видно, что длина кольца напрямую связана с длиной волны и рассчитывается по формуле:

$$l_{ср} = n\lambda_0, \quad (2)$$

где $l_{ср}$ – длина окружности по средней линии, n – целое число длин волн.

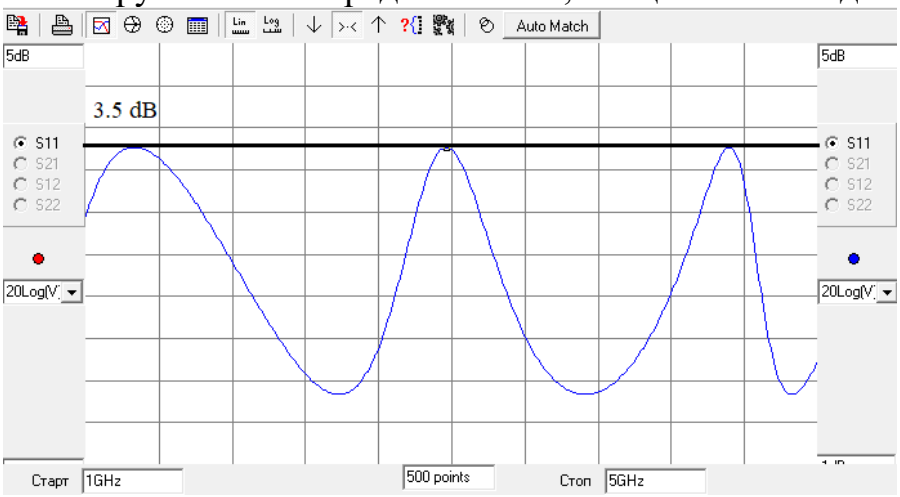


Рис. 4. АЧХ генератора в САПР RFSimm99

На рисунке 4 представлена АЧХ генератора, полученная в САПР RFSimm99.

Из рисунка 4 видно, что генерация происходит на нескольких частотах. Отметим, что зоны генерации при данном способе моделирования показываются как положительное значение параметра S11.

Для проверки работоспособности предложенной структуры на основе компьютерного моделирования был создан макет устройства, представленный на рисунке 5.

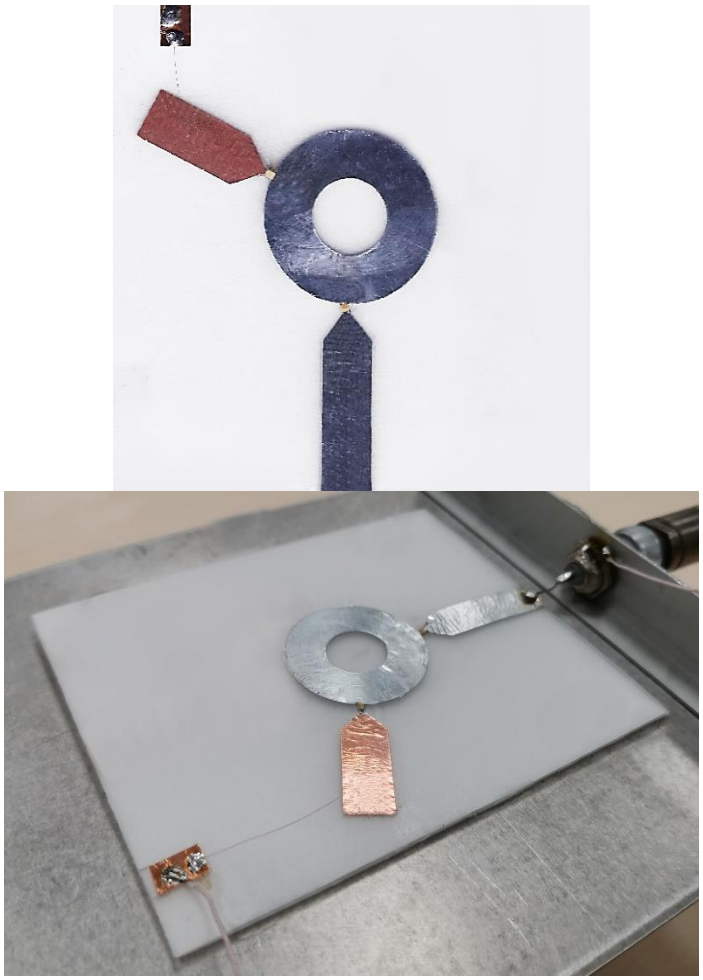


Рис. 5. Макет СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием генераторного диода

Эксперимент проводился на спектроанализаторе С4-27. В результате была получена спектральная характеристика, представленная на рисунке 6.

Результат эксперимента нельзя назвать однозначным. Спектральная характеристика иллюстрирует наличие генерации, что позволяет утверждать, что предлагаемая структура является генератором СВЧ. Однако вместо ожидаемой на резонансной частоте единичной гармоники на осциллографе присутствует целое «семейство» гармоник. Подобный характер генерации говорит о наличии паразитных генерационных частот, которые нами пока не были исследованы.

По характеру спектральных линий можно отметить высокую стабильность генерации, что характерно для правильно рассчитанных макетов.

В результате работы предложена новая оригинальная конструкция СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе.

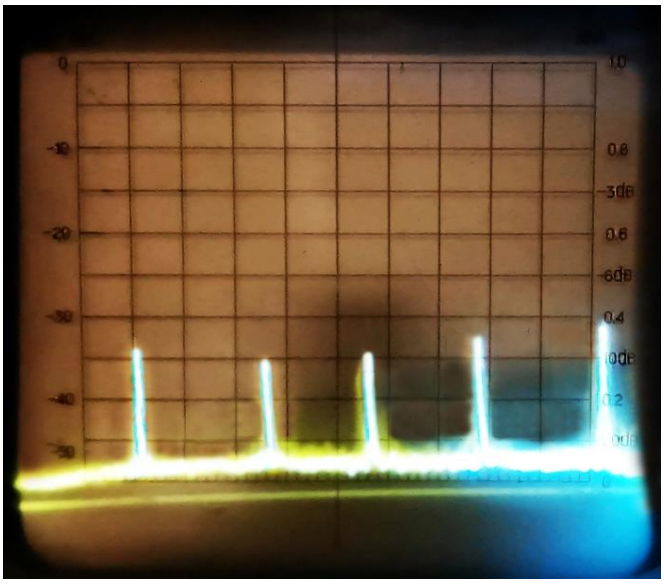


Рис. 6. Экспериментально полученная спектральная характеристика макета

Список используемых источников

1. Седышев Э.Ю., Шомин А.Ю. Исследование возможности одновременного использования нескольких активных двухполюсников при создании СВЧ генераторов. СПб – IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция АПИНО 2020. Научное направление теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, подсекция микроволновая техника: материалы, элементы, устройства. С. 514-519.

2. Сазоненко Н.Ю., Седышев Э.Ю. Генератор на кольцевом резонаторе в микрополосковом исполнении. СПб – IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция АПИНО 2020. Научное направление теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, подсекция микроволновая техника: материалы, элементы, устройства. С. 509-513.

3. Кондрашова М.А., Сазоненко Н.Ю., Селиверстов Л.А., Улитина А.С., Седышев Э.Ю. Частотно-селективные устройства на кольцевых эллиптических резонаторах. // Проектирование и технология электронных средств.2019. №2. С.13-20

4. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик К.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ устройств. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2018. С. 688-692.

Shomin A., Sedyshev E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Microwave Generator in Integral Design on a Ring Resonator.

The paper considers the original design of a microwave generator in an integral design on an elliptical ring resonator. The design uses an active one-port device with negative differential resistance. Computer modeling, prototyping, and experiment were performed.

Key words: Microwave, generator, active one-port device, resonator.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС

УДК 330.342
ГРНТИ 06.52.01

КРАТКИЙ ОБЗОР КОНЦЕПЦИИ И МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ СПБГУТ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Н. Н. Алексеева, А. А. Зарубин, А. А. Савельева, А. А. Швидкий
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В настоящей статье рассматриваются аспекты цифровизации образовательных организаций согласно концепции и модели Цифрового университета. Помимо этого, в работе производится оценка готовности СПбГУТ к трансформации. Показано, что цифровая трансформация вуза сводится к реализации элементов модели Цифрового университета, причем прежде всего, к созданию недостающих частей модели или модернизации существующих модулей.

цифровизация, трансформация, интеграция сервисов, цифровой университет

В эпоху цифровизации не обойтись без трансформации вузов под задачи цифровой экономики. Современное общество бросает вызов системе образования, требует соответствия обучения требованиям к высоким компетенциям кадров для сквозных технологий, внедряющихся в повседневность. Цифровая трансформация в университете – погружение базовых процессов вуза в новую реальность [1].

Концепция Цифрового университета [2] предполагает создание на базе образовательной организации и обеспечение функционирования Единой цифровой платформы науки и высшего образования Минобрнауки России – единой среды, точки информационного взаимодействия вузов, обеспечивающей предоставление информации по модели «Данные-как-сервис» (DaaS) и цифровые услуги. Концептуально Цифровой университет представляет собой аппаратно-программный методологический комплекс для внедрения ИКТ в процесс образования.

Модель Цифрового университета включает в себя порядок создания такой цифровой платформы, основные составляющие её элементы, а также общую оценку ожидаемых результатов от её создания. Данная модель предполагает наличие следующих основных уровней:

- Открытая онлайн-площадка, доступ к которой будет у всех пользователей, в том числе и работодателей
- Центральная система управления, включающая в себя технологии и инструменты, применяемые для анализа больших данных
- Система обеспечения учебного процесса
- Информационно-технологическая инфраструктура вуза

Так, основные компоненты платформы Цифрового университета должны располагаться на уровнях приложений, управления данными и инфраструктуры. Однако, элементы модели могут быть адаптированы под конкретную организацию, но при этом должны быть обеспечены принципы, лежащие в основе данных элементов. К основополагающим принципам относятся: открытость и доступность в режиме онлайн, обеспечение централизованного предоставления сервисов, модифицируемость, масштабируемость, интегрируемость, безопасность и другие.

Цифровая трансформация вуза, по существу, сводится к реализации элементов модели Цифрового университета, причем эти элементы касаются, прежде всего, недостающей части или же направлены на модернизацию существующих модулей. Точнее, это то, что необходимо сделать для превращения существующих и новых решений в полномасштабную модель с учетом уже имеющегося уровня цифровизации. Ниже приведены примеры реализации принципов Цифрового университета на базе СПбГУТ.

Обеспечить принцип централизованного предоставления сервисов возможно за счет сквозной автоматизации процессов посредством существующей инфраструктуры СПбГУТ. В настоящий момент система управления вузом – АИС «Кибейя» (АИС) является одновременно надстройкой над сторонними системами и позволяет не только избежать дублирования информации, с которой работают различные подразделения, но и использовать возможности интегрированной среды (ИС) для внедрения цифровых технологий, формирования индивидуальных образовательных траекторий, компетенций цифровой экономики [3]. Реализованное в СПбГУТ кольцо систем возможно считать апробированным прототипом для модели Цифрового университета, но еще не самой моделью.

Дело в том, что включение в ИС новых систем и модулей требует проектирования, при котором следует учитывать специфику существующей АИС, её логических связей. Причем по мере роста числа

элементов ИС логика усложняется. Для создания модели Цифрового университета это является определенным барьером.

Такой барьер существует и в случае внедрения комплексной системы на одной платформе. Например, продукты линейки 1С построены на одной платформе, однако принцип одной точки ввода для каждого потока данных при их интеграции в общем случае не обеспечен.

В настоящее время возможно предложить путь преодоления этого барьера – создание полноценной шины, с помощью которой распределение информационных потоков между системами (включая АИС) можно будет значительно упростить и унифицировать.

В основе такого подхода лежит тот факт, что бизнес-процессы, а, следовательно, и информационные потоки во всех вузах однотипны. Поэтому «настройку» систем на шину можно будет свести к выбору потока данных, указанию адреса источника данных (одной точки ввода) и адресов (в разных системах), по которым эти данные должны быть «доставлены». При этом сама шина должна иметь возможность масштабирования по числу потоков. Это позволит использовать весь потенциал ИС для развития цифровых образовательных технологий, а цифровой след, компетенции и реальные способности студента определять не только по оценкам, но и исходя из результатов анализа больших данных.

Специалисты СПбГУТ обладают обширным опытом интеграции разнородных систем, который позволит эффективно координировать техническое внедрение модели.

Важным принципом разработки модели является обеспечение независимости проверки каждого её элемента с использованием имитационного моделирования, нетрудоемкого расширения функционала существующих систем и т.д., что в свою очередь позволит большинство элементов модели разрабатывать одновременно.

Помимо этого, основываясь на опыте СПбГУТ, возможно отметить существенное влияние личных кабинетов (ЛК) на обучающий эффект, если ЛК используются не только для информирования, но и для получения знаний в непосредственном контакте с преподавателями, студентами, выпускниками. Поэтому объединение сервисов, предоставляемых ЛК, LMS Moodle, библиотечной системы «Ирбис», СПС «Консультант +» представляется существенным элементом модели. Таким образом, планирование адаптивных курсов с нелинейным треком прохождения дисциплин в зависимости от успешности освоения материала можно будет осуществлять с учетом факторов, таких как реальные способности студента по разным дисциплинам, посещаемость занятий и библиотек, активность в ЛК вплоть до анализа «больших данных».

Такая интеграция будет являться также новым форматом представления контента, обеспечивающим идеальную систему обратной

связи, доступ к постоянно нарастающему числу сервисов и эффективно работать при любой модели обучения, включая смешанную.

Принцип обеспечения открытой и общедоступной онлайн-коммуникации в образовании видится особенно важным. Данный принцип реализован уже сейчас и будет использоваться шире на базе имеющихся возможностей СПбГУТ, в частности – НОЦ «Медиацентр». Сегодня центр участвует в преподавании дисциплин и совместно с другими подразделениями ведет масштабные проекты, такие как «Всероссийский студенческий Медиапортал», позволяющие привлечь студентов всей страны к разработке качественного контента. При этом в процессе прохождения проектов через звенья распределенной сетевой редакции пользователь портала получает советы, дорабатывает материал, то есть обучается в нетрадиционной и интересной форме, которая может использоваться и для предметных дисциплин.

Также стоит отметить, что в условиях интенсивного развития современного общества государство и бизнес, научное и образовательное сообщество, с одной стороны, стоят перед необходимостью согласованного определения системы требований к образованию по формированию, непрерывному и преемственному наращиванию компетенций цифровой экономики. С другой стороны, многие компании обладают своей моделью компетенций, полученной на основе опыта. Таким образом, имеется объективное противоречие между потребностями реального сектора цифровой экономики в квалифицированных кадрах и действующими стандартами высшего профессионального образования. Частично на устранение этого противоречия направлены новые ФГОС 3++, которые приближают образовательные программы к требованиям профессиональных стандартов.

Существенным шагом вперед, как предполагается, станет принятие в Российской Федерации базовой модели компетенций цифровой экономики (БМК) – документа, устанавливающего систему единых требований.

На основе БМК в СПбГУТ совместно с заинтересованными предприятиями реального сектора экономики предполагается разработать «умный маршрутизатор» для всего многообразия компаний, являющихся потенциальными работодателями выпускников университета. С этой целью в университете в настоящее время разрабатывается методика, позволяющая осуществить формализацию процесса выявления компетенций цифровой экономики в самостоятельные кластеры, связанных общими признаками.

Таким образом, проанализировав и представив краткий обзор концепции и модели Цифрового университета, проведя первичную оценку готовности СПбГУТ к цифровой трансформации, возможно сделать вывод: опыт СПбГУТ, накопленный в процессе разработки и внедрения системы управления вузом и создания интегрированной структуры со сторонними

системами с целью сквозной автоматизации, а также образовавшаяся в связи с этим возможность использования технологии больших данных, являются весомыми предпосылками для апробации на базе вуза модели Цифрового университета, построенной на описанных выше принципах, но уже на более высоком уровне.

Список используемых источников

1. Портал аналитического центра при Правительстве РФ [Электронный ресурс] // Концепцию модели «Цифрового университета» представят в июне. Москва, 04.04.2019 URL: https://ac.gov.ru/news/page/koncepciu-modeli-cifrovogo-universiteta-predstavat-v-iune-21511 (дата обращения 05.11.2020)

2. Концепция создания Единой цифровой платформы науки и высшего образования Минобрнауки России : офиц.текст. М : Минобрнауки России, 05.07.2019. 27 с.

3. Гибадуллин А.А., Карагодин А.В. Вызовы цифровой экономики в сфере подготовки кадров // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2019. № 2 (22). С. 33–42.

Alekseeva N., Zarubin A., Savelieva A., Shvidkiy A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

A Brief Overview of the Concept and Model of the Digital University. Assessment of the Readiness of SPbSUT for Digital Transformation.

The article examines the aspects of digitalization of educational organizations according to the concept and model of the Digital University. An assessment of the readiness of SPbSUT for transformation is given. The digital transformation of the university is reduced to the implementation of the elements of the Digital University model, and these elements relate primarily to the missing part or are aimed at modernizing the existing modules.

Key words: digitalization, transformation, digital university, service integration

УДК 004.6
ГРНТИ 50.37

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

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

Потребность в автоматизации бизнес-процессов требуют наличие развитой и гибкой в управлении IT-инфраструктуры. В настоящее время залогом успешной деятельности в любой сфере являются дата-центры, которые дают возможность эффективно управлять всеми ресурсами компании, грамотно их распределять и принимать своевременные решения. Специальное приложение позволит клиентам найти оптимальный ЦОД для их задач.

центр обработки данных, дата-центр, приложение, оптимальная конфигурация

В современных условиях наличие развитой и гибкой в управлении IT-инфраструктуры является залогом успешной деятельности в любой сфере, так как информационные инфраструктуры позволяют решать, как текущие, так и глобальные бизнес-задачи.

К центрам обработки данных сегодня предъявляются особые требования, основными из которых являются адаптация под меняющиеся условия бизнеса, повышение надежности хранения информации, способность работать с большими объемами информационных ресурсов.

Отрасль центров обработки данных стала неотъемлемой реальностью мира современных информационных технологий. Этот сегмент рынка успешно прогрессирует и совершенствуется. [1]

1. Размещение оборудования (Colocation) – процесс размещения частных серверов компании в стороннем центре обработки данных.
2. Выделенный сервер (Dedicated Server) – предоставление в аренду сервера, находящийся в центре обработки данных и принадлежащего компании-владельцу ЦОДа.
3. Виртуальный сервер (VPS/VDS) – класс сервисов хостинга, в рамках которого пользователю предоставляются в аренду ресурсы виртуального сервера с фиксированными характеристиками.
4. Облачный сервис (IaaS) – позволяет брать в аренду виртуальные серверы провайдера.
5. Объектное хранилище – тип хранилища, в котором хранятся данные различного формата и объема в виде объектов с метаданными. Каждый такой объект имеет уникальный идентификатор, благодаря которому приложения находят и обращаются к данным, что значительно упрощает работу систем.

Для обеспечения надежной и оперативной деятельности любого предприятия необходимо реализовывать следующие процессы:

- Хранение и анализ большого количества информации
- Обеспечение безопасности IT-систем;
- Обеспечение бесперебойной работы;
- Объединение распределенных систем.

Все это приводит к постоянному росту объема информации, которую необходимо обрабатывать и анализировать, по возможности, за минимальный отрезок времени, и, как следствие, — к необходимости использования центров обработки данных. [2]

Существует два варианта решения поставленных задач:

1. Строительство собственного ЦОД, в соответствии со всеми правилами конструкции электроустановок на территории Российской Федерации.

2. Аренда необходимых ресурсов и мощностей в коммерческом центре обработки данных.

Сравнивая капитальные вложения между строительством собственного центра обработки данных и аренды стойко-мест в коммерческом дата-центре можно сделать вывод о том, что вариант аренды стойко-мест обойдется дешевле на 11 549 000 руб. в категории капитальных затрат. Ежеквартальные эксплуатационные издержки при аренде уменьшатся на 377 400 руб. в квартал, что составляет 1 509 600 руб. экономии за год и 7 548 000 руб. за 5 лет. Время запуска ЦОД на сторонней площадке намного меньше, чем при создании собственной, и составляет 3 месяца против 1,5 лет.

Вышеизложенные соображения показывают нам существенную привлекательность варианта аренды услуг ЦОД у стороннего поставщика, что обусловлено финансовыми и временными факторами.

Рынок дата-центров гарантирует качественный сервис своих услуг при сравнимых ценах. Отсюда – широкая востребованность аренды ЦОД. Провайдер полностью берет на себя обязанность по хранению информации (или иные обязательства) заявителя, а арендатор получает возможность круглосуточного доступа к собственной ячейке. [3]

Перед компаниями-арендаторами представлено большое количество поставщиков, и они сталкиваются с проблемой выбора дата-центра, отвечающего всем потребностям бизнес-процессов. Ведь чем больше вариантов выбора, тем сложнее принять решение.

Выбор ЦОДа можно сравнить с покупкой квартиры: не существует единого варианта, который будет идеален для каждого – все выбирается индивидуально. Так же и предприятиям, в первую очередь, необходимо понимать: какие задачи должен решать центр обработки данных, какова должна быть его пропускная способность, насколько важен уровень надежности и бесперебойности работы, какова сумма расходов на

использование, расположение ЦОД и многое другое. Компании в зависимости от типа бизнеса, видят различные преимущества от аренды стойко-мест.

Разумеется, самый дешевый или ближайший вариант не всегда будет являться лучшим. Если вы не желаете рисковать IT-безопасностью или высокими издержками из-за неверного выбора, необходимо воспользоваться услугами эксперта. К сожалению, стоимость таких услуг в России может достигать месячной аренды в дата-центре, а по времени поиски длятся до двух, а то и четырех недель.

Для решения данной проблемы было решено приступить к разработке универсального приложения на языке C++ для формирования оптимальной конфигурации параметров центра обработки данных, которое способствует поиску наиболее подходящего дата-центра с учетом всех необходимых компонентов компании в кратчайшие сроки и абсолютно бесплатно. [4-5].

В первую очередь при выборе центра обработки данных, как было ранее сказано, потребителю необходимо поставить конкретную задачу. Далее воспользоваться приложением, а именно, ответить на несколько вопросов и выбрать из представленного списка свой будущий ЦОД (рис.1).

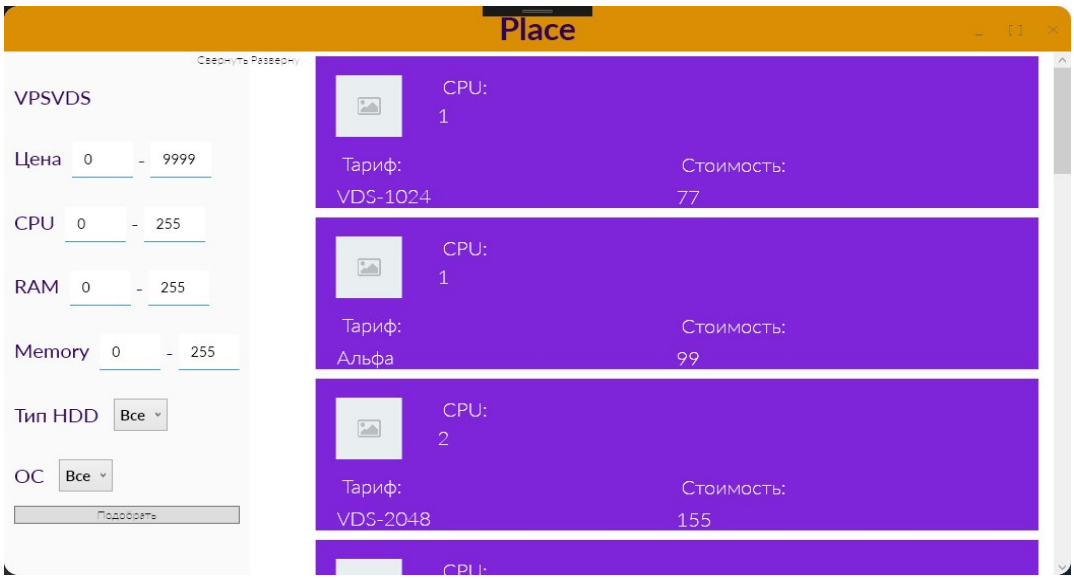


Рис. 1. Драфт приложения для побора оптимальных ЦОД (VPS/VDS)

В приложении для каждой услуги используются свои ключевые параметры. Ради примера приступим к поиску подходящего провайдера услуги VPS/VDS (виртуальный сервер). Для этого понадобится ответить на семь параметров:

1. Страна
2. Город
3. CPU – центральный процессор
4. RAM – оперативная память
5. HDD – жесткий диск
6. OS – операционная система

7. Планируемая стоимость арендуемой инфраструктуры

Ориентируясь на данные параметры, пользователь сможет в кратчайший срок найти себе подходящий центр обработки данных.

Также специалисты советуют обратить внимание на факторы: потребляемую мощность, системы кондиционирования и пожаротушения ЦОД, существующую клиентскую базу, предлагаемые SLA, ИБП и каналы связи. Все это клиент может узнать самостоятельно, обратившись напрямую к интересующему его ЦОДу, но уже с подходящей инфраструктурой к требуемой услуге.

Список используемых источников

1. Холлоуэй М. Управление уровнем обслуживания в области облачных вычислений: Эффективные переговоры, надежный мониторинг и надежное размещение инфраструктуры [Электронный ресурс] // URL: https://books.google.ru/books?id=2nIqDwAAQBAJ&lpg=PR2&dq=cloud%20monitoring%20and%20management&pg=PA14#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 14.11.2020).
2. Сазонов С. Ю., Титенко Е. А., Ханис Н. А. Подход к прогнозированию возникновения пожароопасной ситуации в дата-центре на основе нейронных сетей //Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – №. 4. – С. 8.
3. Мутанов Г. М., Мамыкова Ж. Д., Бобров Л. К. Роль и место дата-центра в итинфраструктуре университета //Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2014. – Т. 12. – №. 2.
4. Троелсен Э., Джепикс Ф. Язык программирования C# 7 и платформы. NET и. NET Core. – Litres, 2019.
5. Павловская Т. А. C#. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов. – " Издательский дом"" Питер""", 2013.

Dimov D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Developing an Application to Search the Optimal Data Center Configuration.

The need for business process automation requires well developed, flexible and manageable IT infrastructure. Nowadays, the key to success in many areas is data centers, which enables effective management and distribution of all company's resources as well as timely decision making. A special software application will help customer in finding a data center offering most suitable for their requirements.

Key words: data center, application, optimal configuration.

УДК 7.08
ГРНТИ 77.29.10

КОГНИТИВНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ В ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

И. И. Капуков
Национальный государственный университет физической культуры спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, СПб

Встречная атака приобретает все большее внимание среди тактико-технических приемов боксерского поединка. Исследованы временные характеристики встречной атаки, определены отличия от контратаки и предложена классификация действий спортсмена в поединке. Использован оригинальный метод анализа информационного процесса связанного с восприятием сигналов и принятием решений спортсменом в поединке.

встречная атака, информационный процесс, доменная модель инфокоммуникаций, методика тренировки, восприятие сигнала.

В боксе есть сложный тактико-технический прием – «встречная атака», местоположение которого в классификации действий спортсмена было не до конца определено [1]. Его часто смешивали с «контратакой», что приводило к неэффективному конструированию тренировочного процесса.

Работа по исследованию этого тактического приема потребовала детального анализа временных характеристик этого действия и выявила его ключевые аспекты, а именно то, как спортсменом выполняется принятие решения о выборе того или иного действия [2-5].

Сложность была в выборе метода исследования и соответствующей модели, адекватно и достаточно точно представляющей исследуемый процесс. Традиционные модели, используемые при анализе единоборств, основанные на кинематических или психофизиологических моделях, не давали возможности описать и исследовать ключевые этапы процесса.

Результативным оказался подход, основанный на анализе информационных процессов. Действительно, действия спортсмена корректно описываются как традиционный процесс управления с определенной спецификой в части элементов объекта управления и «решающего устройства». В этом случае элементом управления выступает двигательные системы организма спортсмена, управляющие воздействия формируются мозгом, как элементом управления, а входными сигналами являются совокупности сигналов, преимущественно зрительных органов [6], но не только их (например очень важны сигналы вестибулярного

аппарата). В зарубежной литературе такой контур управления описывается как OODA-loop (Observation-Orientation-Decision-Action).

Таким образом, наиболее адекватными для целей исследования оказались модели, описывающих информационные и когнитивные процессы, связанные с принятием тактических решений и выбором определенных стереотипов тактических действий на основе «когнитивных патернов».

Для исследования была использована доменная модель инфокоммуникаций [7], используемая для описания информационных процессов, например, управленческой деятельности на предприятии. Суть ее состоит в рассмотрении трех относительно самостоятельных доменов (областей) в которых протекают когнитивные, информационные и физические процессы, что представлено на Рис.1. в виде акта единичного информационного взаимодействия двух субъектов когнитивного домена B1 и B2 через информационный и физический домен.

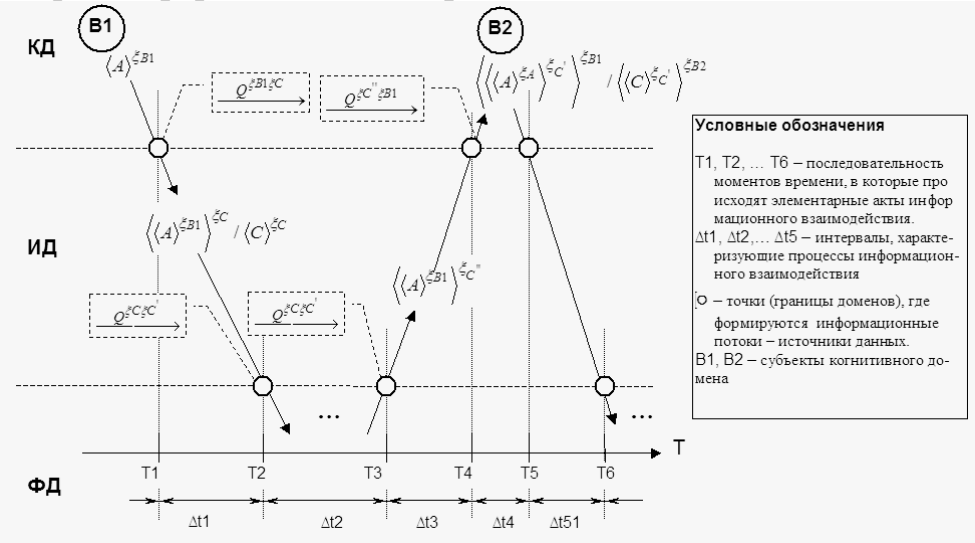


Рис. 1. Доменная модель инфокоммуникаций

Использование этой модели позволило детально проанализировать процесс принятия решения спортсменом в поединке и выделить временные интервалы, соотношение которых позволяет однозначно разделить такие тактические действия как контратака и встречная атака, что иллюстрируется Рис.2.

Различие контратаки и встречной атаки состоит во временном соотношении между фазами контратаки и их временном расположении как видно на схеме модели поединка, где

$T4 \geq T3$ – для контратаки,

$T4 < T3$ – для встречной атаки,

где T4 – момент начала контратаки или встречной атаки,

T3 – момент конца атаки.

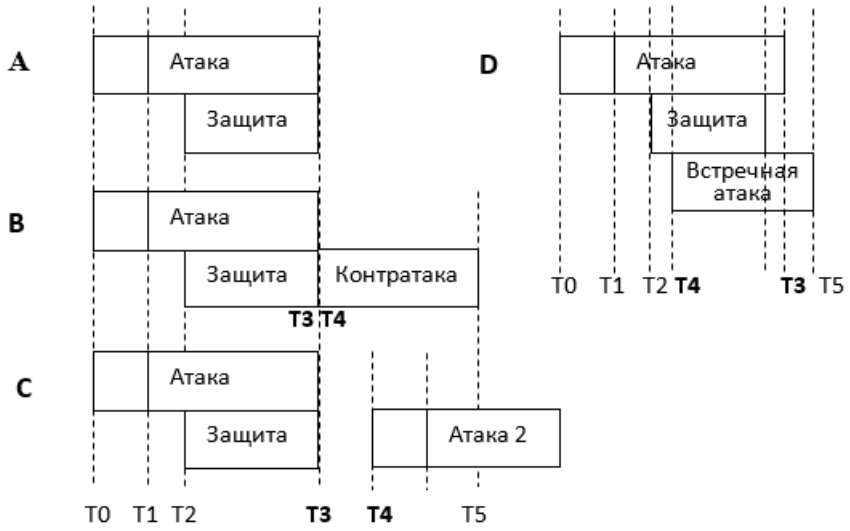


Рис. 2 Структурно-временная модель поединка

В случае спортивных единоборств можно выделить три области, где реализуются тактико-технические (физические) действия спортсмена, где осуществляется наблюдение, восприятие информационных образов внешней среды (действий соперника, окружения), и когнитивной области - «сознания» спортсмена где осуществляется зачастую автоматизированное, «бессознательное» формирование решения – выбор того или иного двигательного стереотипа. Информационные представления объекта (соперника), наблюдаемые и воспринимаемые спортсменом являются источниками сигналов, запускающих процессы понятия решения и выполнения действий, которые и составляют основное содержание поединка. Опираясь на временные соотношения между моментами возникновения сигналов, обнаружения сигналов и реакции на эти сигналы, поступающие из нескольких информационных источников, формируется характерный информационный процесс представления (образа) объекта между доменами.

Таким, образом, использование информационно-когнитивной модели позволило построить уточненную классификацию действий спортсмена в поединке, представленную на Рис. 3, что является новым результатом в теории бокса. Определено, что встречная атака и контратака являются существенно различающимися по временным характеристикам подвидами ответной атаки, которая, в свою очередь, отличается от прямой атаки типом инициации, выполняемой по инициативе разных участников боксерского поединка. Следует отметить, что такая классификация будет применима и к иным видам спортивных единоборств.

Кроме того, исследование информационного процесса связанного с восприятием спортсменом сигналов, позволило провести исследование сенсомоторных реакций, выявить группы спортсменов, «подходящих» для развития сенсорно-перцептивных качеств и соответствующих навыков, и

предложить новые методики тренировки, что повышает эффективность тренировочного процесса и результативность соревновательной практики.

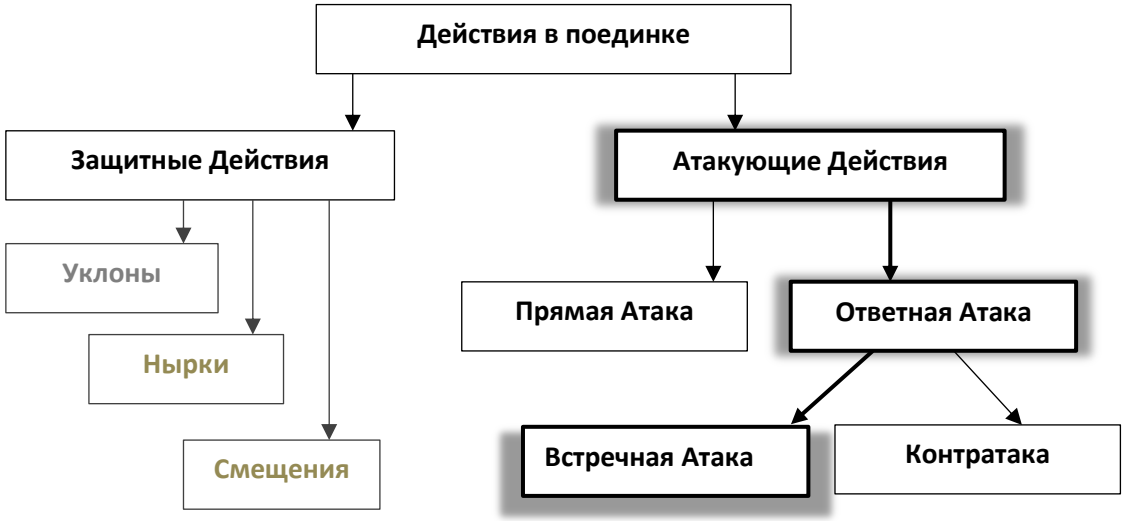


Рис.3 Классификация действий в поединке

Список используемых источников

1. Ромашов, А. А. Тактические особенности использования встречной атаки в профессиональном боксе // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.-2019.-№ 3(169).

2. Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная./ А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб: учебник, 7-е издание, ООО Издательство «Спорт», 2017.-840с.

3. Сурков, Е. Н. Антиципация в спорте / Предисл. Е. Н. Сурков, А. Ц. Пуни. М.: Физкультура и спорт, 1982-144 с., ил. – (Наука-спорту).

4. Микуло, Е.В. Развитие сенсорно-перцептивных качеств спортсменов на этапах становления спортивного мастерства: практ. пособие / Е. В. Микуло, Л. В. Морищук, А. С. Врублевская, Е. Ф. Скрипка, Н. Н. Ефремова. Минск: БГУФК, 2014-104 с.

5. Гальперин, П. Я. Основные результаты исследований по проблеме «Формирование умственных действий и понятий» / П. Я. Гальперин — М., 1965.

6. Скорость когнитивной обработки информации [Электронный ресурс] https://www.cognifit.com/ru/science/cognitive-skills/processing-speed (дата обращения: 07.07.2020).

7. Сотников, А.Д. Инфокоммуникации, информационное взаимодействие и модели телемедицинских систем / А.Д. Сотников. – Санкт-Петербург.: Судостроение, 2008. – 169 с.

Kapukov I.

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Cognitive and Informational Tasks in Training Highly Qualified Athletes.

The meeting attack is gaining more and more attention among the tactical and technical techniques of a boxing match. The temporal characteristics of the meeting attack are investigated, the differences from the counterattack are determined, and the classification of the athlete's actions in the duel is proposed. An original method of analyzing the information process associated with the perception of signals and decision-making by an athlete in a duel was used.

Key words: meeting attack, counter attack, information process, domain model of infocommunications, training technique, signal perception

УДК 654.165
ГРНТИ 06.39.31

ОПИСАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЕПАРТАМЕНТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

В. В. Макаров, В. В. Стариков
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье приводится описание ключевых бизнес-процессов департамента инвестиционной деятельности оператора мобильной связи. Затрагиваются вопросы эволюционных изменений в текущих бизнес-моделях участников рынка мобильных телекоммуникационных услуг. Особое внимание уделяется важности проработки механизма взаимодействия между инвестиционным департаментом и инженерами, отвечающими за планирование сетей мобильной связи.

инвестиционная деятельность оператора мобильной связи, планирование мобильных сетей

На сегодняшний день устоявшаяся бизнес-модель оператора мобильной связи претерпевает серьезные изменения [1]. Рынок телекоммуникационных услуг диктует постоянное расширение перечня предоставляемых сервисов. Обозначенная тенденция приводит к постепенной трансформации основного бизнеса компании.

Современный оператор мобильной связи больше не выступает в роли “трубы” для различного рода трафика. Реалии рынка телекоммуникационных услуг свидетельствуют о вынужденной смене прежней парадигмы. Компании нацелены искать новые точки роста, поскольку их “классический” бизнес, основанный на передаче голосового трафика, год к году снижает долю в общей прибыли. С передачей данных ситуация обстоит несколько лучше. В последние годы прослеживается уверенный рост трафика, что позволяет операторам принимать долгосрочную инвест-стратегию развития сети [2,3].

В России регулярно запускаются в коммерческую эксплуатацию сети виртуальных операторов, использующие техническую инфраструктуру “большой четверки”. С точки зрения абонентов данный способ предоставления услуг ничем не отличается от классической схемы. Стоит иметь в виду, что в долгосрочной перспективе такая кооперация может привести к снижению доли рынка собственного бренда оператора и постепенной потере его узнаваемости.

Учитывая все вышесказанное, встает вопрос о диверсификации бизнеса и поиска новых точек роста. Операторы мобильной связи, как и крупнейшие IT-компании, все чаще концентрируют свои ресурсы на создание собственной экосистемы. Такой подход позволяет предоставлять абонентам как широкий спектр телекоммуникационных услуг, так и удовлетворять их потребности в других сферах: развлечения, банковские услуги и др.

Конечно, определение дальнейшей стратегии развития бизнеса является прерогативой топ-менеджмента компании. Однако помимо задачи определения общей инвестиционной политики встает проблема проработки локальных инвестиционных проектов. Они выполняются в рамках утвержденного плана развития и не требуют процедуры “защиты” перед менеджментом компании. В качестве примера можно привести работу над проектами модернизации оборудования мобильной сети в определенном населенном пункте или регионе.

Второй функцией инвестиционного департамента является аналитическая работа, направленная на обработку больших массивов информации различного типа для последующего представления топ-менеджменту и другим департаментам.

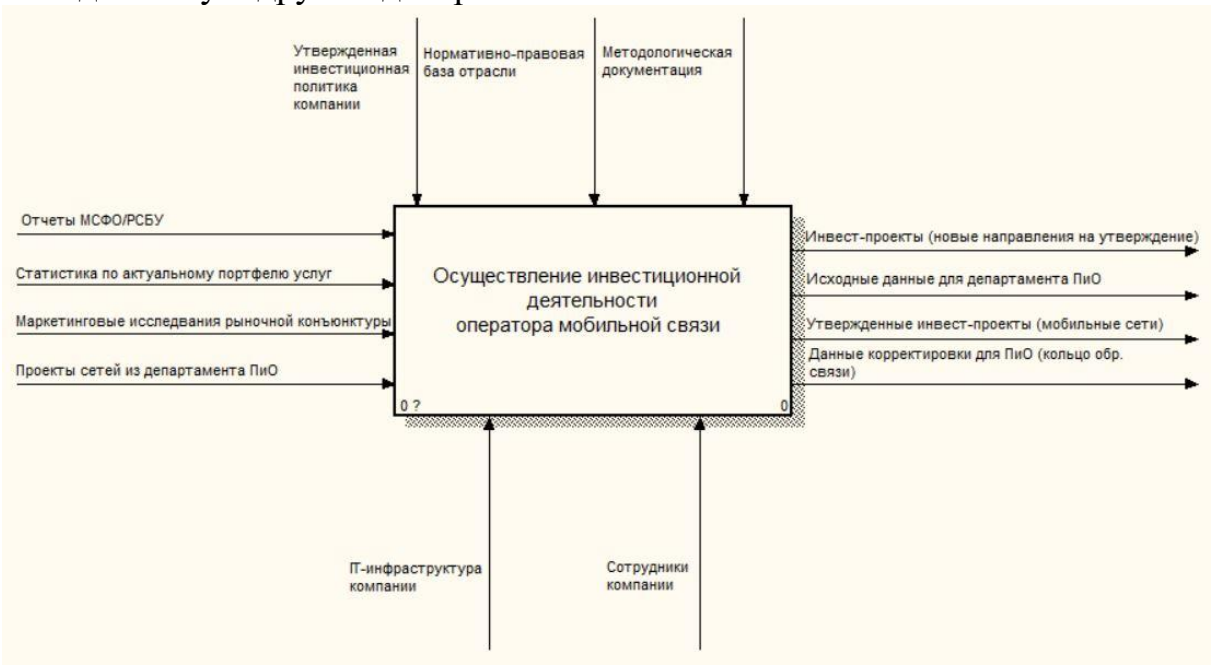


Рис. 1. Контекстная диаграмма департамента инвестиционной деятельности оператора мобильной связи.

Рассмотрим основные бизнес-процессы департамента инвестиционной деятельности оператора с помощью нотации IDEF0. На рис.1. представлена контекстная диаграмма.

Следует отметить взаимосвязь по входу и выходу между инвестиционным с департаментом ПиО (планирования и оптимизации). Проектирование сетей мо бильной связи является сложным интеррационным процессом [4,5]. Для инженеров ПиО, занимающихся проектированием сети, требуется ряд исходных данных. К таким данным можно отнести: локацию строительства, требуемую абонентскую емкость, пропускную способность, пиковые скорости передачи данных и ряд других показателей. За подготовку этих сведений отвечают аналитики инвестиционного департамента. Для подготовки технического задания требуется обработка данных с ранее запущенных сетей, анализ маркетинговых исследований и расчет прогнозируемой экономической эффективности предполагаемой технической конфигурации сети.

После предоставления департаментом ПиО возможных вариантов технических решений требуется произвести выбор наиболее предпочтительного варианта. Упрощенно проблематику упомянутого процесса выбора можно описать как сравнение между собой двух сетей - более “дорогой”, но более “доходной” в будущем с менее затратной, но требующей скорой технической модернизации. Стоит отметить, что определение критериев выбора наиболее предпочтительного варианта требует дополнительного исследования [6].

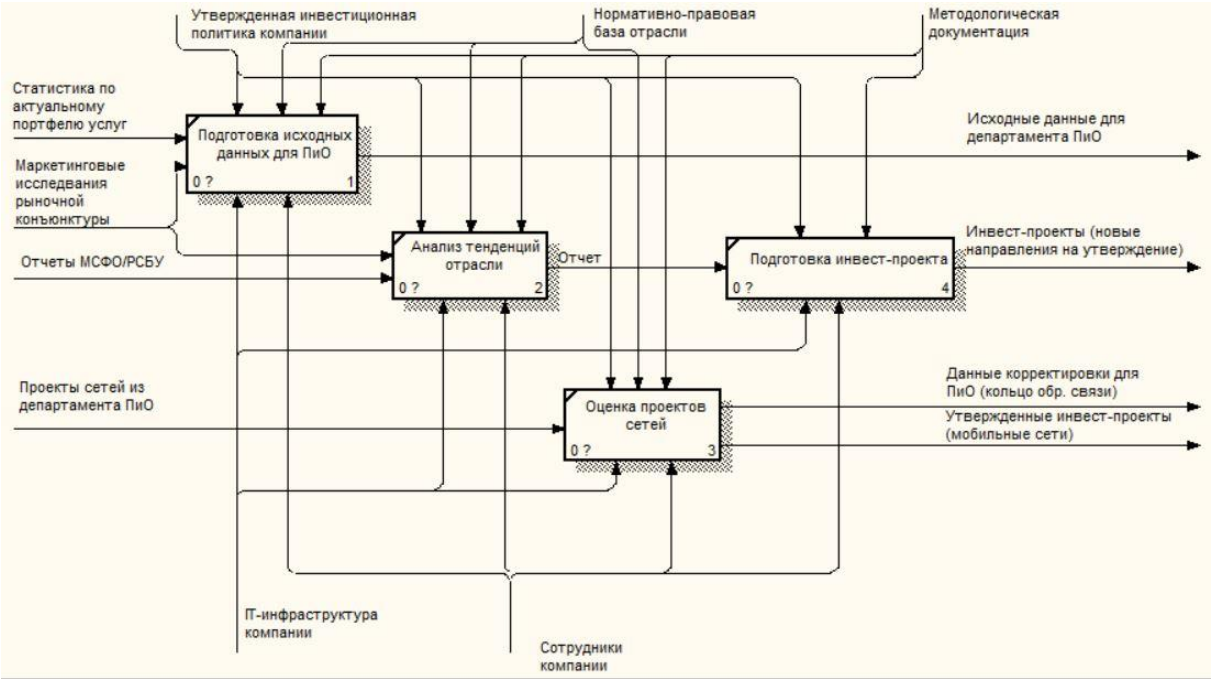


Рис. 2. Декомпозиция первого уровня

На уровне декомпозиции первого уровня, изображенном на рис. 2, следует выделить блок анализа тенденций отрасли и подготовки инвестиционного проекта.

Задачей первого процесса является обработка результатов маркетинговых исследований и анализ промежуточных данных по стандартам отчетности МСФО (международные стандарты финансовой отчетности) и РСБУ (российские стандарты бухгалтерского учета).

Результат процесса оформляется в виде отчета, в обоснована целесообразность/нецелесообразность инициации развития бизнеса в других направлениях. Например, запуск стриминговых сервисов и услуг облачных вычислений для корпоративных клиентов. Данные направления уже не являются VAS-услугами (Value Added Services – услуги, приносящие дополнительный доход), а представляются в виде самостоятельных подразделений или дочерних компаний.

На выходе второго процесса формируют готовый инвестиционный проект, который выносится на защиту перед менеджментом компании.

Заключение. Важность описания процессов, осуществляемых в рамках инвестиционной деятельности операторов мобильной связи, трудно переоценить. За последние годы мы стали свидетелями существенного усложнения структуры операторского бизнеса.

Отдельного внимания заслуживает необходимость разработки методик определения оптимальных сетевых конфигураций, способных одновременно оценивать проект как по требованиям технического характера, так и сточки зрения инвестиционной привлекательности. Очевидно, что этот вопрос является комплексным и требует дополнительных исследований.

Список используемых источников

1. Инновации, инвестиционная политика и управление качеством услуг компании мобильной связи : монография / В. В. Макаров, А. В. Горбатько ; рец.: Н. В. Войтоловский, Ю. О. Колотов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2014. - 287 с.

2. Анализ рынка мобильной связи в России. Прокофьева К.Б., Чипшева А.В., Юсупов Л.Р. В сборнике: Экономика и управление: актуальные исследования и перспективные направления развития. сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции. главный редактор: Плесканюк Т.Н., 2017. С. 108-121.

3. Анализ основных тенденций развития сетей связи на телекоммуникационном рынке России. Хатунцева Е.А., Хатунцев А.Б. T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 7. С. 71-74.

4. Построение начального приближения сети стандарта LTE. Бабков В.Ю., Стариков В.В. Информационные системы и технологии. 2020. № 5 (121). С. 103-112.

5. Бабков В.Ю., Стариков В.В. Выбор кластерной структуры сети начального приближения стандарта LTE. Информационные системы и технологии. 2017. № 5 (103). С. 72-80.

6. Макаров В.В., Протасов С.Н., Стародубов Д.О. Использование совокупности методов контроля для объективной оценки качества услуг мобильной связи/ Проблемы современной экономики. 2017. № 2 (62). С. 202-204.

Makarov V., Starikov V.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Description of the Main Business Processes of the Investment Department of the Mobile Operator.

The article describes the key business processes of the department of investment activities of a mobile operator. The issues of evolutionary changes in the current business models of the participants of the mobile telecommunication services market are touched upon. Particular attention is paid to the importance of developing a mechanism for interaction between the investment department and the engineers responsible for planning mobile networks.

Key words: investment activity of a mobile operator, planning of mobile networks.

УДК 004.031.2
ГРНТИ 20.51.01

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА»

К. В. Петренко, В. В. Макаров
АО “Компания ТрансТелеКом”
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”

В условиях современного рынка компаниям необходимо постоянно искать пути к повышению эффективности своей деятельности. Бизнес-процессы современной успешной компании не должны существовать “сами по себе” – иначе эффективность деятельности компании будет незначительна, а условия современного мира не прощают неэффективность. Очевидно, что предприятие как система будет успешно работать только при внутреннем порядке, прежде всего, внутренних процессов, внутренней архитектуры. Особое значение наличие эффективно построенной бизнес- и информационной архитектуры имеет при реализации масштабных проектов.

проект, бизнес-процесс, информационная система, организационная структура.

Национальный проект “Цифровая Экономика”, описывающий цели, задачи и пути развития цифровой экономики России, помимо прочего, диктует необходимость подключения социально значимых объектов (СЗО), таких как школы, административные объекты, объекты силовых

структур, пожарные части и прочие к двум сетям – Интернет (для пользования общими ресурсами) и создаваемой Единой сети передачи данных России (ЕСПД) (для организации закрытого взаимодействия объектов государственного значения между собой).

Масштабы приведённых целей при этом действительно весьма обширны – за 5 лет реализации национального проекта необходимо подключить к соответствующим сетям порядка 100 тысяч объектов СЗО по РФ и довести долю объектов СЗО, обеспеченных Интернетом, до 100 процентов, к 2024 году.

С целью исполнения вышеуказанного летом 2019 года Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ провело конкурсные процедуры по реализации соответствующего проекта (далее – "Проект СЗО") в каждом субъекте Российской Федерации. В Ростовской области и Краснодарском крае конкурс выиграло АО "Компания ТрансТелеКом" (далее – "Компания") – федеральный оператор связи, головным подразделением которого является Корпоративный центр. Основные задачи исполнения проекта были при этом возложены на филиал Компании "Макрорегион Кавказ" (далее – "Филиал"), отвечающий за бизнес Компании на Юге Европейской части России.

Проект СЗО состоит из восьми этапов - в 2019 году Компании предстояло реализовать первый из них. Компания справилась с поставленной задачей и выполнила требования этапа 1 – однако это было сделано за счёт чрезвычайно больших затрат ресурсов Филиала, в том числе сил сотрудников, и принесло ощутимый ущерб основной деятельности Компании. В связи с этим представляется целесообразным формирование принципов оптимального выполнения данного проекта.

Далее представлен анализ Проекта и основных аспектов деятельности Компании с целью формирования принципов оптимального выполнения проекта СЗО и иных проектов подобного рода.

Анализ основных показателей и особенностей этапа 1 Проекта СЗО (далее – Проект)

Основные контрольные показатели Проекта:

1) Срок подключения, сдачи соответствующей отчётной документации и её утверждения у Заказчика (Минцифры РФ) – 30.11.2019
2) Количество подключаемых СЗО в Ростовской области – 554
3) Количество подключаемых СЗО в Краснодарском крае – 504 [1]

Основные особенности Проекта:

1) Значительные масштабы (количество СЗО)
2) Значительные требования к оформлению и объёму документации по подключению
3) Сжатые сроки

Анализ организационной структуры предприятия и его бизнес-процессов

Организационная структура Филиала была классифицирована как классическая линейная. При этом коммуникации строятся по вертикали –

командная работа отсутствует, каждый сотрудник ориентирован на работу исключительно в пределах своих функций в рамках выполнения задач, поставленных непосредственным линейным руководителем [2].

Бизнес-процессы компании, соответственно, ориентированы на выполнение постоянных, однородных задач [3]. При этом руководители подразделений во многом выполняют функции не руководителей, а специалистов (исполнителей), практически не делегируя задачи.

Вывод: проектные принципы организации деятельности в компании не развиты.

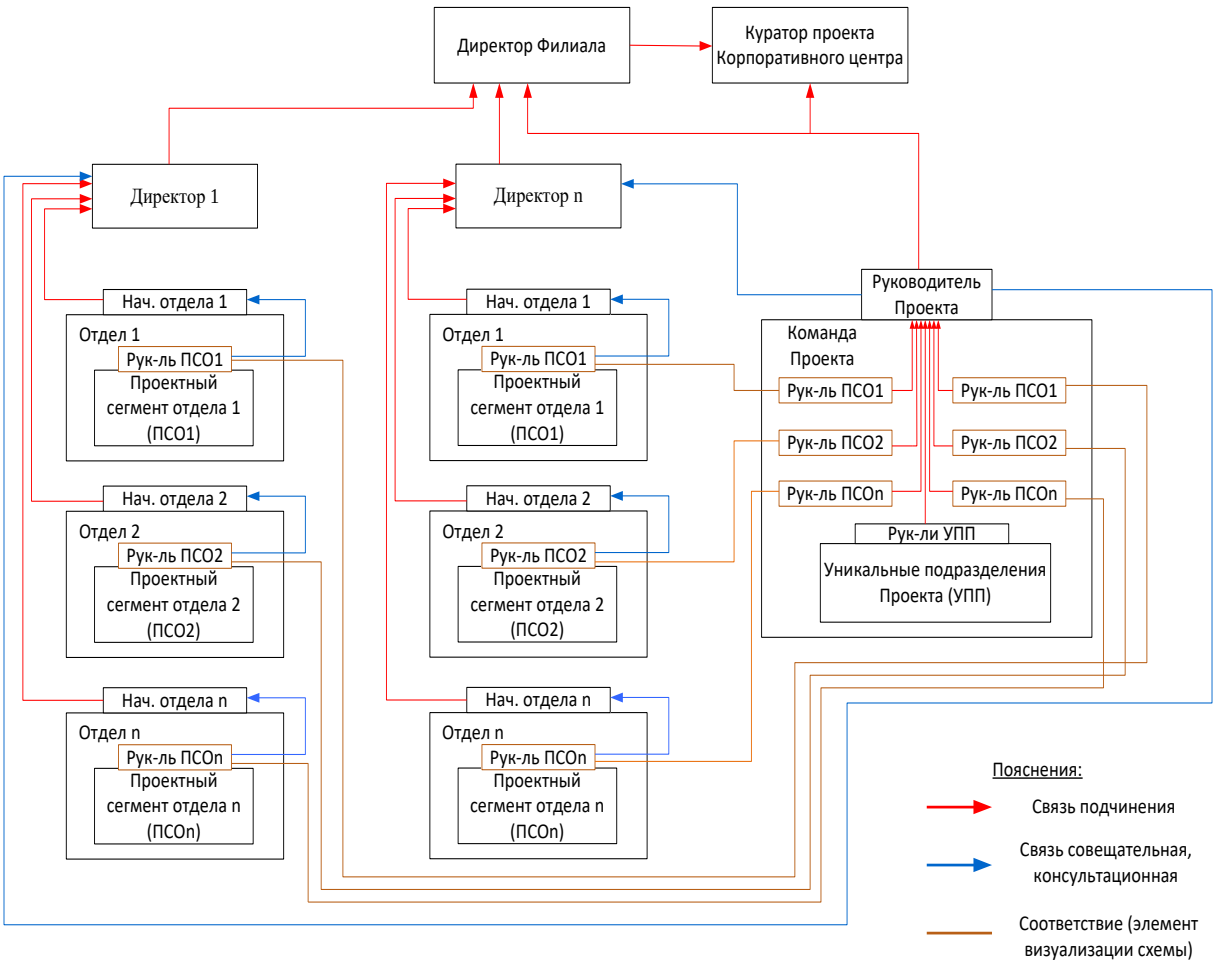


Рис. 1. Модель оптимальной организационной структуры Филиала в рамках реализации Проекта

При этом очевидно, что для успешной реализации Проекта требуются:

1) Реинжиниринг бизнес-процессов
2) Выделение отдельного организационного сегмента компании (наём новых сотрудников специально под проект
3) Организация проектной работы указанного сегмента

Выше представлена разработанная модель оптимальной организационной структуры Филиала в рамках реализации Проекта (рис.1).

Анализ информационной архитектуры предприятия:

В Филиале используется множество информационных систем, но они обладают следующими принципиальными недостатками:

1) Отсутствие взаимодействия между ИС
2) Недостаточный уровень развития самих ИС (недостатки функционала)
3) Недостаточный уровень поддержки ИС

Вывод: ситуация с развитием ИС в Филиале негативная. ИС и сопутствующие бизнес-процессы нуждаются в масштабной модернизации и оптимизации [4]. При этом для реализации проекта СЗО необходимо разработать специальную информационную систему, т.к. существующие ИС не могут быть переформатированы под необходимый функционал рассматриваемого Проекта.

Таким образом, проведённый анализ показал необходимость переформатирования бизнес- и информационной архитектуры Филиала, в том числе с использованием разработанной модели оптимальной организационной структуры.

Список используемых источников:

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРАКТ № 0173100007519000081_144316 (Извещение № 0173100007519000081) (Идентификационный код закупки: 191771047437577100100100260226190244).

2. Макаров В.В. Менеджмент в телекоммуникациях: Учебное пособие; 2-ое изд., перераб. и доп. / В.В. Макаров, Р.Г. Цатурова, М.М. Мазурова, В.Л. Горбачев; под ред. В.В. Макарова и Р.Г. Цатуровой. – СПб.: Изд-во СПбГУТ, 2011.-372 с. (23,25п.л. вклад автора-5,9 п.л.).

3. 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.

4. Зараменских Е. П., Кудрявцев Д. В., Арзуманян М. Ю. АРХИТЕКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ. Учебник для бакалавриата и магистратуры - Финансовый университет при Правительстве РФ (г. Москва), 2018 – 410 с.

Petrenko K, Makarov V.

JSC «Company TTK»
The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Project Activities of a Communication Operator on Connecting Socially Significant Objects to the Internet and the Unified Data Transmission Network in the Framework of the National Project "Digital Economy".

In today's marketplace, companies need to constantly look for ways to improve their performance. The business processes of a modern successful company should not exist "on their own" - otherwise the company's performance will be insignificant, and the conditions of the modern world do not forgive inefficiency. It is obvious that an enterprise as a system will work successfully only with an internal order, first of all, internal processes. Of particular importance is the presence of an efficiently built business and information architecture in the implementation of large-scale projects.

Key words: Project, business process, information system, organizational structure.

УДК 004.738:658.26
ГРНТИ 49.38.49:49.01.84

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

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

Влияние интернет-технологий на нашу жизнь трудно переоценить. Объединяя в единую сеть сенсоры и устройства технологии интернета вещей дают возможность в режиме ON LINE объединить возможности человека и оборудования с помощью программного обеспечения. Технологии интернета вещей, основанные на искусственном интеллекте, позволяют различным устройствам реагировать на изменения окружающей среды и предугадывать желания человека.

интернет-вещей, инженерная система здания, экономическая эффективность

Достичь экономической выгоды при эксплуатации офисных и жилых зданий можно в первую очередь за счет сокращения потребления тепла и электроэнергии. Насколько это удачно реализовано определяется энергоэффективностью здания. Энергоэффективность применительно к офисному зданию определяет насколько оптимально бизнес-центр использует поставляемые любые виды энергии (электрическую, тепловую, горячее, холодное водоснабжение, системы вентиляции и кондиционирования) для создания комфортной для сотрудников рабочей среды.

Этого можно достичь как применением различных архитектурных решений, так и с помощью интеллектуального управления инженерными системами здания. В данной статье рассмотрен один из аспектов применения технологий IoT для решения задач управления инженерными системами офисного здания (smart office). При успешной реализации такого проекта достигаются две цели – экономия затрат и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

Интернет вещей (IoT) – это концепция взаимодействия между устройствами, способными собирать, хранить, обрабатывать и отправлять данные для их дальнейшей обработки с целью принятия различных автоматизированных технологических или управленческих решений. Сбор данных осуществляется из различных источников: видеокамер, датчиков температуры, влажности, скорости ветра, освещенности. [1-2]

Таким образом, управляя инженерными системами здания на основании поступающей от датчиков информации, можно не только создавать более комфортные условий для сотрудников офиса, но уменьшать негативное влияние на окружающую среду, что особенно

актуально для таких мегаполисов, как Санкт-Петербург. В первую очередь это связано с уменьшением потребления энергоносителей, необходимых для отопления, освещения и кондиционирования офисного здания.

Архитектура IoT включает четыре функциональных уровня (рис 1.):

- Уровень сенсоров и датчиков
- Уровень сети
- Уровень исполнительных устройств
- Уровень приложений

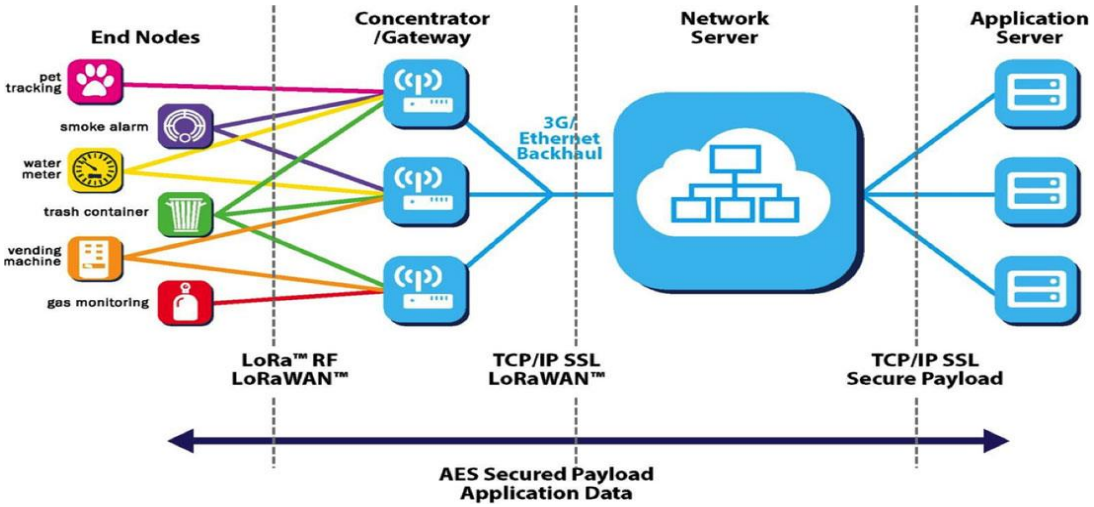


Рис.1 Архитектура IoT

В случае с офисным зданием анализируются данные о температуре, влажности, освещенности и содержании в воздухе углекислого газа в каждом их офисных помещений многоэтажного здания. Приложение, которое управляет инженерными системами здания обеспечивает заданные параметры в каждом их офисных помещений.

Применение таких технологий может обеспечить экономию 30% теплоэнергии и 20% электрической энергии.

Для систем, которые обеспечивают оптимальные условия существования в здании при оптимальном потреблении энергии была разработана концепция «интеллектуального здания» ("intelligent building"). Эти системы позволяют добиться существенной экономии за счет:

- экономии энергоресурсов;
- прогнозирования и оптимизации расходов на ремонт;
- повышения эффективности использования трудовых ресурсов;
- повышения безопасности.

Информационные системы централизованного диспетчерского контроля и управления системами жизнеобеспечения здания (Building Management System, BMS) контролируют и управляют механическим и электрическим оборудованием, отвечающим за подачу воздуха, воды, электроэнергии, тепла и отвод продуктов жизнедеятельности во внешнюю среду.

Программное обеспечение BMS, используют межсетевой протокол и

открытых стандартов, таких как DeviceNet, XML, BACnet, Lon и Modbus. BMS устанавливаются, как правило, в больших зданиях с площадью более 50000 кв.м).

Основной функцией BMS является управление температурой окружающей среды, уровнем углекислого газа и влажности внутри офиса. Одна из интереснейших вторичных функций заключается в наблюдении за уровнем углекислого газа, смешивая наружный воздух с воздухом помещения для увеличения количества кислорода при минимальных потерях тепла.

Центральным модулем системы интеллектуального здания является сервер с соответствующим программным обеспечением, который управляет всеми инженерными системами интеллектуальное здание и выводит информацию работоспособности этих систем, а также параметров окружающей среды на диспетчерский пульт. В нее входят следующие системы, управление которыми необходимо в разных ситуациях:

- Освещение: лампы внутри и снаружи здания, управляемые реле и таймеры, датчики интенсивности света, детекторы движения.
- Горячее водоснабжение (ГВС) обычно выполняется по закрытой схеме с циркуляционными трубопроводами. Нагрев воды в емкостных водонагревателях, например, по двухступенчатой схеме, позволяет обеспечить экономичный режим функционирования, а также не зависеть от сезонных отключений горячей воды.
- Хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХВС) состоит, как правило, из двух резервированных насосных установок, которые обеспечивают бесперебойную подачу воды и поддержание постоянного давления в системе.
- Безопасность: в эту подсистему входят все устройства, обеспечивающие безопасность здания (системы контроля доступа, управления турникетами и замками при входе в офисные помещения, а также системы видеонаблюдения и пожарной сигнализации). Системы управления зданием в случае внештатной ситуации могут воспроизводить определенные сценарии, например, одновременное включение системы пожаротушения и открытия всех дверей для эвакуации персонала.
- Аварийное питание: аварийные генераторы или источники энергии большой емкости требуют отдельного контроля и оперативного включения в случае аварии, поэтому также контролируются BMS.
- Климат-контроль в помещениях может контролировать температуру в отдельных помещениях, основываясь на данных от датчиков движения, температуры, прогноза погоды и времени. Это позволяет системе «умный дом» экономить ресурсы, отключая обогрев в помещениях, где никто не находится. Вентиляция поддерживает необходимый баланс температуры и влажности в помещениях, пользуясь данными от соответствующих датчиков.
- Дренажная система используется для осушения подвалов в регионах с близким залеганием грунтовых вод, таких как Санкт-Петербург. Она состоит из групп дренажных насосов, устанавливаемых попарно в приямках подвалов зданий.
- Мультимедиа система: она включает систему оповещения и вывода

информации, часто к ней подключают проекторы, мониторы и звуковые системы. Также сюда входят коммуникации, ip-телефония и системы для создания видеоконференций.

Эти подсистемы могут интегрироваться в один комплекс или работать относительно независимо.

Системы климат-контроля и вентиляции в помещениях здания функционируют на основании показателей тепла, влажности, освещенности различных помещений офисного здания и требований к климатическим нормам для этих помещений. Эту информацию они получают от датчиков и камер, находящихся как в помещениях здания, так и вне его.

В России отопление офисного здания, как правило, осуществляется за счет поступления теплоносителя (горячей воды/пара) в систему отопления здания от поставщика тепловой энергии. График температуры теплоносителя ГУП ТЭК зависит от температуры окружающего воздуха и времени года.

За счет оптимизации теплопотребления в зимнее время можно снизить затраты, а также создать более комфортные условия для работы сотрудников. Специфика отопления офиса заключается в том, что в офисе отсутствуют сотрудники с 19.00 до 8.00. В рабочее время сотрудники включают различную офисную и бытовую технику, которая также нагревает воздух в офисе. Продолжительность снижения температуры в нерабочее время определяется режимом работы здания. Наиболее целесообразно считается снижение температуры на 5-6 градусов. При большем снижении температуры необходимо обеспечить от теплоисточника быстрый отпуск тепла.

Основными поставщиками BMS являются компании Siemens, Honeywell, Johnson Controls, TAC и другие. Независимые компании службы используют решения от таких компаний, как Rockwell Automation, Delta, Distech, Circon и КМК управления.

Одним из примеров такого интеллектуального здания является «Лахта Центр» – небоскреб в Санкт-Петербурге высотой 462 метра. Договор на разработку проектной документации был заключен застройщиком с ЗАО «Городской проектный институт жилых и общественных зданий» («Горпроект»), совместно с «Samsung C&T». В «Лахта центр» применены технология «Интеллектуальное здание», которая предполагает, что информационная система умеет распознавать определенные ситуации и определенным образом на них реагировать. Благодаря проектным решениям для инженерных систем здания энергоэффективность улучшены на 40 %. В июне 2015 года проект «Лахта-центр» получил сертификат «LEED for Core & Shell» Gold. По мнению экспертов, окупаемость примененных энергоэффективных технологий этого здания примерно 20 лет. Технология IoT интеллектуального здания обеспечивает сбор и обработку данных о температуре, влажности, напряжении несущих конструкций, круглосуточно 365 дней в году и формирует соответствующие управляющие воздействия инженерными системами

«Интеллектуальное здание» объединяет различные системы жизнеобеспечения, развлечений и связи.

Оснащение здания системой BMS осуществляется как правило в процессе реконструкции здания, чтобы избежать дополнительных трат на строительно-монтажные работы.

Было проанализировано решение создания собственной системы BMS организацией разработчиком программных и инженерных решений в процессе реконструкции собственного многоэтажного здания в центре Санкт-Петербурга.

Сокращение затрат достигается не только за счет управления инженерными системами, но и за счет удачных инженерно-архитектурных решений, таких как зонирование офисных помещений.

В ходе реализации проекта была разработана система управления, которая обеспечила оптимальные режимы работы следующих инженерных систем:

- электроснабжение;
- отопление, вентиляция и кондиционирование
- освещение;
- водоснабжение и водоотведение;
- моторизованные жалюзи;
- система контроля доступа.

При реализации данного проекта будет достигнуто снижение расхода теплоэнергии 355,461 Гкал за отопительный сезон и 220000 квт/ч, электроэнергии, что обеспечит окупаемость проекта за 7 лет.

Список используемых источников

1. Росляков А.В. Интернет вещей: учебное пособие / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. - Самара: ПГУТИ, 2015. 200 с.

2. Грингард С. Интернет вещей: Будущее уже здесь: пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2017. 188 с.

Yakovkina A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Research and Analysis of the Internet of Things Technologies Implementation for Increasing the Economic Efficiency of the Organization.

The influence of Internet technologies on our lives can hardly be overestimated. By combining sensors and devices of the Internet of Things technologies into a single network, it is possible to combine the capabilities of a person and equipment using software in online mode. AI-powered IoT technologies enable IoT devices to respond to environmental changes and anticipate human desires.

Key words: internet of things, engineering system, economic efficiency

ГУМАНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

УДК 378.14
ГРНТИ 14.35.07

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ В ТРЕХУРОВНЕВОЙ ЦЕПОЧКЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАКАЛАВРИАТ – МАГИСТРАТУРА – АСПИРАНТУРА» И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

П. А. Гладышева, А. С. Перевышко, А. В. Федорова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

В статье дается небольшой экскурс в историю появления трехуровневого образования в России. Приводится структура современного высшего образования. Вводится понятие сквозного образования и уточняется понятие преемственности в данном контексте. Раскрывается суть проблем преемственности и дается их классификация на основании выводов, полученных при обработке результатов анкетирования студентов и статистических данных. Даются рекомендации по преодолению этих вызовов.

трехступенчатое образование, непрерывное образование, сквозное образование, преемственность, подготовка кадров, анкетирование

Российское высшее образование в настоящее время имеет трехуровневую структуру. Процесс перехода от традиционной российской системы высшего профессионального образования – одноуровневой – к двухуровневой начался в 2007 году, когда был принят соответствующий закон. Это было сделано для того, чтобы соответствовать Болонской концепции, позволившей бы российской вышей школе интегрироваться в мировую образовательную среду (само Болонское соглашение было подписано Россией еще в 2003 году). Также предполагалось, что введение двухуровневой системы даст возможность повысить эффективность освоения бюджетных средств, привлечь работодателей к прогнозированию насущных потребностей образования и расширить их участие в

финансировании подготовки кадров, в основном, на втором уровне образования [1]. Это нововведение не было принято «на ура» ни российским образовательным сообществом, ни работодателями. Но уже к к 2011 году двухуровневая система высшего образования в России сложилась полностью [3]. Законом об образовании, принятом в 2012 году и вступившем в силу с 1 января 2013 года, в образовательную систему высшего образования (ВО) третьей ступенью включили также аспирантуру [2]. Раньше эта структура, занимающаяся подготовкой научных кадров высшей квалификации, считалась послевузовским образованием.

То есть, в настоящий момент в России мы рассматриваем систему высшего образования, в общем случае состоящую из трех ступеней: бакалавриат, магистратура и аспирантура[1]. Конечно же, далеко не все студенты, поступающие на 1-ю ступень высшего образования и заканчивающие ее, следуют дальше и поступают на 2-ю ступень. Тем более, единицы окончивших магистратуру поступают аспирантуру и заканчивают ее. По окончании каждого этапа происходит отсев определенной части обучающихся. Происходит это по многим объективным и субъективным причинам.

Одним из перспективных направлений для воплощения является задача обеспечения непрерывности для обучающихся трехступенчатого образования, недопущения разрывов звеньев этой цепочки. Но термин «непрерывное образование» уже используется для обозначения образования, происходящего в течение всей жизни человека. В это понятие также в качестве частных компонентов включается образование взрослых и непрерывное профессиональное образование. Поэтому будем называть это образование *сквозным*. Под сквозным будем понимать образование, получаемое гражданином при обучении на двух или трех ступенях высшего образования – в бакалавриате, магистратуре и аспирантуре.

Во многих вузах существуют проблемы, связанные с переходом выпускников предыдущего уровня образования на последующий. Конечно, выпускник каждой ступени может выбрать для продолжения обучения ту же специальность, по которой он учился ранее или другую, а также остаться в своем вузе или поступить в другой. Но вузы чаще всего заинтересованы в продолжении обучения выпускников предыдущей ступени образования в своих стенах. И здесь выходят на передний план задачи преемственности. Причем под *преемственностью* в данном контексте мы будем понимать не только преемственность основных образовательных программ, что является одним из обязательных условий обеспечения качества высшего образования [5], но и сохранение вузом максимального количества «своих» выпускников при переходе с предыдущей ступени высшего образования на последующую.

[1] В некоторых профильных вузах на определенных специальностях оставили специалитет, который является в настоящее время альтернативой и равнозначной заменой двум первым ступеням

Обратимся к статистике. Авторами статьи несколько лет проводился следующий эксперимент. Студентам-первокурсникам, только что поступившим в Университет на 1-ю ступень ВО, предлагалось заполнить анкету, в которой были вопросы, касающиеся их восприятия своего нынешнего статуса, а также настоящего и будущего высшего образования. Статистика ответов студентов по некоторым вопросам сведена в табл. 1 (в выборке участвовало 200 анкет).

ТАБЛИЦА 1. Результаты анкетирования

№	Вопрос	Варианты ответов	Процент положительно ответивших
1	Зачем вы поступили в институт	a) получить высшее образование b) повзрослеть, потянуть время c) окунуться в интересную студенческую жизнь d) это воля родителей	87 % 8 % 20 % 2 %
2	Нужно ли современному человеку получать высшее образование	a) Да b) Нет c) Зависит от человека d) Другое	39 % 2 % 52 % 9 %
3	Как Вы считаете, в будущем полученное высшее образование позволит Вам	a) Устроиться на интересную высокооплачиваемую работу b) Заняться наукой c) Повысить свою самооценку, чувствовать себя уверенно в жизни d) Получить работу за границей e) Я вряд ли его получу	64% 13% 28% 33% 3%
4	Сколько уровней высшего образования Вы собираетесь получать	a) Один - бакалавриат b) Два - магистратура c) Три - аспирантура d) Другое	45% 46% 6% 7%

Обратим внимание на последний вопрос. Почти половина (!) опрошенных первокурсников-бакалавров (46 %) хотят получить как минимум два уровня высшего образования, т.е. проучиться на двух ступенях ВО (см. рис. 1).

Теперь обратимся к следующим цифрам. В 2020 году общее количество выпускников-бакалавров в СПбГУТ составило 1141 человек. В магистратуру поступило 292 человека, из которых выпускниками окончившими бакалавриат в СПбГУТ, являлось 264 человека[2]. То есть, только 23 процента студентов, закончивших первую ступень ВО в вузе, перешло на вторую ступень ВО в этом же вузе – против 46 % желающих это сделать в начале обучения (рис. 2). Конечно, можно предположить, что какая-то часть выпускников СПбГУТ поступила в магистратуры других вузов. Но процент таких студентов очень незначителен.

[2] Данные предоставлены УМУ и Институтом магистратуры СПбГУТ

То есть, налицо первая *общая «количественная»* проблема сквозного образования, которая заключается в том, что общее число студентов, переходящих со ступени на ступень, не так велико, как хотелось бы им и как хотелось бы нам (преподавателям и представителям вузов).

Рис. 1. Результаты эксперимента

Рис. 2. Статистические данные

Далее снова обратимся к статистике. Рассмотрим, какое количество от общего числа студентов, поступивших на следующую ступень образования, составляют выпускники СПбГУТ. По магистратуре, как уже было сказано, это 264 человека из 292, что составляет 90 % (рис. 3). По аспирантуре цифры следующие (сведены в табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Отношение выпускников СПбГУт к общему числу поступивших аспирантов

Год поступления	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Общее число поступивших в аспирантуру, чел.	39	43	40	47
Из них – выпускников магистратуры СПбГУТ, чел.	24	30	27	36
В процентах к общему числу, %	61,5	69,8	67,5	76,6

Проанализировав данные таблицы, можно видеть, что процент выпускников магистратуры СПбГУТ, поступивших в аспирантуру СПбГУТ колеблется на уровне 60-75 % (рис. 4). Это меньше, чем процент выпускников бакалавриата, поступивших в магистратуру (он составляет 90 %), но все же он достаточно велик. То есть, вторая, *адресная «количественная»* проблема, заключающаяся в преемственности именно выпускников внутри одного вуза, выражена не так ярко, как общая количественная проблема. Хотя здесь приведен пример по одному вузу.

И, наконец, существует еще так называемая *«качественная»* проблема преемственности, заключающаяся в качестве подготовки студентов, приходящих учиться на следующий уровень образования. Причем, она относится и к выпускникам, закончившим предыдущий уровень образования в других вузах и в том же самом вузе.

Рис. 3. Статистические данные

Рис. 4. Статистические данные

Поскольку проблемы, описанные выше, являются многоаспектными, а также относительно новыми и не стандартными, их решения также должны быть не тривиальны и проводится на различных уровнях.

Так, решение первой, общей «количественной» проблемы должно производится на уровне руководства страны, Министерства образования и науки прочих связанных с высшем образование институтов власти. Ведь основной причиной, по которой выпускники бакалавриата решают не продолжать свое обучение на второй ступени ВО в магистратуре является малое количество бюджетных мест и высокая стоимость обучения на платных образовательных магистерских программах.

Что касается решения второго и третьего из рассмотренных вызовов, то здесь активное участие в их преодолении может и должен приложить сам вуз. Так, на основе поставленных экспериментов, был сделан вывод о том, что процент выпускников предыдущего уровня, поступающих на следующий уровень в «своем» институте достаточно велик. То есть, вторая адресная «количественная» проблема стоит не так остро. Но в других вузах картина может быть абсолютно иной. И, наконец, «качественная» проблема актуальна для всех вузов. Для ее решения необходимо наличие сквозной структуры, которая сопровождала бы студентов с самого начала их поступления в бакалавриат; обеспечивала бы их информационную и, при необходимости, финансовую поддержку. Особенно тех студентов, которые проявляют склонность к научной работе. В ее задачи могло бы входить объединение всех университетских структур, связанных с организацией обучения, времяпровождением студентов и ведением научной деятельности – деканаты институтов и факультетов, отделы по социальной и воспитательной работе, кафедры, управление научной работы, и проч.

Список использованных источников

1. Жукова Н.Ю. Двухуровневая система высщего образования // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 4.;
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» / Текст Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" с изменениями и дополнениями на 2019 год /под ред. В. Усанова. – М.: Эксмо-пресс, 2019 г. – 224 с.
3. Бакалавриат и магистратура. Двухуровненная система получения высшего образования в России. – Образовательный портал EduGid.ru. – Источник: hjkhkkhttps://edugid.ru/poleznie-statii/126-dvuxurovnevaya-sistema-vysshego-obrazovaniya-bakalavriat-magistratura. – Дата образения: 21.11.2020.
4. Зайцева О.В. Непрерывное образование: основные понятия и определения. – Вестник ТГПУ, выпуск 7 (85), 2009.
5. Сенашко В.С., Пыхтина Н.А. Преемственность бакалавриата и магистратуры: некоторые ключевые проблемы. – Высшее образование в России. – № 12, 2017.

Gladysheva P., Perevyshko A., Fedorova A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Problems of Ensuring Continuity in The Three-Level Chain of Higher Education "Bachelor's – Master's – Postgraduate Studies" and Ways to Solve Them.

The article gives a brief digression into the history of the emergence of three-level education in Russia. The structure of modern higher education is given. The concept of cross-cutting education is introduced and the concept of continuity in this context is clarified. The essence of succession problems is revealed and their classification is given based on the conclusions obtained when processing the results of the student survey and statistical data. Recommendations are given for overcoming these challenges.

Key words: three-stage education, continuing education, end-to-end education, succession, training, questionnaire

УДК 504.055
ГРНТИ 87.55.00

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И МУРИНО

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

Выполнено исследование электрических полей и магнитной индукции промышленной частоты в Санкт-Петербурге и Мурино. Выявлено, что электрические поля со значимыми показателями напряженности проявляются только вблизи высоковольтных линий. Обнаружено несоответствие напряженности электрического поля и размера санитарно-защитной зоны. Отмечено снижение напряженности электрических полей при относительно стабильных значениях плотности магнитного потока.

мониторинг, электрические поля, магнитные поля, линии электропередачи.

Введение

Экономическое развитие и научно-технический прогресс влекут за собой рост напряженности электромагнитных полей (ЭМП), особенно в крупных и быстрорастущих городах. Поэтому важно отслеживать влияние ЭМП на окружающую среду и человека, предотвращать их негативное воздействие и создавать комфортную обстановку для жизни.

Одной из основных мер по снижению негативного влияния ЭМП является определение санитарно-защитной и охранной зон линий электропередачи. Санитарно-защитная зона выполняет функцию защиты населения, а охранная зона – защиты воздушных линий от факторов, которые могут помешать их работе.

К основным мерам также, относится регулирование влияния ЭМП нормативными документами. Влияние ЭМП промышленных частот регламентируется СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200-03. Согласно этому документу, устанавливаются следующие СЗЗ: 20 м - для ВЛ-330 кВ, 30 м - ВЛ-500 кВ, 40 м - ВЛ-750 кВ, 55 м - ВЛ-1150 кВ. Для ЛЭП с напряжением меньше 330 кВ СЗЗ не установлены [4].

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 24 февраля 2009 г. №160, устанавливают следующие размеры охранных зон ЛЭП напряжением: до 1 кВ – 2 м, 1-20 кВ – 10 м, 35 кВ – 15 м, 110 кВ – 20 м, 150, 220 кВ – 25 м, 300, 500, 400 кВ – 30 метров [3].

ЭМП оказывают непосредственное влияние на человека и на живые организмы. Для человека действие ЭМП может обернуться сбоями в работе сердечно-сосудистой, центральной нервной, эндокринной, иммунной, кроветворной системах, при этом отмечается повышенная

утомляемость, изменение кровяного давления, головные боли [5, 8]. Например, у монтеров, работающих на линиях сильного тока, затрудняется движение крови в кровеносных сосудах, что вызывает «синюшность» рук [7]. В большинстве случаев негативные последствия можно предотвратить «расстоянием», то есть исключить из жизни человека поражающий фактор. Но, если человек в течение длительного времени находится под воздействием ЭМП, это может привести к необратимым последствиям.

При воздействии электромагнитных полей, у многих видов рыб, в частности осетровых, отмечается нарушение нерестового цикла и миграции. Такое явление было отмечено на Волге при ее пересечении ВЛ-500 кВ. Электрическое поле вызывает у рыб вздрагивание, оборонительную реакцию, осциллотаксис (рыба занимает положение поперек линии тока), также вызывает сильное возбуждение и шок [7].

Известно также воздействие ЭМП на насекомых. Например, кузнечики и дождевые черви избегают поселения под линией электропередачи, в отличие от пчел, которые нередко размещают свои ульи возле воздушных линий [2]. Однако размещение ульев вблизи воздушных линий приводит к дестабилизации внутригнездового микроклимата, что приводит к снижению продуктивности пчел.

Материалы и методы

Измерения электромагнитного поля производились с помощью прибора Gigahertz Solutions ME 3830 B M/E Analyser. Диапазон измерений характеризуется плотностью магнитного потока: 1 - 1999 нТл; и напряженностью электрического поля: 1 – 1999 В/м. Прибор выдает результат с точностью +/- 2%. Часто, при замерах под проводами, прибор фиксировал напряженность 2000 В/м и 2000 нТл, но, в действительности, значения там были выше [6].

Замеры проводились на высоте 1.8 м от поверхности земли, под наибольшим провисанием проводов выбранной линии электропередачи, в направлении, перпендикулярном оси ЛЭП, через каждые 5 метров начиная с 0, т.е. под крайним проводом. Было выбрано 4 точки наблюдения: две в Калининском районе, на пересечении проспектов Маршала Блюхера и Кондратьевского ВЛ-330 (1) и ВЛ-110 (2); и две точки в городе Мурино: ВЛ-330 (3) и ВЛ-220 (4) на проспекте Авиаторов Балтики.

Результаты исследования

Возле точек 1 и 3 слышен акустический шум создаваемый ВЛ, независимо от погодных условий. Основной причиной шума является коронный разряд на проводах, обычно он возникает во время дождя и снега, также причиной может быть загрязнение, либо неровности проводов. Коронный разряд на проводах линий электропередачи – причина значительных потерь электроэнергии. При коронировании, происходит

ионизация воздуха вокруг проводов, а это разрушительно влияет на изоляцию и металлическую арматуру [7].

На рисунках 1-4 представлен характер изменения электромагнитного поля в точках 1-4 соответственно, в течении 8 месяцев исследования.

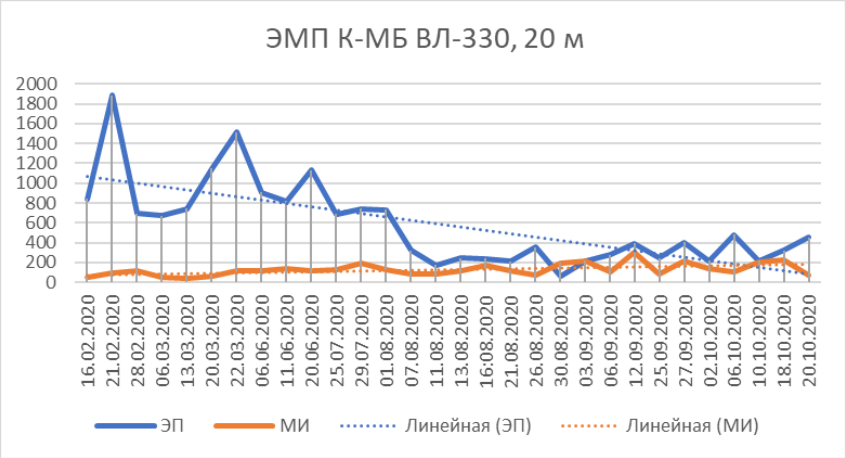


Рис. 1 ЭМП ВЛ-330, Кондратьевский – Маршала Блюхера, 20 м

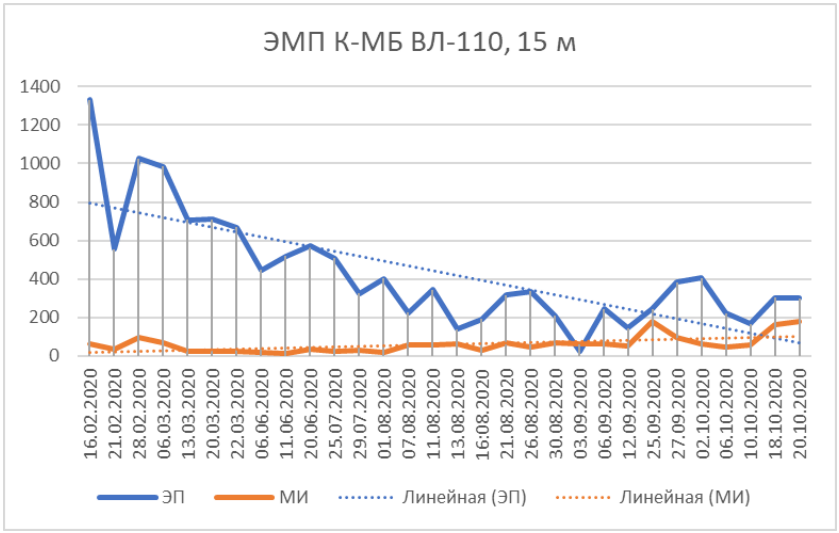


Рис. 2. ЭМП ВЛ-110 Кондратьевский – Маршала Блюхера, 15 м

В графики был вынесен ближайший метраж значений напряженности после зашкаливания прибора. Благодаря линии тренда видно, что в точках 1-4 отмечено снижение напряжения электрического поля. В точках 1, 2, и 3 магнитная индукция повышается, в точке 4 – понижается. Несмотря на то, что можно увидеть тенденцию электромагнитного поля, напряженность распределяется неравномерно, и прямо не зависит от дня или месяца.

Точки 1 и 2 находятся на зеленой зоне, где постоянно гуляют с домашними питомцами, семьи с детьми. Точки 3 и 4 являются «проходными», они располагаются над дорогой ведущей от железнодорожной станции и метро к жилой многоэтажной застройке, ежедневно люди проходят там, как минимум, 2 раза. Помимо того, от точки 3 до точки 4 прямо под ЛЭП находятся: автомобильная стоянка,

небольшой офис, фотозона и частенько располагаются музыкальные группы, вокруг которых собирается народ. Это говорит о том, что многие люди не понимают, что находиться в санитарно-защитной зоне линии электропередачи небезопасно.

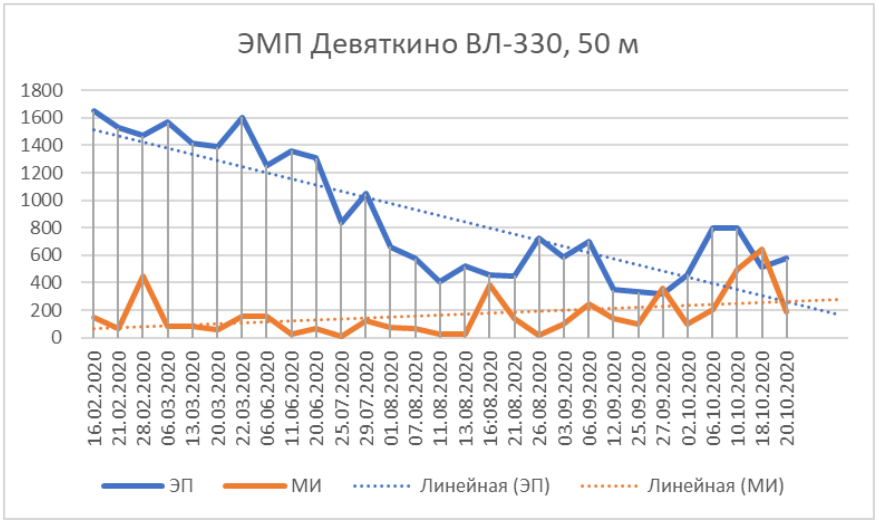


Рис. 3. ЭМП ВЛ-330 Девяткино, 50 м

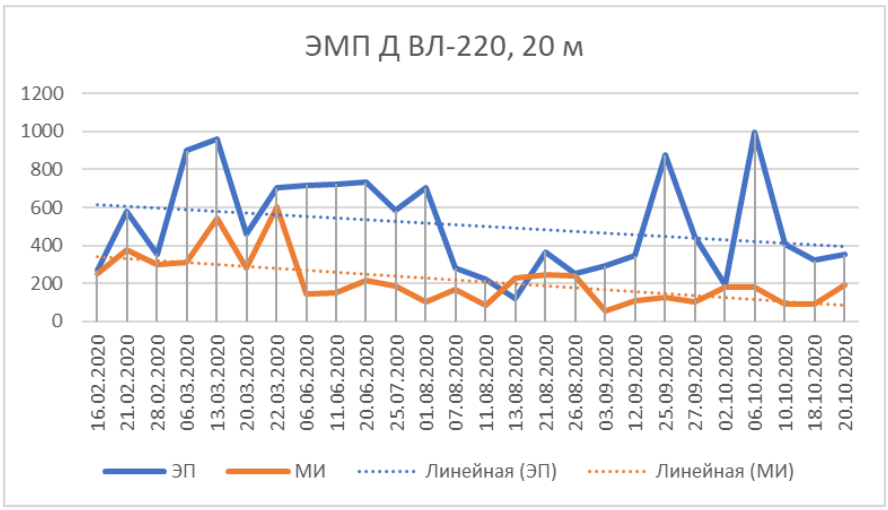


Рис. 4. ЭМП ВЛ-220 Девяткино, 20 м

Выводы

Электрические поля превышали санитарно-защитную зону исключительно в точке 3. В остальных точках наблюдений, значимые величины были зафиксированы рядом с воздушными линиями. Поскольку электрическое поле высоковольтных линий практически не зависит от нагрузки и полностью определяется напряжением, а магнитное поле, напротив, существенно зависит от нагрузки [1], результаты исследования показывают, что в условиях экономического спада вследствие пандемии короновируса происходило снижение фактических напряжений высоковольтных линий при сохранении их нагрузки. При улучшении экономической ситуации следует ожидать обратных процессов.

Тем не менее, в настоящее время созрела потребность в мониторинге электромагнитных полей в мегаполисах и развивающихся городах,

особенно на стыке жилых районов и промзон, с целью изучения и дальнейшего нормирования напряженности электрических и магнитных полей.

Список использованных источников

1. Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Сподобаев Ю.М. Электромагнитная безопасность элементов энергетических систем: Монография / В.Н. Довбыш, М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев. Самара: ООО «ИПК «Содружество», 2009. 198 с.
2. Еськов Е.К., Тобоев В. А. Воздействие искусственно генерируемых электромагнитных полей на биологические объекты // Вестник ЧГУ. 2008. №2. С. 28-36. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-iskusstvenno-generiruemyh-elektromagnitnyh-poley-na-biologicheskie-obekty (дата обращения: 03.11.2020).
3. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 г. №160.
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
5. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии: Радио и связь, 2000. – 240 с.
6. Стурман В.И. Картографирование электромагнитных полей промышленного диапазона частот в городе Белгороде // Региональные геосистемы. 2017. №18 (267). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kartografirovanie-elektromagnitnyh-poley-promyshlennogo-diapazona-chastot-v-gorode-belgorode (дата обращения: 03.11.2020).
7. Халилов Ф.Х. Электромагнитная совместимость электроэнергетики, техносферы и биосферы. Учебное пособие. СПб.: Издание НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2014 - 190 с.
8. Шафигуллин Р.И., Куприянов В.Н. Экологическая безопасность городской среды при воздействии электромагнитных полей // Известия КазГАСУ. 2015. №1 (31). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-gorodskoy-sredy-pri-vozdeystvii-elektromagnitnyh-poley (дата обращения: 03.11.2020).

Dolganova A.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Environmental Monitoring of Electromagnetic Fields of Industrial Frequency in St. Petersburg and Murino.

The study of electric fields and magnetic induction of industrial frequency in St. Petersburg and Murino was carried out. It was revealed that electric fields with significant intensity indicators appear only near high-voltage transmission lines. There was a discrepancy between the strength of the electric field and the size of the sanitary protection zone. Decreased strength of electric fields is noted at relatively stable values of magnetic flux density.

Key words: monitoring, electric fields, magnetic fields, power lines.

УДК 659.4.011
ГРНТИ 19.21.07

АНАЛИЗ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРСЕЛОНСКИХ ПРИНЦИПОВ 3.0

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

На сегодняшний день, в сегменте российских научных публикаций недостаточно информации об актуальных методиках анализа коммуникационной стратегии и оценках эффективности PR-деятельности компаний. Барселонские принципы 3.0 позволят более эффективно оценивать качество PR деятельности компаний как коммерческого, так и некоммерческого сектора.

оценка эффективности коммуникаций, барселонские принципы

На сегодняшний день, в сегменте российских научных публикаций недостаточно информации об актуальных методиках анализа коммуникационной стратегии и оценках эффективности PR-деятельности компаний. Это связано с постоянными обновлениями и изменениями сферы PR в целом. Одними из таких методик являются, выходящие раз в 5 лет, начиная с 2010г., Барселонские принципы. Последняя редакция которых была выпущена 10 июля 2020г. Данный свод правил одобрен большинством PR агентств запада, но в России не так много компаний, которые прибегают к использованию данной методики.

Данные принципы позволят более эффективно оценивать качество PR деятельности компаний как коммерческого, так и некоммерческого сектора.

Применение российскими компаниями данной методики должно способствовать развитию и повышению эффективности PR деятельности в целом. Вот что по этому поводу пишут главы авторитетных институтов:

«За последние десять лет Барселонские принципы полностью трансформировали ландшафт медиа измерений и оценки PR. Работа AMEC в данной области неоценима для профессии пиарщика и специалиста по коммуникациям, поэтому Международная ассоциация компаний консультантов в области коммуникаций и Ассоциация по связям с общественностью и коммуникациям считают огромной честью свое участие в данной работе в качестве партнеров. Мы сердечно принимаем и поддерживаем третью редакцию “Барселонских принципов”, эту новейшую на сегодняшний день ступень эволюции миссии AMEC. Любой практикующий специалист по связям с общественностью, который верит в будущее нашей отрасли, должен принять данные Принципы на

вооружение и взять их за основу своей работы».[1] Разберём с вами каждый из 7 принципов последовательно.

Первый принцип:

Первый принцип посвящён постановке измеримых целей. Они должны учитывать то, что вы хотите изменить данной коммуникационной или рекламной кампанией и основываться на исследования. Иметь временные рамки, основное деление на краткосрочные и долгосрочные цели. Цели в течение хода кампании могут быть пересмотрены с целью оптимизации и отслеживания прогресса. Измерения и оценка проводятся лишь в отношении четко поставленных целей.

Посмотрим, как звучит принцип в первой редакции, и сравним с последующими для оценки изменений.

2010г. Важность постановки целей и проведения измерений.

2015г. Постановка целей и проведение измерений – основополагающие элементы коммуникаций и PR.

2020г. Постановка измеримых целей – первооснова планирования, измерения и оценки коммуникаций.

Как мы можем заметить, первый принцип стал основой для построения коммуникационной стратегии, появляется некая синергетика принципов, когда без соблюдения одного из принципов не сложится как эффективный анализ, так и стратегия в целом. Это объясняется тем, что в первой редакции, принцип имел лишь рекомендательный характер, когда последующие редакции, говорят об обязательном соблюдении данных пунктов.

Перейдем к следующему принципу:

Второй принцип рассказывает о планировании и выполнении измерений. Данным принципом подтверждается синергия всей системы, так как нам рекомендуют конкретизировать источники данных под каждую из целей, которые нами определяются согласно первому принципу. Измерения должны быть заранее спланированы, сюда включается определение инструментов и методов отслеживания KPI и целевых показателей. Согласно второму принципу измерять нужно воздействие PR на бизнес, результаты компании в целом и потенциальный эффект.

Посмотрим на то, как менялся второй принцип, и выделим основные отличия.

2010г. Предпочтительно измерять эффект воздействия PR на бизнес, а не просто результаты кампании.

2015г. Рекомендуется измерять воздействие PR на бизнес, а не просто результаты кампании.

2020г. Измерения и оценка должны определять результаты кампании, воздействие PR на бизнес и потенциальный эффект.

Тенденция изменения схожа с первым принципом, это переход от рекомендательного характера к обязательному, но как мы можем заметить, первая и вторая редакции мало чем отличаются, это связанно с разработкой в 2016г. AMEC's Integrated Evaluation Framework или единой системы стратегического планирования и анализа PR-кампаний. И второй принцип активно предлагает проводить измерения с использованием данной системы.

Следующий, третий принцип, говорит о том, что анализировать воздействие PR на бизнес нужно для всех заинтересованных лиц, общественности и организации. Как указано в данном принципе, нет единственно верного способа измерения влияния коммуникаций на общество или организацию, но стоит определять релевантные эффекты коммуникаций на общественность и организацию, включать в анализ исследования того, каким образом коммуникационные мероприятия затрагивают общественность или организацию. При соблюдении третьего принципа, для анализа следует обращаться как к внутренним, так и внешним данным.

В сравнение с предыдущими редакциями, сегодняшняя потерпела значительные изменения:

2010г. Влияние на бизнес-показатели можно и нужно измерять всегда, когда это возможно.

2015г. Результаты воздействия PR на бизнес нужно измерять всегда, когда это возможно.

2020г. Воздействие PR на бизнес и эффект PR нужно определять для всех заинтересованных лиц, общественности и организации.

Как мы можем заметить, первые две редакции одинаковы, и говорят о важности постоянного измерения эффективности. Текущая редакция указывает на важность измерения PR кампании на всех уровнях деятельности кампании, что говорит о синергии PR со всей деятельностью компании.

Перейдём к четвёртому принципу.

Начиная с первой версии 2010г. до третьей редакции данный принцип остался, без каких либо серьёзных изменений. В этом пункте прописана обязательность как качественного, так и количественного анализа. То есть, на каждом этапе проведения коммуникационной кампании стоит проводить подробный анализ, который включает в себя как качественные, так и количественные методы. Надо учитывать, что мы измеряем результаты и прогресс, а это не всегда означает успех. Показатели могут быть положительными, отрицательными, или нейтральными. Оценка должна учитывать подготовку отчета и анализ по качественным и количественным меркам. Все инструменты, методы и подходы должны отбираться с учетом понимания их специфики и возможностей.

Пятый принцип схож с четвёртым тем, что он тоже не потерпел значительных изменений за последнее десятилетие. Основная мысль заключается в том, что нужно отказаться от эквивалента рекламной стоимости публикаций (AVE), а также от любых аналогичных показателей, так как стоимость коммуникаций не отражает их ценность. Предложены 22 причины, чтобы отказаться от эквивалента рекламной стоимости публикаций.

Перейдём к шестому принципу, который десять лет назад носил рекомендательный характер, а сегодня это принцип без которого нельзя представить коммуникационную стратегию в целом. Как же он менялся.

2010г. Социальные медиа можно и нужно измерять.

2015г. Социальные медиа можно и нужно измерять наравне с другими каналами СМИ.

2020г. Комплексные измерения коммуникаций и оценка PR должны охватывать все релевантные онлайн - и офлайн-каналы.

Здесь говорится о необходимости объединить различные каналы коммуникаций для обеспечения комплексных многоканальных медиа измерений, поскольку они относятся к циклу взаимодействия с аудиторией/клиентами. Медиа измерения и оценка PR должны производиться на постоянной основе по всем релевантным каналам посредством сбора данных и анализа результатов.

Это вызвано тем, что социальные сети на данный момент это мощный инструмент для продвижения компаний, анализа аудитории и обратной связи.

Последний принцип, седьмой. Неизменный за последние 10 лет и с большой вероятностью не изменится в последующих редакциях. Звучит, как медиа измерения и оценка PR основаны на честности и прозрачности – именно это и есть залог инсайтов и новых знаний.

Данный принцип говорит о том, что оценка коммуникационной стратегии не должна нарушать добросовестных, честных, открытых и этичных практик. Сюда входит и соблюдение законов о конфиденциальности данных, таких как «Общий регламент по защите данных» ЕС, и информирование клиентов по вопросам этики в области данных, конфиденциальности и соблюдения соответствующих норм и правил.

На основе этого принципа можно сделать вывод по всем барселонским принципам в целом. За десять лет они перетерпели достаточные изменения, это связанно с развитием сферы, появлением новых инструментов оценки как качественных, так и количественных. На данный момент барселонские принципы это годами выстроенная система оценки, одобренная большинством авторитетных институтов, изданий и рекламных агентств. Данные принципы порождают новые инструменты, например, такие как Интегрированная система оценки (AMEC). По мимо

всего прочего мы можем видеть как данная система оценки имеет развитие и актуализируется каждое пятилетие. Возможно в 2025м году, свет увидит обновлённые принципы, которые вновь учтут все актуальные особенности PR сферы.

Список используемых источников:
1. https://exlibris.ru/wp-content/uploads/2016/11/Barselonskie-printsipy-3.0-rus.pdf

Evstratev K.E.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Analysis and Application of the Barcelona Principles 3.0 Brief Description.
To date, there is not enough information in the segment of Russian scientific publications about current methods of analyzing communication strategies and evaluating the effectiveness of PR activities of companies. The Barcelona principles 3.0 will allow you to more effectively assess the quality of PR activities of companies in both the commercial and non-commercial sectors.

Key words: ***evaluation of the effectiveness of communications, the Barcelona principles***

УДК 659.441.8
ГРНТИ 19.01.29

СТРАТЕГИЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

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

В связи с введение новых концепций коммуникации между государством и обществом, появляется необходимость в поиске новых стратегий продвижения государственных структур. В статье рассматриваются особенности, которые необходимо учитывать при формировании стратегии продвижения Правительства Санкт-Петербурга. Также представлены результаты эмпирического исследования, направленного на анализ существующего продвижения Правительства Санкт-Петербурга в социальных сетях.

продвижение, социальные сети, стратегия продвижения, Правительство СПб.

Современная политико-правовая культура РФ не может существовать без диалога «власть-общество», который часто осуществляется за счёт пресс-служб и СО-отделов органов власти. Потеря авторитета политическими институтами [1], необходимость возвращения доверия граждан к правительству и другие тенденции современного общества требуют поиска новых стратегий продвижения государственных структур.

Так, правительство России запустило проект «Открытое правительство» [2], концепция которого направлена на качественное изменение уровня информационной открытости ведомств.

Социальные сети стали одним из инструментов повышения лояльности граждан с помощью демонстрации результатов деятельности Правительства, доступности информации и возможности обратной связи. Под доступностью информации подразумевается не только право на чтение (хранение, копирование и т.д.), но и понятность речи для граждан. Перед отделом интернет-технологий и мультимедиа пресс-службы Правительства Санкт-Петербурга стоят задачи: информирования общественности и её привлечения к отслеживанию деятельности Правительства СПб, вовлечения граждан в коммуникацию с Правительством.

Данные собственного эмпирического исследования показывают, что основной площадкой для выполнения данных задач выбрана социальная сеть «ВКонтакте». Выбор обоснован тем, что данная социальная сеть создавалась в Санкт-Петербурге и является неким символом города; также «ВКонтакте» имеет наибольшую популярность среди жителей России [3]. Помимо «ВКонтакте» информационные посты дублируются в социальных сетях: «Instagram», «Facebook», «Twitter», «Одноклассники».

Особенностями контента для страницы Правительства СПб в социальных сетях является его достоверность (т.к. вся информация для публикаций берётся из официальных источников: сайты Правительства СПб/Комитетов; пресс- и пост-релизы пресс-службы Правительства СПб; отчёты подразделений) и новостной характер. Однако публикации осуществляют не только информационную функцию, но и стимулируют коммуникативную функцию. Под постами пользователи обсуждают насущные проблемы жителей Санкт-Петербурга, оставляют свои жалобы и предложения. Тональность комментариев чаще негативная, это связано не с содержанием публикации, а с общем настроением жителей Санкт-Петербурга.

На данный момент разрабатывается новый вектор развития социальных сетей Правительства Санкт-Петербурга. Есть установка на создание развлекательного контента для привлечения новых подписчиков, а также для перевода негативно настроенной аудитории к нейтральному/позитивному отношению. Прежде чем формировать новую стратегию продвижения, необходимо проанализировать целевую аудиторию и активность пользователей. Для этого используются аналитические сервисы «TargetHanter» и «Popsters».

Эмпирическое исследование показало также, что среди подписчиков группы «Правительство Санкт-Петербурга» в социально сети «ВКонтакте» 70% составляют женщины и 30% составляют мужчины. По возрасту выделяются следующие диапазоны: 16-29 лет – 25,15%; 30-44 года –

44,6%; 45-65 лет – 30,25%. Целевую аудиторию стоит подразделять на целевые группы, объединённые по интересам, демографическим признакам, социальной роли. Среди них особенно выделяются: активные мамы; предприниматели; эко-активисты; сторонники использования велосипедов в качестве транспортного средства; активные пенсионеры; подписчики с активной гражданской позицией; фотографы.

Целевыми сообществами (те сообщества, в которых состоят типичные представители интересующей целевой аудитории) являются:

1. «ДТП и ЧП|Санкт-Петербург» – 33,54% аудитории группы Правительства подписано на данное сообщество;
2. «Интересные события в Санкт-Петербурге» – 31,78%;
3. «KudaGo: Санкт-Петербург» – 29%;
4. «Это Питер, детка! [Типичный Питер]» – 28,07%;
5. «МОЙ ПИТЕР» – 25,51%;
6. «Фонтанка.ру» – 24,37%;
7. «Лучшие стихи Великих поэтов» – 23,29%.

Данные анализа активности подписчиков по дням недели показывают, что наиболее высокие показатели наблюдаются в субботу и воскресенье (более 20%), в то время как вторник имеет самый низкий показатель (11%).

Наибольшая активность происходит в следующие часы: 2:00; 7:00; 20:00; 23:00. Это связано с тем, что многие проверяют новости перед уходом на работу и перед сном. Наименьшая активность: 4:00; 6:00; 8:00-12:00; 14:00-16:00. Здесь прослеживается взаимосвязь с занятостью на работе.

Интересны статистические результаты анализа вовлеченности по типу контента и длине текста. По типу контента вовлеченность пользователей определяется в процентном соотношению взаимодействия контента к общей активности: видео – 44,59%; текст – 23,99%; фото – 18,32%; ссылка – 13,08%.

Размер текста в публикации также имеет свои показатели вовлеченности со стороны подписчиков. Данный параметр выражается в процентном соотношении взаимодействия пользователя с публикацией к общему числу активности пользователей: <160 знаков – 33,97%; 160-1000 знаков – 22,02%; >1000 знаков – 44,01%.

Если сравнивать активность подписчиков по времени и относительную вовлеченность пользователей по размеру текста, то можно представить следующее разделение публикаций по наиболее эффективному соотношению времени и длине текста (порядок размера текста: от приоритетного к менее приоритетному): 23:00-00:00 – <160 знаков; >1000 знаков; 2:00-6:00 – 160-1000 знаков; 7:00-8:00 – <160 знаков; 9:00-18:00 –>1000 знаков, <160 знаков; 19:00 – >1000 знаков; 20:00 – 160-1000 знаков; 21:00 – >1000 знаков; 160-1000 знаков; 22:00 – >1000 знаков; <160 знаков.

Анализ эмпирических данных позволяет сформулировать ряд рекомендаций по совершенствованию стратегии продвижения правительства Санкт-Петербурга в социальных сетях. Так, на основе вышеприведённой статистики вводятся новые рубрикаторы для публикаций. Учитывая интерес подписчиков в области культурного отдыха, следует публиковать «Анонсы Петербурга», где будут представлены городские события: новые выставки, концерты, фестивали и т.д. Ещё одна рубрика «Петербург в фотообъективе» создаётся по причине выделения отдельной многочисленной целевой группы «фотографы», а также потому что пользователи сами делятся фотографиями в комментариях. В этой рубрике можно публиковать не только снимки знаменитых Ленинградских и Петербургских фотографов, но и выбирать фотографии подписчиков из «Предложенных записей». Выпускать данные посты стоит в 7 утра, подпись фотографии должна содержать менее 160 знаков. Таким образом контент станет вовлекающим и будет занято одно из самых пиковых по активности время, когда новости ещё не готовы к публикации.

Рубрика «Легенды Петербурга» отвечает интересам подписчиков в чтении. К публикации можно готовить отрывки легенд и мифов о Санкт-Петербурге. Данный контент также будет интересен приезжим гражданам. Рекомендуется рубрику сделать еженедельной, выпускать по субботам в 19:00, размер текста должен содержать более 1000 знаков. Также можно публиковать опросы по данной тематике. Это способствует не только вовлечению подписчиков, но и привлечению новых пользователей в сообщество.

Видео рекомендовано публиковать в будние дни в 19:00-23:00, так как такое сочетание типа контента и времени будет наиболее эффективным по вовлеченности подписчиков. Также выбранный диапазон позволяет выкладывать видео с текстом разного размера, в зависимости от необходимости сохранения связки видео+текст.

Воскресенье показывает высокий результат по посещаемости подписчиков, но в этот день в сообществе ничего не публикуется. Поэтому следует выпускать «Итоги недели» или «Топ-3 новости недели», в зависимости от возможностей отдела. Это поможет выполнить задачу в освещении деятельности Правительства СПб, покажет гражданам всю цепочку событий, совершённых государственными органами.

Для формирования доверия граждан к Правительству СПб, профильным органам власти необходимо оперативно отвечать на вопросы пользователей в комментариях. Для этого используется система «Инцидент-менеджмент», однако система имеет недоработки, поэтому важно проводить мониторинг комментариев и отвечать на вопросы компетентным представителям отделов пресс-службы.

Таким образом, для формирования стратегии продвижения Правительства Санкт-Петербурга необходимо учитывать особенности целевой аудитории, их интересы, которые можно определить по целевым сообществам; активность по времени посещения сообщества; активность по типу контента. Для эффективности продвижения стоит правильно сочетать время публикации, размер текста и тип контента. При нацеленности на разбавление новостного контента развлекательным необходимо учитывать специфику сообщества, контент должен быть связан с Санкт-Петербургом и деятельностью Правительства.

Список используемых источников:

1. Арендт Х. Что такое авторитет? // Между прошлым и будущим. Восемь упражнений в политической мысли / пер. с англ. и нем. Д. Аронсона. М.: Изд-во Института Гайдара, 2014. С. 136–142.

2. Open.gov.ru: [Электронный ресурс]. М., 2011-2020. URL: https://open.gov.ru/. (Дата обращения: 13.11.2020)

3. Глобальный отчёт Digital 2020: [Электронный ресурс] // Web-canape.ru. М., 15 октября 2020. URL: https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/. (Дата обращения: 13.11.2020)

Enikeeva E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Strategy of Promoting the Government of St. Petersburg on Social Networks.

In connection with the introduction of new concepts of communication between the state and society, it becomes necessary to search for new strategies for promoting state structures. The article discusses the features that must be taken into account when forming a promotion strategy for the Government of St. Petersburg. It also presents the results of an empirical study aimed at analyzing the existing promotion of the Government of St. Petersburg in social networks.

Key words: promotion, social networks, promotion strategy, Government of St. Petersburg.

УДК 378.048.2
ГРИНТИ 14.35.07

О РАЗРАБОТКЕ И РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ» В МАГИСТРАТУРЕ СПбГУТ

Е. П. Желтова, Н. В. Маршева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматриваются основные содержательные аспекты разработанной рабочей программы по английскому языку по направлению подготовки магистрантов в техническом вузе в контексте профессиональной и научной коммуникации. Описываются компетенции и результаты освоения, формы и методы обучения, направленность практических занятий, содержание зачетных средств и мероприятий. Анализируются отзывы студентов-магистрантов.

рабочая программа дисциплины, постдипломное образование, универсальные компетенции, модульная структура, иноязычная коммуникативная компетенция, «мягкие навыки».

В структуре общеобразовательных программ для второй ступени высшего образования в СПбГУТ дисциплина «Иностранный язык для научно-исследовательской работы» (ИЯ для НИР) появилась относительно недавно, в 2019/2020 учебном году, для направлений подготовки «11.04.01 - Радиотехника, 11.04.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «11.04.03 - Проектирование и технология радиоэлектронных средств». Изучение дисциплины «ИЯ для НИР» основывается на базе знаний, умений и компетенций, полученных студентами на предыдущем уровне образования. При этом, особое внимание уделяется роли универсальных компетенций (УК-4, УК-5), основанных на актуальных современных знаниях, наряду с навыками, личными качествами и самообразованием.

Индикаторами достижения данных компетенций являются:
Знания: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
Умения: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
Владения: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия, с применением профессиональных языковых форм, средств современных коммуникативных технологий.

При разработке РПД, её содержания (а также далее ФОС и учебного материала) с учётом её эффективности, главными задачами являлись не только разработать содержание программы новой дисциплины в соответствии с количеством часов, отведенных на её освоение, но и заложить интерес и мотивировать студентов к изучению и обучению иностранному языку для научных целей, научить думать и обобщать информацию, способствовать совершенствованию иноязычной коммуникативной компетенции, необходимой для осуществления научной и профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации. Отметим, что согласно учебному плану, на освоение серьёзной дисциплины отводится 72 часа, из них только 28 часов - на аудиторные занятия.

Таким образом, при разработке программы были учтены основные принципы: учет ФГОС ВО 3++; компетентностный подход; деятельностный подход при организации профессионально-ориентированных занятий; мониторинг результативности освоения содержания программы и сформированности языковой коммуникативной компетенции; технологичность и индивидуальность траектории движения по учебному курсу [1, 2, 3].

Для достижения цели преподавания дисциплины «ИЯ для НИР» были определены следующие задачи: формирование знаний об основах постдипломного образования и научно-исследовательской работы, о структуре, содержании и языковом оформлении научных текстов на иностранном языке, межкультурных и языковых особенностях и требованиях деловой и научной коммуникации; развитие когнитивных и исследовательских умений, умений по ведению устной и письменной коммуникации на профессиональную и научную тематику; развитие навыков реферирования и аннотирования текстов, приемами и техниками чтения научно-технической литературы; овладение культурой деловой и научной и публичной речи на английском языке.

При реализации дисциплины «ИЯ для НИР» было решено использовать модульное обучение, преимущества которого описаны в работах ряда отечественных педагогов-ученых (А.Н. Алексюк и С.А. Кашин; П.И. Третьяков и И.Б. Сенновский; М.А. Чошанов; Т.И. Шамова и др. [4, 5], в содержание дисциплины включить 4 раздела (см. Таблица 1).

В структурно-содержательном плане разделы условно разделены на четыре модуля, имеющие одинаковую структуру, но отличающиеся по объему и сложности материала, который распределяется в логической последовательности от простого к сложному.

На сайте вуза СДО СПбГУТ [6] представлены разработанные темы устных сообщений и типовые вопросы собеседований для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (УК-4,УК-5) по дисциплине «ИЯ для НИР».

Тестовые задания по дисциплине представлены подробно в ФОС рабочей программы дисциплины [7].

ТАБЛИЦА 1. Содержание дисциплины «ИЯ для НИР»

№	Раздел/тема ИЯ	Содержание раздела
1	Постдипломное образование	Высшее образование и ученые степени за рубежом. Процедура поступления в магистратуру за границей (резюме, самопрезентация на устном собеседовании).
2	Основы научно-исследовательской работы	Комплекс дескрипторов в образовании для ведения НИР. Основы научно-исследовательской работы. Типы, научные подходы, этапы и методы НИР.
3	Основы академического чтения и письма	Общая характеристика научного стиля речи. Языковые и межкультурные особенности научной коммуникации. Аналитический обзор научной статьи. Перевод и написание аннотации к выпускной квалификационной работе, аналитического обзора к научной статье. Визуальные опоры в письменных академических текстах.
4	Основы академического и профес-сионального взаимодействия	Научная конференция: цель и причины организации и участия в научных мероприятиях. Требования к представлению тезисов на конференцию. Лексико-синтаксические клише, используемые в научной дискуссии. Овладение этикой речевого общения в научной коммуникации на иностранном языке.

В перечень основной литературы, необходимой для освоений дисциплины входит авторское учебное пособие (Желтова Е.П., Маршева Н.В.) «Иностранный язык для научно-исследовательской работы: Английский для магистрантов, которое состоит из 4-х модулей и 4-х приложений, содержит разминку/дискуссию и обсуждение цитаты (Warm up), практические (Reading and Speaking) и самостоятельные задания (аудиторные и внеаудиторные для индивидуальной и парной работы) (Speaking Practice & Self-Training Exercises), тестовые задания (Tests).

Для успешной реализации данной программы на практических занятиях рекомендуется широко использовать активные и интерактивные форм обучения: метод проблемного изложения, метод групповой и совместной работы, чтение и обсуждение текстов, просмотр видеороликов и аудирование с последующим выполнением заданий по содержанию увиденного и услышанного, дискуссии, доклад, презентация, деловая игра, мини-исследования, пост-тест. Большое внимание уделено использованию разнообразных электронных инструментов для создания интерактивных заданий: интерактивная интеллект-карта, виртуальные доски, google документы и др.

Принимая во внимание особенности организации учебного процесса в 2020 году, разработка электронного курса стала неотложной задачей. В СДО СПбГУТ создан электронный курс «ИЯ для НИР» с учетом основных видов учебной деятельности. Так, на данный момент полностью

разработаны модули контроля (объект «тест»), творческая работа (объект «задание»), идет наполнение практических заданий. Дальнейшее наполнение Moodle- объектами будет продолжаться. Использование СДО позволяет решать вопрос мотивации студентов, реализовать индивидуальный подход, и, как следствие, повысить качество обучения.

Необходимо понимать, что ограниченное количество часов на аудиторные занятия не позволяет детально прорабатывать каждый пункт программы. Поэтому самостоятельная работа с учебным пособием, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, а также в СДО является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов критическое мышление.

ТАБЛИЦА 2. Анкета студентов

1. Знаете ли вы …
- профессиональную и деловую лексику?
- отличия академического и повседневного стиля коммуникации?
- языковые формулы или клише, используемые в деловой устной и письменной коммуникации, структуру резюме (CV) и сопроводительного/мотивационного письма (CL)?
- языковые формулы или клише, используемые для описания выводов и заключений в научных текстах, структуру академического текста, метаданные сопровождающие научную статью?
- лексические и грамматические особенности научно-технической литературы?
2. Умеете ли вы….
- выступать перед аудиторией / Public speaking skills?
- описывать и понимать графику на английском языке / Writing skills?
- составлять аннотацию, авторское резюме / Research skills?
- работать в команде / Team skills
- мотивировать людей сделать что-то / Motivational skills?
- учиться и самообучаться / Willingness to learn and self-learning skills?
3. Имеете ли вы ….
- желание учиться и самообучаться / Willingness to learn and self-learning skills?
- навык критического мышление / Critical thinking skills, «мягкие навыки» / Soft skills

В начале и конце первого года апробации учебной дисциплины студентам было предложено оценить имеющиеся у них знания и навыки, включая «soft skills», по пятибалльной шкале (в градации от отлично развиты до отсутствия данного параметра). Результаты анкетирования были внесены в сводную таблицу. Примерные вопросы анкеты представлены в таблице 2.

В заключении, отметим, что данная рабочая программа, может быть скорректирована по итогам периода апробации, но, опираясь на результаты студентов, их показатели анкетирования и отзывы студентов, уже прошедших обучение по данной программе, можно отметить её

эффективность. Согласно проведенному опросу, студенты отмечают ее полезность для научно-исследовательской работы, поскольку получили не только определенный запас лексики на иностранном языке, профессиональной, деловой и академической, но и развили навыки публичного выступления в рамках научной и профессиональной коммуникации, улучшили навыки работы в команде, а также проявили такие личностные качества, как ответственность, способность к самообразованию и креативность.

Список используемых источников

1. Министерство образования и науки РФ. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс]. URL: минобрнауки. рф (дата обращения 20.11.2020).

2. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ: Принят Гос. Думой 21 дек. 2012 г.; ред. от 01.05.2017. Режим доступа: http://zakon-ob-obrazovanii.ru/ (дата обращения 20.11.2020).

3. Фадель Ч., Бялик М., Триллинг Б. Ф15 Четырехмерное образование: Компетенции, необходимые для успеха / Чарльз Фадель, Майя Бялик, Берни Триллинг : Пер. с англ. - М.: Издательская группа «Точка», 2018. - 240 с.

4. Чошанов, М.А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения [Текст]: метод. пособие / М.А. Чошанов. - М.: Народное образование, 1996. - 160 с.

5. Шамова, Т.И. Управление образовательными процессами / Т.И. Шамова, Т.М. Давыденко, Г.Н. Шибанова. М.: Академия, 2002. 384 с.

6. Система дистанционного обучения по курсу «Иностранный язык для научно-исследовательской работы» [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://lms.spbgut.ru/course/view.php?id=935 (дата обращения 20.11.2020).

7. Информация о реализуемых образовательных программах СПбГУТ, аннотации к рабочим программам дисциплин [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.sut.ru/sveden/education#t16 (дата обращения 20.11.2020).

Zheltova E., Marsheva N.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Development and Implementation of the Discipline "Foreign Language for Research Work" in Master's Degree Program at Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication.

The article deals with substantive aspects of the discipline program in foreign language training developed for Master's Degree students at a technical university in the context of professional and scientific communication. The authors describe the competencies and learning outcomes, forms and methods of teaching, the content of practical classes and self-training. Feedback from postgraduate students and their achievements are analyzed.

Key words: academic discipline working program, postgraduate education, universal competencies, modular learning, foreign language communicative competence, soft skills.

.

УДК 659.4.011
ГРНТИ 19.71

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНТЕНТА ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ ВИРУСА COVID-19

А. В. Кульназарова , А. А. Лашова
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья включает в себя комплексное эмпирическое исследование, объектом изучения которого выступает интернет-активность высших учебных заведений в период режима самоизоляции, а также анализ полученных результатов. В этой связи представляется интересным изучение механизмов и особенностей коммуникации вузов с аудиторией в социальных сетях в период борьбы с covid-19, что, при правильном подходе, может способствовать повышению узнаваемости университетов, росту поступающих и улучшению конкурентных позиций на рынке образовательных услуг. В статье также говорится о перспективах исследования и практическом применении его результатов.

интернет, социальные сети, вузы, режим самоизоляции,covid-19.

По мере того, как интернет становится доступным широким слоям населения, интернет-коммуникация и технологии проникают во все сферы жизни общества, и не в последнюю очередь - в сферу образования. Речь идет как о разнообразных образовательных порталах, библиотеках и тому подобное, так и о сайтах образовательных учреждений: школ, лицеев, колледжей, университетов и т.д. Основными используемыми инструментами ОУ в интернет-среде являются корпоративные сайты, с недавнего времени обозначилась тенденция к созданию официальных представительств в социальных сетях. Социальные сети за последнее десятилетие стали распространенным инструментом коммуникации как в общественно-политической, коммерческой, так и в образовательной сфере.

Специфика социальных сетей позволяет организовать более неформальное общение и проследить, какая информация вызывает наибольший интерес у посетителей. На данный момент, многие вузы используют Интернет и социальные сети как собственную площадку для выстраивания процесса коммуникации со студентами и абитуриентами, а также как инструмент для повышения узнаваемости среди других вузов [1]. С помощью социальных сетей появляется перспектива создания или поддержания уже существующего позитивного имиджа университета и привлечения новых абитуриентов, что, в свою очередь, ведет к улучшение конкурентных позиций на рынке образовательных услуг.

Основой успешного продвижения в социальных сетях является качественный и актуальный для аудитории контент. Качественный контент

по мнению М. Стелзнера [2], должен быть релевантным, обучающим, легким для чтения и визуально привлекательным. Он призван вовлекать читателя в диалог и не должен содержать в себе явной рекламы. Университеты, будучи активными субъектами интернет-коммуникации, должны продумывать контентную стратегию с учетом интересов всех целевых аудиторий.

Целью эмпирического исследования было выявление механизмов и особенностей коммуникации вузов с аудиторией в период борьбы с COVID-19.

Предметом исследования выступили особенности контента в официальных группах технических вузов Санкт-Петербурга в социальной сети «ВКонтакте» в период режима самоизоляции.

В рамках исследования были реализованы следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ контента следующих технических вузов Санкт-Петербурга: СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Университет ИТМО, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого в социальной сети «ВКонтакте».
2. Осуществить анализ активности подписчиков данных технических вузов, а также охвата и вовлеченности в период самоизоляции.
3. Проанализировать дальнейшие перспективы развития по каждому из вузов на основании полученных результатов.

Исследование проводилось на примере социальной сети «ВКонтакте». В качестве респондентов были выбраны 4 официальные группы технических вузов г. Санкт-Петербурга: СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Университет ИТМО, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Весь контент в каждой официальной группе был проанализирован и разделен на следующие тематики: развлекательный и информационный. В информационный контент входят: репутационный, новостной, жизнь вуза. Также были проанализированы: количество уникальных посетителей в период с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года и в период с 1 сентября по 30 октября 2020 года, количество подписчиков, самые популярные посты за исследуемый период. По результатам исследования было обнаружено следующее:

Исходя из Рис.1, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в период с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года пришлось 40% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 60%. В него вошли: репутационный (35%), новостной (5%), жизнь вуза (20%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 2367 до 3146 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 7%, вовлеченность выросла на 10%.

1. СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Рис. 1 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в период с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года

Рис. 2 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в период с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года

Исходя из Рис.2, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в период с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года пришлось 28% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 72%. В него вошли: репутационный (42%), новостной (20%), жизнь вуза (10%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 3978 до 4260 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 3%, вовлеченность выросла на 7%.

2. Университет ИТМО

Рис. 3 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» Университета ИТМО в период с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года

Исходя из Рис.3, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» Университета ИТМО с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года пришлось 65% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 35%. В него вошли: репутационный (17%), новостной (2%), жизнь вуза (16%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 2365 до 2790 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 3%, вовлеченность выросла на 7%.

Рис. 4 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» Университета ИТМО в период с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года

Исходя из Рис.4, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» Университета ИТМО 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года пришлось 25% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 85%. В него вошли: репутационный (17%), новостной (44%), жизнь вуза (24%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 3010 до 3523 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 4,75%, вовлеченность выросла на 8,32%.

3. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Рис. 5 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в период с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года

Исходя из Рис.5, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года пришлось 20% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 80%. В него вошли: репутационный (25%), новостной (40%), жизнь вуза (15%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 2009 до 2390 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 5,5%, вовлеченность выросла на 7,1%.

Рис. 6 Соотношение контента в официальной группе «ВКонтакте» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в период с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года

Исходя из Рис.6, на развлекательный контент в официальной группе «ВКонтакте» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года пришлось 23% от всей публикуемых постов за исследуемый промежуток времени. На информационный – 77%. В него вошли: репутационный (13%), новостной (38%), жизнь вуза (26%). Общее количество уникальных посетителей в выбранный период увеличилось с 2009 до 2390 человек в день. Количество отметок «Мне нравится» увеличилось на 3%, вовлеченность выросла на 5,6%.

Резюмируя все вышесказанное, грамотную стратегию распределения контента показали СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Университет ИТМО, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Здесь, несмотря на то, что соотношение типов контента было различным, замечено как увеличение вовлеченности подписчиков, так и их активность. Различные показатели в вузах в два разных периода (с 15 марта 2020 года по 30 апреля 2020 года и с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года) обусловлены тем, что в период с 1 сентября 2020 года по 30 октября 2020 года проводилась информационная кампания среди студентов, поступивших на первый курс.

Таким образом, планируя дальнейшее развитие официальных групп в социальных сетях, важно учитывать не только предпочтения аудитории, но и обстоятельства в мире. Более продуктивной является стратегия

«подстраивания» под изменяющиеся условия, а также ориентацию на диалог и свою целевую аудиторию.

Список используемых источников:

1. Прохоров А.В. Специальное событие как инструмент продвижения образовательных услуг // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2014. — Вып. 4 (132). — С. 49-53.
2. Невоструев Петр Юрьевич, Каптюхин Роман Викторович Контент-стратегия интернет-маркетинга в контексте глобализации // Теория и практика общественного развития. 2014. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontent-strategiya-internet-marketinga-v-kontekste-globalizatsii (дата обращения: 13.11.2020).
3. Солдаткин В.И., Лобачев С.Л. Online-университет на базе LMS Moodle // Высшее образование в России. 2009. № 9. С. 103-110.
4. Nigel Morgan; Graham Jones; Ant Hodges. Social Media. The Complete Guide to Social Media From The Social Media Guys. 2012

Lashova A., Kulnazarova A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Comparative Analysis of the Content of Higher Education Institutions in Social Networks in the Context of the COVID-19 Pandemic.
The article includes a comprehensive empirical study, the object of which is the Internet activity of higher education institutions during the period of self-isolation, as well as an analysis of the results obtained. In this regard, it is interesting to study the mechanisms and features of communication between universities and the audience in social networks during the fight against COVID-19, which, with the right approach, can help increase the recognition of universities, increase enrollment and improve competitive positions in the market of educational services. The article also discusses the prospects of the research and the practical application of its results.

Key word: Internet, social networks, universities, self-isolation, covid-19.

УДК 659.1
ГРНТИ 19.71

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНЛАЙН И ОФЛАЙН ТЕХНОЛОГИЙ ПРОДВИЖЕНИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

А. А. Меркушев, В. С. Правдивцев
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается классификация онлайн и офлайн рекламы. Анализируется эффективность каждого из видов рекламного продвижения, проводится их анализ. Все исследования проводятся с учетом особенностей малого предпринимательства. В конце статьи демонстрируется применение рассматриваемых методов продвижения на примере бренда одежды.

интернет, малое предпринимательство, PR каналы, рекламная кампания, онлайн реклама, офлайн реклама.

Развитие малого бизнеса благоприятно сказывается на экономике государства, благодаря малому бизнесу создается конкурентная среда, создаются дополнительные рабочие места и происходит расширение потребительского сектора. Помимо этого, развитие малого предпринимательства, насыщает рынок товарами и услугами, а также повышает экспортный потенциал [3].

Малый бизнес в современных реалиях является очень гибким и конкурентоспособным. Однако ряд проблем, такие как: неустойчивость малого предпринимательства, нехватка финансирования, ограниченность в человеческих ресурсах и другие, заставляют предпринимателей использовать недорогие методы продвижения PR. Поэтому анализ онлайн и офлайн технологий продвижения в рамках малого бизнеса, является крайне полезным и актуальным.

Уже на протяжении долгого времени ведутся споры, какие же PR каналы являются наиболее эффективными в рамках малого бизнеса – интернет-каналы или традиционные каналы. Оффлайн реклама в основном предполагает работу на длительной дистанции, в то время как онлайн инструменты продвижения основываются на быстрых и импульсных решениях [7]. В каждом из вариантов продвижения есть свои плюсы и минусы, которые и будут сейчас рассмотрены.

Рассмотрим классификацию офлайн рекламы:

1. Печатная (различные объявления в газетах, афиши, плакаты, листовки, календари и др.)
2. Телевизионная (ролики на всевозможных телеканалах)
3. Наружная (реклама на транспорте, билборды и др.)
4. Реклама на радио (радио объявления)

Теперь, рассмотрим классификацию онлайн рекламы:

1. Баннерная (графическая реклама на различных ресурсах
2. Контекстная (реклама конкретных товаров)
3. Тизерная (реклама в виде текста и картинки на сайте)
4. Вирусная (рекламные ролики распространяющиеся посредством соцсетей)

Малое предпринимательство, это очень рисковое и тонкое занятие, где каждая ваша ошибка на раннем этапе, может погубить весь бизнес. Поэтому выбирая какими же рекламными каналами стоит пользоваться, крайне важно проследить их эффективность. Эффективность онлайн и офлайн рекламы представлена в Таблице 1, там проводится анализ по каждой характеристике рекламных каналов. (См. Таблица 1).

Изучая результаты таблицы, можно сделать поспешный вывод что онлайн каналы намного эффективнее традиционных, но это не совсем так. При оценке стоимости эфирного времени на радио или телевидение, можно задуматься, что за неэффективные инструменты продвижения, такие суммы денег платить не будут. Действительно, реклама в интернете продвигается удобнее и дешевле, но все зависит от целевой аудитории, которую вы хотите привлечь. Если ваш потребитель предпочитает слушать радио или смотреть телевизор, то естественно основной упор будет сделан на креативность именно в офлайн рекламе. Поэтому здесь очень важен баланс между рекламными каналами, дабы обхватить всю аудиторию и привлечь наибольшее внимание к вашему продукту.

Примером того, что для успешного продвижения важно комбинировать рекламные технологии, является бренд одежды «Zaryad». Пообщавшись с одним из его основателей, я выяснил, что основной поток пользователей привлекается именно интернет рекламой и публикациях в различных социальных сетях. Но используя креативный подход в офлайн рекламе, используя красиво оформленные листовки со «стикерами», а также присылая своим покупателям письма в конвертах с символикой бренда, они начинают привлекать аудиторию, которая при иных обстоятельствах даже не обратила бы внимания на такую одежду.

ТАБЛИЦА 1. Эффективность онлайн и офлайн рекламы

Характеристика	**Офлайн реклама**	**Онлайн реклама**
Охват аудитории	Охват будет ограничен местом распространения рекламы	Интернет никак не ограничивает вашу аудиторию и продукт может рекламироваться по всему земному шару
Скорость распространения	Чтобы охватить вашу целевую аудиторию понадобиться длительное время и навыки ведения рекламной кампании	Скорость крайне высокая и ее всегда можно повысить засчет финансовых вложений
Стоимость рекламы	Офлайн реклама является дорогостоящей, т.к. используются такие носители как рекламные щиты, реклама на ТВ, радио и др.	Реклама более дешевая по сравнению с традиционной, ибо цена варьируется только в рамках известности и авторитетности сайтов, где она распространяется
Контроль и мониторинг	Невозможно точно определить, насколько эффективно продвигается рекламная кампания	Очень простой мониторинг, засчет постоянной онлайн статистики по охвату людей, действий на сайте и т.д.

Временные ограничения	Продвижение ограничивается рамками телеэфиров, радиоэфиров и печатных изданий, которые транслируют рекламу согласно определенному графику	Временные ограничения отсутствуют, вашу рекламу могут наблюдать 24 часа в сутки
Возможность корректировки	Требуется множество усилий и средств для корректировки уже идущей рекламной кампании	Рекламу можно настроить в любой момент, и подстроить ее под требуемые условия
Транслирования рекламы	Есть ограничения в рамках трансляции рекламы и ее нужно подстраивать под условия рекламодателей и целевую аудиторию	Реклама транслируется всем и в любое время без ограничений

Сочетая онлайн и офлайн методы продвижения, они добились значительного повышения продаж, а также высокой лояльности со стороны покупателей, и сейчас они являются одними из лидеров в сфере «уличных» брендов одежды.

Важно помнить, что любое продвижение требует огромное количество затрат денег, сил и времени, поэтому нужно тщательно рассматривать все варианты рекламы своего продукта. Проанализируйте аудиторию, узнайте по каким каналам, продвижение будет для вас наиболее эффективным и стройте свою успешную рекламную кампанию.

Список используемых источников

1.Алексеев А. А. "Внешние" факторы маркетинга в сети // Мир Интернет, 1998

2. Вердиян, Вадим Секреты успешного интернет-маркетинга / Вадим Вердиян. - М.: Книжный мир, 2011. - 160 с.

3. Мачадо Р. Маркетинг для малых предприятий. - СПб.: Питер Паблишинг. 1998. –288с.

4. Виды рекламы: онлайн и офлайн, 2020. [Электронный ресурс] URL: https://aptxt.com/vidy-reklamy-onlajn-i-oflajn.html/ (Дата обращения 10.11.2020);

5. Онлайн против офлайна, 2020. [Электронный ресурс] URL: https://abreview.ru/marketing/articles/online_vs_offline/ (Дата обращения 12.11.2020);

6. Особенности малого предпринимательства, 2020. [Электронный ресурс] URL: https://spravochnick.ru/ekonomika/predprinimatelstvo_vidy_predprinimatelskoy_deyatelnosti/osobennosti_malogo_predprinimatelstva/ (Дата обращения 12.11.2020);

7. Эффективность онлайн и офлайн рекламы, 2020. [Электронный ресурс] URL: https://actualmarketing.ru/management/cost-effective-online-and-offline-advertising/ (Дата обращения 15.11.2020);

Merkushev A., Pravdivcev V.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Comparative Analysis of Online and Offline Small Business Promotion Technologies. The article discusses the classification of online and offline advertising. The effectiveness of each type of advertising promotion is analyzed. All studies are carried out considering the characteristics of small businesses. At the end of the article, the application of the considered methods of promotion is demonstrated using the example of a clothing brand.

Key words: Internet, small business, PR channels, advertising campaign, online advertising, offline advertising.

УДК 328.327
ГРНТИ 11.25.91

ОТНОШЕНИЯ США И ИЗРАИЛЯ В ПЕРИОД ПРЕЗИДЕНТСТВА ДОНАЛЬДА ТРАМПА

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

За время своего президентства Дональд Трамп сделал несколько значимых шагов, касающихся американо-израильских отношений. Американский лидер перенес посольство США из Тель-Авива в Иерусалим, признал суверенитет Израиля над Голанскими высотами, выступил посредником в заключении соглашений о нормализации отношений между Израилем и Объединенными Арабскими Эмиратами и Бахрейном и предложил план по ближневосточному урегулированию, который палестинская сторона отвергла. Подобные действия Дональда Трампа вызывали противоположную реакцию у разных стран региона и мира.

США, Израиль, Дональд Трамп, Ближний Восток, палестино-израильский конфликт

За время своего пребывания на посту президента Соединенных Штатов Америки Дональд Трамп сделал несколько значимых политических шагов в отношении государства Израиль. Необходимо отметить перенос американского посольства из Тель-Авива в Иерусалим, признание суверенитета Израиля над Голанскими высотами и посредничество американского лидера в урегулировании отношений между Израилем и рядом арабских государств. Также заслуживает внимания неосуществившийся план по урегулированию палестино-израильского конфликта - «План США по ближневосточному урегулированию», который иногда называют «Сделкой века».

14 мая 2018 года в Иерусалиме открылось американское посольство. Ровно 70 лет назад в этот день было объявлено о создании государства Израиль. В начале прошлого века Палестина перешла под управление Великобритании в результате выдачи Лигой Наций мандата Соединенному Королевству. Но в 1947 году ООН была принята резолюция 181, целью которой было прекращение британского мандата и создание на данной территории двух независимых государств: еврейского и арабского, а Иерусалим получил особый международный статус. В ходе арабо-израильской войны восточная часть Иерусалима перешла под контроль Иордании, а западная часть города под контроль Израиля. Вскоре Израиль объявил Иерусалим своей столицей, а в результате Шестидневной войны в 1967 году израильское государство получило контроль над всем городом, что, однако, не было признано большей частью международного сообщества.

Ещё в 1995 году Конгресс США принял закон о переносе американского посольства из Тель-Авива в Иерусалим, однако ни Билл Клинтон, ни Джордж Буш-младший, ни Барак Обама на такой шаг не пошли. Статус Иерусалима является «болезненным» вопросом в палестино-израильском конфликте и ожидаемо, что любые изменения в данном вопросе всколыхнут общественность обеих конфликтующих сторон. Несмотря на то, что сначала Дональд Трамп отложил перенос дипломатической миссии в Иерусалим, в итоге он все же исполнил закон 1995 года, реализацию которого откладывали все его предшественники.

14 мая 2018 года американское диппредставительство было открыто в Иерусалиме.[1] На церемонии открытия с израильской стороны присутствовали премьер-министр Израиля Биньямин Нетаньяху, а также президент страны Реувен Ривлин и, на тот момент, спикер Кнессета Юлий Эдельштейн. Дональд Трамп на церемонию не приехал, однако данное знаковое для Израиля событие посетила помощник президента США - его дочь Иванка Трамп и зять Дональда Трампа - старший советник президента Джаред Кушнер, а также министр финансов США Стивен Мнучин. Сам американский лидер записал видеообращение, в котором отметил, что Иерусалим является столицей Израиля и что США готовы содействовать достижению соглашения о мире в данном регионе.

Для израильтян и палестинцев вопрос о статусе Иерусалима является критичным в существующем конфликте. Палестинцы не намерены признавать суверенитет Израиля над всей территорией города, а хотят сделать восточный Иерусалим столицей своего государства.

Перенос американского посольства привел к обострению столкновений между палестинцами и израильской армией на границы Израиля и сектора Газа.

В целом, международное сообщество призвало США отказаться от переноса своего диппредставительства в Иерусалим - лидеры некоторых стран считают, что перенос американского посольства вызовет напряженность в регионе и затруднит мирный процесс.

Так как статус Иерусалима является спорным и острым вопросом в палестино-израильском конфликте, подобные действия американского лидера, как перенос посольства в Иерусалим, заставляют считать, что Дональд Трамп встал на сторону Израиля. А также, что, несмотря на неодобрение со стороны международного сообщества, Дональд Трамп реализовал закон 1995 года, исполнение которого до него откладывали три американских президента.[2]

Ещё одним шагом, предпринятым Дональдом Трампом на посту президента США, который заставляет говорить об американском президенте как о союзнике Израиля, является признание суверенитета Израиля над Голанскими высотами. Необходимый документ он подписал в марте 2019 года. О своем намерении Дональд Трамп заявил за несколько дней до этого в соответствующем сообщении в своем Твиттере. Церемония подписания документа прошла в Белом доме с участием премьер-министра Израиля Биньямина Нетаньяху.

Голанские высоты – это горное плато, которое находится на границе Израиля и Сирии. После Шестидневной войны в 1967 году большая часть этой территории оказалась под израильским контролем. В 1981 году Израиль провозгласил суверенитет над этими территориями, однако Совет Безопасности ООН не признал данное решение.

Голанские высоты важны в стратегическом плане для обоих государств из-за своего географического расположения. Решение Дональда Трампа сразу вызвало ожидаемое осуждение со стороны сирийских властей.

Решение Дональда Трампа о признании суверенитета Израиля над Голанскими высотами, так же как и признание Иерусалима столицей израильского государства, идут вразрез с мнением по данным вопросам соседних арабских государств, международным сообществом и ООН.

Ещё одним историческим событием, случившимся при посредничестве Дональда Трампа, является подписание соглашений о нормализации отношений между Израилем и Объединенными Арабскими Эмиратами и Бахрейном. Подписание соглашений прошло в Белом доме в сентябре 2020 года.

Перед подписанием соглашений премьер-министр Израиля заявил о том, что данные соглашения поспособствуют налаживанию отношений с другими арабскими странами и помогут завершить арабо-израильский конфликт. Согласно договоренностям по данным соглашениям, Израиль приостановит распространение своего суверенитета на еврейские поселения на Западном берегу реки Иордан.

Значимость данных соглашений заключается и в том, что до подписания соглашений с ОАЭ и Бахрейном из арабских стран у Израиля были налажены дипломатические отношения только с Египтом и Иорданией, и то, они были оформлены ещё в прошлом веке. Поэтому для ближневосточного региона это важное событие, так как с 1994 года (соглашение с Иорданией) никто в арабском мире не сделал подобного шага.

Также Судан - еще одно государство арабского мира - заявил о готовности нормализовать отношения с Израилем.

Для главы Белого дома Дональда Трампа это тоже значимое событие, так как будучи посредником в достижении нормализации отношений между данными странами, американский лидер смог показать себя как политик, способный примирить конфликтующие стороны.

Стоит отметить и план США по ближневосточному урегулированию, его также называют «Сделкой века», который в начале 2020 года был предложен США для урегулирования палестино-израильского конфликта.[3]

Реакция конфликтующих сторон на данный план оказалась противоположной – руководство Израиля считает, что «Сделка века» хорошо отразится на израильтянах, а руководство Палестины, в свою очередь, отвергло план.

Среди пунктов «сделки» значится взаимное признание двух государств. Уделяется внимание и статусу Иерусалима. Согласно плану, весь Иерусалим должен быть признан столицей Израиля, однако на восточной окраине города палестинцы могут основать свою столицу. Также среди пунктов «Сделки века» отказ палестинских властей от поддержки радикального движения ХАМАС, которое должно быть разоружено. США также готовы выделить 50 млрд. долларов в рамках урегулирования.

Учитывая реакцию палестинской стороны, сложно представить, что «Сделка века» может быть реализована.

Рассмотрев значимые события в американо-израильских отношениях за время президенства Дональда Трампа, можно прийти к выводу, что Д. Трамп в вопросах, касающихся Ближнего Востока и Израиля, поддерживал сторону государства Израиль, реализовав стремления израильского руководства и сделав то, на что не пошли предшественники Д. Трампа.

Д. Трамп старался укрепить отношения с Израилем и сделать Израиль надежным союзником на Ближнем Востоке.

С одной стороны, в рамках отношений с Израилем и ситуацией на Ближнем Востоке, он показал себя как политик, который готов пойти против мнения других участников конфликта и международного сообщества, с другой стороны, как политик, способный наладить дипломатические отношения между конфликтующими сторонами.

Для Дональда Трампа это было важно и потому, что в 2020 году он готовился к переизбранию в Белый дом. И учитывая, что в 2020 году в США проходят президентские выборы, в случае проигрыша Дональда Трампа политика США в отношении Израиля может кардинально измениться, что понимают все стороны. Руководство Израиля благодарно Д. Трампу за его позицию по некоторым важным для Израиля вопросам, при посредничестве американского лидера израильское государство расширило свои дипломатические связи на Ближнем Востоке, что не происходило давно. Но, когда Овальный кабинет займет другой

американский политик, сложно будет предугадать, как это отразится на американо-израильских отношениях.

Список используемых источников

1. США открыли посольство в Иерусалиме // ТАСС: Новости в России и мире URL: https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/5198435 (дата обращения: 12.11.20).
2. Васецова Е.С. Вопрос о статусе Иерусалима в геополитической ситуации на Ближнем Востоке // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: История и политические науки. - 2018. - №5. - С. 251-260.
3. "Сделка века" по ближневосточному урегулированию. Что думают в мире о предложениях Трампа // ТАСС: Новости в России и мире URL: https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/7630871 (дата обращения: 15.11.20).

Perevozchikova V.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Relations Between the United States and Israel During the Presidency of Donald Trump.

During presidency, Donald Trump has taken several significant steps regarding US-Israeli relations. The American leader moved the US embassy from Tel Aviv to Jerusalem, recognized Israel's sovereignty over the Golan Heights, mediated agreements on the normalization of relations between Israel and the United Arab Emirates and Bahrain, and proposed a plan for a Middle East settlement, which was rejected by the Palestinian side. Such actions of Donald Trump caused the opposite reaction from different countries of the region and the world.

Key words: USA, Israel, Donald Trump, Middle East, Israeli-Palestinian conflict.

УДК 327.35
ГРНТИ 19.51.91

СЮЖЕТЫ КАРАБАХСКОГО КОНФЛИКТА: КАК ОН ОСВЕЩАЕТСЯ В РОССИЙСКОЙ И АМЕРИКАНСКОЙ ПРЕССЕ

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

В статье обозначена ретроспектива событий карабахского конфликта, начиная с начала XX века и по настоящий момент, отмечена суть конфликта, позиции сторон и попытки урегулирования карабахского вопроса. Проведено исследование, нацеленное на выявление заинтересованности России и США в отношении вооруженного конфликта в Нагорном Карабахе через призму российских и американских печатных СМИ. Продемонстрированы результаты исследования по запросам и содержательному контенту новостных публикаций на тему карабахского конфликта в российской и американской прессе.

конфликт, военный конфликт, межэтнический конфликт, Нагорный Карабах, Нагорно-Карабахская Республика, Закавказье, Армения, Азербайджан, спорные территории, СМИ, российская пресса, американская пресса.

Нагорно-Карабахский конфликт считается многовековым этнополитическим конфликтом в Закавказском регионе. Территория Нагорного Карабаха, расположенная на границах Армении и Азербайджана, до настоящего времени считается спорной. Дата основания самопровозглашённой республики приходится на 2 сентября 1991 год [1].

В начале XX века в Закавказском регионе проживали преимущественно армяне. В 1917 году по причине революции и последующего распада Российской империи в Закавказье были провозглашены три независимых государства, включая Азербайджанскую республику, в состав которой вошли территории Нагорного Карабаха. После чего, армянское население Карабахского региона отказалось подчиняться новым азербайджанским властям. В 1917 году на Первом съезде армянского населения в Нагорном Карабахе был учрежден армянский национальный совет. Конфликт за карабахскую территорию продолжался вплоть до установления в Азербайджане советской власти. В 1920 году территории Нагорного Карабаха были заняты азербайджанской стороной, но спустя несколько месяцев армянское вооруженное сопротивление было подавлено благодаря советским войскам [4].

Итак, в 20-е г. XX столетия населению Нагорного Карабаха было предоставлено право на самоопределение, однако, территория фактически оставалась подвластной азербайджанской стороне. Таким образом, с начала XX века в Закавказском регионе периодически вспыхивали как массовые беспорядки, так и вооруженные столкновения.

В 80-е годы XX века в период горбачёвской перестройки происходит новый виток накала неразрешенного конфликта в Нагорном Карабахе. Тот период характеризовался бумом идей национальной идентичности среди народов, проживающих на территориях бывшего СССР. Так в 1987 году недовольство армянского населения Нагорного Карабаха по отношению к проводимой азербайджанскими властями социально-экономической политике резко возросло. Предпринятые меры азербайджанским руководством на ситуацию, в целом, не повлияли. В этот период были отмечены нарастающие массовые забастовки студентов и в крупном Нагорно-Карабахском городе – Степанакерте – были проведены многотысячные националистические митинги. Как следствие, большой процент азербайджанского населения уехал из страны. Также в результате значительных армянских погромов на территории Азербайджана резко возросло число беженцев. В результате, областной совет Нагорного Карабаха принял решение о выходе из состава Азербайджана, что послужило причиной для разрастающегося вооруженного конфликта между армянами и азербайджанцами в 1988 году. Территория Нагорного Карабаха все же вышла из-под контроля Азербайджана, однако, решение по ее статусу было отложено на неопределенное время [9].

В 1991 году в карабахском регионе были зафиксированы военные действия с многочисленными потерями с обеих сторон. В следствии чего, договоренности о полном прекращении огня и урегулировании теперь уже вооруженного конфликта удалось достичь только в 1994 году при помощи России, Киргизии и Межпарламентской Ассамблеи СНГ в Бишкеке [6]. Как результат, Азербайджан фактически потерял контроль над территориями Нагорного Карабаха, однако, официально Баку до настоящего времени признает карабахский регион оккупированной территорией [8].

Резкое возобновление этнополитического конфликта в Нагорном Карабахе вспыхнул в августе 2014 года, когда стычки на армяно-азербайджанской границе произошли между предпринятыми военными действиями двух государств. Как сообщал «Коммерсантъ»: «В ноябре 2014 года отношения между Арменией и Азербайджаном резко обострились после того, как в Нагорном Карабахе азербайджанские военные сбили армянский вертолет Ми-24». На протяжении года неоднократно сообщалось о погибших и раненых в зоне вооруженного конфликта [8].

Сегодня снова повесткой дня стал вопрос о разгоревшемся карабахском конфликте. В отечественных и зарубежных СМИ ежедневно освещаются события вооруженных действий на территории Нагорного Карабаха. Согласно исследованию, подготовленного компанией Lexis Nexis (рис. 1), наиболее активно в мире о карабахских событиях пишут в России - более 82 тысяч упоминаний за месяц, на втором месте - США (около 27 тысяч упоминаний), далее идут страны Европы -

Великобритания (около 15 тысяч упоминаний), Германия (порядка 12 900 тысяч упоминаний) и Франция (порядка 6 тысяч упоминаний) [5].

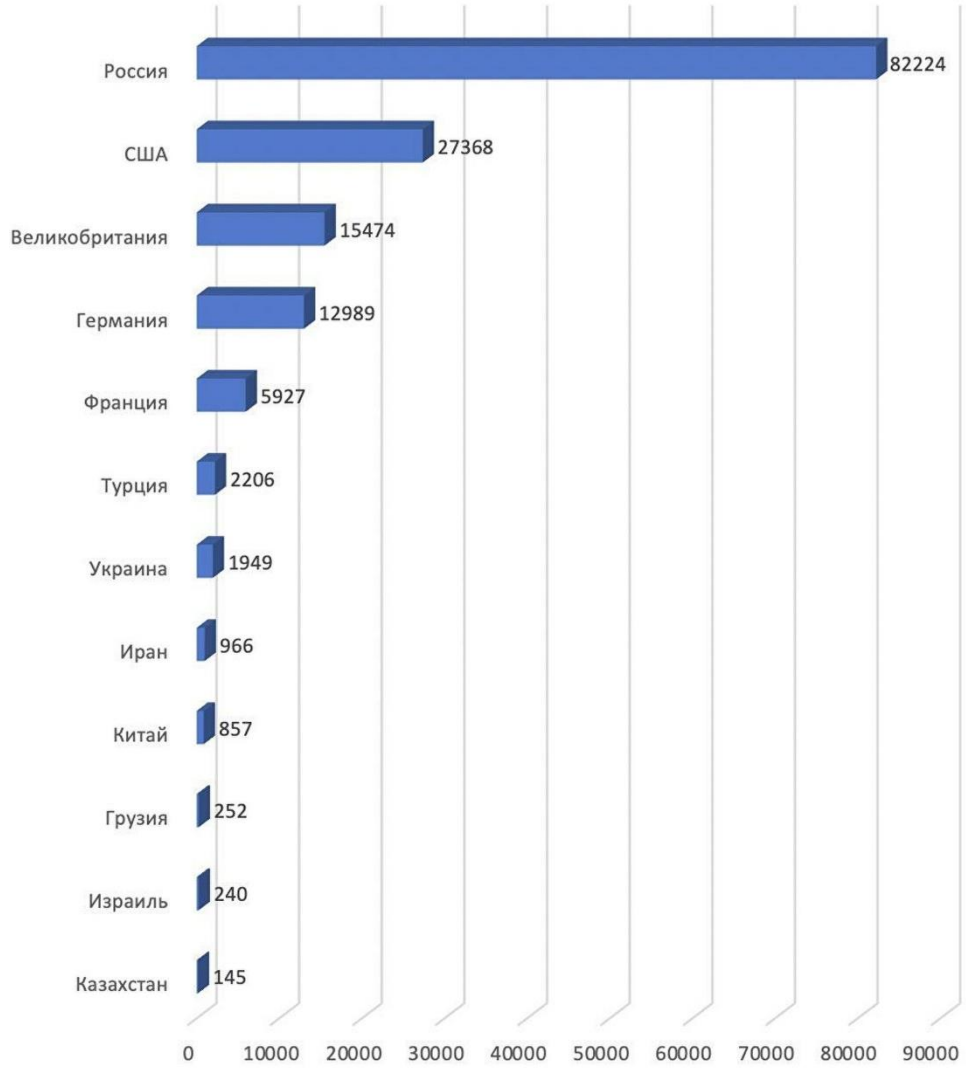


Рис. 1. Освещение Карабахского конфликта в зарубежных странах (общее количество упоминаний за период с 20 сентября по 20 ноября 2020)

Поскольку лидирующие позиции по вопросу освещения сюжетов карабахского конфликта занимают российские и американские СМИ, есть смысл провести исследование по вопросу конфликта в Нагорном Карабахе, опираясь на материалы из печатных СМИ РФ и США.

Согласно Медиалогии, на 2020 год в России на первое место вышла газета «Известия», следующим по списку идет «Коммерсантъ» [7]. В США по результатам исследования Agility. PR-solutions лидирующие позиции занимают «New York Post» и «The Wall Street Journal» соответственно [12]. Для дальнейшего исследования были использованы указанные выше источники.

Итак, в период с 5 сентября по 5 ноября 2020 года печатное издание «Известие» опубликовало 565 материалов по запросу «Карабах», 973 –

«Карабахский конфликт» и 521 материал с запросом по теме «военные действия в Нагорном Карабахе» [2]. В газете «Коммерсантъ» по запросу «Карабах» в указанный ранее период было найдено 600 материалов, «Карабахский конфликт» – 272 документа и по запросу «военные действия в Нагорном Карабахе» – 226 соответственно [3]. Российская пресса демонстрирует взвешенный равноудаленный подход в отношении сторон карабахского конфликта. Преимущественно публикации посвящены сюжетам вооруженных действий на оспариваемой территории Армении и Азербайджана; позициям официальных Еревана и Баку относительно карабахского конфликта; готовности обеих конфликтующих сторон остановить военные действия на территории Нагорного Карабаха; обсуждению ситуации в Закавказском регионе лидерами государств, включая Российскую Федерацию; попыткам урегулирования конфликта со стороны ООН и возможному введению миротворцев в Нагорно-Карабахский регион. Превалирующее количество публикаций в российских печатных СМИ носят нейтральный характер.

Говоря об американских печатных СМИ, «New York Post» опубликовал 21 новость, связанную с запросом «Karabakh», «Nagorno-Karabakh conflict» – 15 публикаций и по запросу «military actions in Nagorno-Karabakh» было найдено 2 новости [10]. «The Wall Street Journal» опубликовал 25 материалов на тему «Karabakh», 21 публикацию по запросу «Nagorno-Karabakh conflict» и 4 новости с упоминанием «military actions in Nagorno-Karabakh» [11]. Была отмечена порядком сдержанная позиция американской стороны по отношению к конфликту в Нагорном Карабахе. Американские печатные СМИ довольно часто освещают реакцию лидеров РФ, преимущественно господина Путина и господина Лаврова, в отношении конфликта в Нагорном Карабахе; действия российской стороны в карабахском вопросе и возможные последствия конфликта для России. В публикациях прессы США чувствуется перевес в сторону интересов армянской стороны.

Таким образом, выявлен ощутимый разрыв упоминаний о вооруженном конфликте в Карабахском регионе, отраженных в газетных изданиях России и США. Сравнив лидеров российских и американских печатных СМИ и подсчитав в них количественное соотношение публикации, можно сделать вывод, что российская сторона в большей мере сконцентрирована на освещении вооруженного конфликта в Нагорном Карабахе, чем американская пресса. Однако печатные издания США демонстрируют менее нейтральное отношение к карабахскому конфликту, чем российская пресса, расставляя акцент преимущественно в сторону интересов Армении. Также в американском печатном СМИ, главным образом в газете «The Wall Street Journal», довольно часто фигурирует отсылка на роль России в карабахском конфликте, реакцию Кремля на

происходящие события в Закавказском регионе и предполагаемые последствия конфликта в Нагорном Карабахе для российской стороны.

Список использованных источников

1. Декларация о провозглашении НКР [Электронный ресурс] // Министерство иностранных дел Республики Арцах. – 2020. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20121107045117/http://nkr.am/ru/declaration/10/ (дата обращения: 05.11.2020).
2. Известия (2020) (https://iz.ru/) (дата обращения: 04.11.2020).
3. Коммерсантъ (2020) (https://www.kommersant.ru/) (дата обращения: 04.11.2020).
4. Нагорно-Карабахская проблема [Электронный ресурс] // Министерство иностранных дел Республики Армения. – 2020. – Режим доступа: https://www.mfa.am/ru/nagorno-karabakh-issue (дата обращения: 03.11.2020).
5. Опубликовано исследование об освещении в СМИ ситуации в Карабахе [Электронный ресурс] // РИА Новости. – 2020. – Режим доступа: https://ria.ru/20201028/karabakh-1581906510.html (дата обращения: 03.11.2020).
6. Пряхин В.Ф. И снова Карабах // Международная жизнь. 2016. №7. С. 123-128.
7. Топ-10 самых цитируемых газет - сентябрь 2020 [Электронный ресурс] // Медиалогия. – 2020. – Режим доступа: https://www.mlg.ru/ratings/media/federal/7804/#gazeti (дата обращения: 05.11.2020).
8. Что нужно знать о конфликте в Нагорном Карабахе. Ключевые моменты противостояния Азербайджана и Армении [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. – 2014. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/2955509 (дата обращения: 05.11.2020).
9. Что случилось в Нагорном Карабахе? Отвечаем на главные вопросы [Электронный ресурс] // BBC New. Русская служба. – 2020. – Режим доступа: https://www.bbc.com/russian/features-54427054 (дата обращения: 05.11.2020).
10. New York Post (2020) (https://nypost.com/) (дата обращения: 05.11.2020).
11. The Wall Street Journal (2020) (https://www.wsj.com/) (дата обращения: 05.11.2020).
12. Top 10 U.S. Newspapers by Circulation [Электронный ресурс] // Agility. PR-solutions. – 2020. – Режим доступа: https://www.agilitypr.com/resources/top-media-outlets/top-10-daily-american-newspapers/ (дата обращения: 04.11.2020).

Rachkova D.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

The Karabakh Conflict Episodes: how Russian and American Press Coverage It.

The article describes a retrospective of the events of the Karabakh conflict, starting from the beginning of the XX century and up to the present moment, the core of the conflict, the parties` positions and attempts to resolve the Karabakh issue. A study was conducted to identify the interest of Russia and the United States in the armed conflict in Nagorno-Karabakh through the prism of Russian and American print media. The results of research on requests and content of news publications on the Karabakh conflict in the Russian and American press are demonstrated.

Key words: conflict, military conflict, inter-ethnic conflict, Nagorno-Karabakh, the Nagorno-Karabakh Republic, Transcaucasia, Armenia, Azerbaijan, disputed territories, mass media, Russian press, American press.

УДК 914/919
ГРНТИ 87.51.17

ГРЕНЛАНДСКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ В ОФИЦИАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТАХ

В. А. Соловьева, И. А. Цверианашвили
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Данная статья рассматривает основные направления климатической политики на территории Гренландии. В статье рассматриваются основные исторические этапы развития климатической проблематики в Гренландии. Также в статье описывается самостоятельная деятельность Гренландии в сфере мусоросжигания, рыболовного промысла, энергетики и других сфер. В результате проведенной работы делается вывод о том, что с конца XX века климатическая политика Гренландии значительно изменилась, но все еще четко не определена и зависима от политики Дании.

Гренландия, Королевство Дания, Арктика, экология, климат.

Для Гренландии климатическая политика является одной из основных направлений экологической политики. Ввиду своих географических особенностей автономия имеет непосредственное влияние на мировую климатическую систему, что обусловлено объемами ледниковых масс на территории Гренландии. На данный момент ледяной покров острова составляет 80 %. В том случае, если ледниковый покров начнет таять, то это создаст эффект Альбедо. [1] Эффект заключается в том, что снег и лед отражают солнечный свет обратно в космос, что в свою очередь понижает глобальные температуры. Но из-за того, что ледники начинают таять, отражающий эффект также снижается, что позволяет солнечным лучам беспрепятственно попадать на землю, повышая температуру. Что приводит к тому, что талые воды ледников Гренландии, попадая в Атлантический океан, начинают влиять на тенденции водной циркуляции в океане. С 2002 года исследователями отмечается наиболее активное таяние ледников, [2] которое приводит не только к достижению температурных рекордов, но и к возникновению пожаров, аномальных для данного региона. Так в 2017 году произошел крупнейший лесной пожар в Гренландии, площадь которого достигала 15 квадратных километров. [3] Огонь фиксировался в пятидесяти километрах от края ледяного щита Гренландии.

История развития гренландской климатической политики в Арктике начинается с 1992 года, когда Дания, в рамках Декларации по окружающей среде, начинает развивать климатическую политику. [4] Одним из направлений данной политики становится Арктический регион. Всего на Арктику было распространено 9% [4] от бюджета, выделенного на климатический сектор. С 1999 года Датским правительством было принято решение о распределении части средств в поддержку Арктического

региона на экологические программы в Гренландии. С этого момента Гренландии было выделено 275 миллионов крон, которые были направлены на развитие экологической стабильности автономии. Программа Арктического региона, вместе с гренландским направлением, завершила свое действие к 2003 году.

В 1996 году Королевство Дания становится членом Арктического Совета. [5] Основные задачи данной организации, с момента ее создания, не изменялись. Они направлены на развитие экологического сотрудничества в арктическом регионе, которое бы охватывало такие области как: экономика, торговля, рыболовство, образование, транспорт и другие сферы. В рамках организации, Гренландия состоит в шести рабочих группах: по устранению загрязнения в Арктике, по реализации программы арктического мониторинга и оценки, по сохранению арктической флоры и фауны, по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, по защите арктической морской среды, по устойчивому развитию в Арктике. Также автономия состоит в Циркумполярном совете инуитов, деятельность которого направлена на поддержание коренных народов Гренландии, популяризацию их языка и культуры.

Наиболее актуальной проблемой для Гренландии и по настоящее время является утилизация отходов. Из-за изначально неправильно составленной стратегии по работе с отходами, выбросы от утилизируемых отходов стали причиной ухудшения экологических показателей на территории автономии. До 1996 года проблема утилизации мусора в небольших городах не ставилась правительством Гренландии как актуальная. Каждый населенный пункт имел определенное место, которое одновременно являлось свалкой, а также местом для сжигания отходов. Так как процесс утилизации происходил без специальной техники и необходимого оборудования, то 100 % выбросов газов попадали в атмосферу. В рамках работы арктической программы, Дания в 1996 году поспособствовала развитию системы мусоросжигания в Гренландии, предоставив комплексный план по решению данной проблемы, а также частично профинансировав модернизацию мусоросжигательного сектора. [6] После окончания действий программы в 1999 году проблема свалок решилась на несколько лет, после чего возобновилась. Так как большинство полигонов с отходами стали располагаться вблизи морской береговой линии и некоторых озер, это создавало опасность попадания отходов в море и последующее загрязнение морской среды, а в дальнейшем попадание воды в центральные водопроводы. Для того чтобы обезопасить как морскую экологию, так и здоровье человека, в Гренландии с 2000 года было построено около 10 мусоросжигательных станций и 4 крупных мусоросжигательных завода. К 2022 и 2023 году в Гренландии должны появиться еще два мусоросжигательных завода, тем не менее все также остается проблема транспортировки отходов из небольших

поселений к городам, в которых уже функционируют заводы. Построенные заводы будут технически усовершенствованы, что скажется на уменьшении выбросов смога и вредных газов в атмосферу. В рамках данной политики 25 сентября 2018 года правительство Гренландии приняло постановление о необходимости поисков новых решений в области отходов. [7]

В начале XXI века Гренландия столкнулась с проблемой возможного загрязнения ледяного щита. Одной из основных причин загрязнения ледников в Гренландии считается военная база США, располагающаяся на территории автономии, которая была построена в качестве ракетной базы. Из химически опасных веществ, которые могут попасть в атмосферу, воду и ледники, в лагере содержатся 200 тысяч литров дизельного топлива, более 100 тысяч сточных вод, а также радиоактивный хладагент и токсичные органические вещества. В 1967 году лагерь был выведен из эксплуатации. Предполагалось, что лагерь и его внутреннее оборудование будет находиться под снежным массивом, который обеспечит его сохранность. В 1995 году данные о проекте были рассекречены. В 2016 году исследователи выясняли, что при сохранении тенденций изменения климата, лагерь будет оставаться подо льдом и снегом до 2100 года. После начала таяния льда, инфраструктура лагеря, а также любые оставшиеся биологические, химические и радиоактивные отходы попадут в окружающую среду и потенциально смогут разрушить близлежащие экосистемы. Тем не менее, за проведение мер по очистке территории Гренландии от отходов отвечает Дания, которая должна будет выделить средства из бюджета страны. [8] На 2020 год рассматриваются только объемы необходимого финансирования, сами работы по ликвидации базы отложены на неопределенный срок.

В 2012 году правительство Гренландии представило доклад, в котором содержались исследования департамента по строительству, инфраструктуре, климату и энергетике, а также департамента рыбного хозяйства, охоты и сельского хозяйства. В докладе говорилось о том, что климатические изменения будут иметь значительные последствия для природы и окружающей среды Гренландии. Ожидается, что к концу первого столетия XXI изменение климата приведут к ряду изменений, в первую очередь они коснутся морской экосистемы из-за сокращения распространения морского льда.

Тем не менее, данные климатические изменения вероятнее всего будут иметь положительный эффект на морской промысел. Эффект будет выражаться в виде увеличения улова трески и других тресковых рыб, привыкших к теплому климату. С другой стороны, эффект может привести к снижению объёмов рыболовного промысла вблизи береговой линии Гренландии, ввиду сокращения некоторых видов рыб и креветок, криль и иных ракообразных. Подобные изменения могут иметь крайне

неблагоприятные последствия, так как криль имеет особое значение в качестве пищи для китов, тюленей и некоторых видов рыб. Также ожидается, что изменение климата негативно скажется на мойве, что будет иметь серьезные последствия для многих других рыб, морских млекопитающих и птиц. Изменение климата также будет иметь негативные последствия для белых медведей и тюленей. Последствия изменения климата для китов в водах Гренландии на данный момент четко не определены, но потепление климата уже затрагивает ареалы их распространения. Также в настоящее время не ясно, каковы будут последствия сокращения морского льда для некоторых видов птиц. Но в целом, общий объем рыболовного промысла значительно увеличится, в сравнении с современными объемами. В свою очередь это положительно повлияет на экономические показатели автономии.

В 2016 году правительство Гренландии установило цели климатической политики. [9] В первую очередь, данная политика должна способствовать ограничению выбросов парниковых газов по секторам, тем самым она объединит климатические инициативы в энергетическом секторе, жилищном секторе, в транспортном секторе, в сельском хозяйстве и рыболовстве, а также в отношении проектов в области бизнеса и сырья. Также правительство Гренландии подчеркивало, что в области энергетики Гренландия должна быть полностью обеспечена альтернативной энергетикой, энергоснабжение должно быть основано главным образом на возобновляемых источниках энергии. Описанные меры должны способствовать снижению вырабатываемых парниковых газов.

Одним из основных документов для Гренландии в области климата в арктическом регионе считается «Арктическая стратегия 2011 - 2020». Несмотря на то, что стратегия была принята 9 лет назад, ее действие заканчивается только в конце 2020 года, и на данный момент стратегия является основополагающим документом по развитию арктической политики не только в Гренландии, но и во всем Королевстве Дания. В стратегии выделены основные направления и задачи, которым должны придерживаться все автономные области Королевства Дания. В тексте стратегии отмечается, что одним из важнейших интересов Дании является обеспечение ее экологической безопасности. Вследствие чего в стратегии внимание уделяется вопросам энергоресурсов региона, добыче полезных ископаемых, поддержанию биоразнообразия региона и вопросам мониторинга климата. Для этого Дания намерена вести многосторонние переговоры с другими арктическими государствами для решения различных проблем.

В заключение следует отметить, что с конца XX века в Гренландии пытаются вести сбалансированную климатическую политику. Несмотря на то, что автономия все еще зависима от Дании в плане принятии решений, реализации конкретных действий, а также финансово, Гренландия продолжает проводить собственную климатическую политику, которая,

тем не менее, редко находит практическое применение, чаще оставаясь проектами и планами островного правительства. Главным вопросом остается то, как будет действовать правительство Гренландии после завершения «Арктической стратегии 2011-2020» - будет ли принята новая стратегия по совместной работе в арктическом регионе, или же правительством автономии будет разработан собственный документ, в котором будет отражены представления по деятельности в регионе, в том числе и в рамках климатической политики.

Список используемых источников

1. Губенков А.Н. Фёдорова О.С. Математическое моделирование глобальных процессов: разрешение парадокса альбедо земли и глобального потепления / А.Н. Губенков, О.С. Фёдорова // Вестник СГТУ. 2014. № 3 (76). С. 7-15.

2. Boertmann D. Miljø og råstoffer i Grønland / D. Boertmann // Århus: Aarhus Universitetsforlag, 2018. 132 p.

3. Voldsom naturbrand i Grønland kan ses fra rummet [Электронный ресурс] // TV2 Nyheder. URL: http://nyheder.tv2.dk/2017-08-08-voldsom-naturbrand-i-groenland-kan-ses-fra-rummet (дата обращения: 01.11.2020).

4. Virksomhedsregnskab 2000 [Электронный ресурс] // Miljøstyrelsen. URL: https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2001/87-7944-488-1/html/kap06.htm (дата обращения: 01.11.2020).

5. Declaration on the establishment of the Arctic Council [Электронный ресурс] // Arctic Council. URL: https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/85/EDOCS-1752-v2-ACMMCA00_Ottawa_1996_Founding_Declaration.PDF?sequence=5&isAllowed=y (дата обращения: 02.11.2020).

6. Handlingsplan for affaldsbortskaffelse i Grønland [Электронный ресурс] // Miljøstyrelsen. URL: https://www2.mst.dk/udgiv/Publikationer/2000/87-7944-249-8/html/kap03.htm (дата обращения: 01.11.2020).

7. Ny national løsning på affaldsområdet [Электронный ресурс] // Naalakkersuisut. URL: https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Nyheder/2018/09/260918-Ny-national-loesning-paa-affaldsomraadet (дата обращения: 01.11.2020).

8. Nunaata Qitornai: USA's affald i Grønland er Danmarks ansvar [Электронный ресурс] // Altinget. URL: https://www.altinget.dk/arktis/artikel/nunaata-qitornai-usas-affald-i-groenland-er-danmarks-ansvar (дата обращения: 02.11.2020).

9. Strategi for Grønlands Klimaforskningscenter 2015-2020 [Электронный ресурс] // The Greenland Climate Research Centre. URL: https://gcrc.gl/wp-content/uploads/2018/04/GCRC-strategi-2015-20.pdf (дата обращения: 01.11.2020).

Solovieva V., Tsverianashvili I.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Greenland Climate Policy in the Arctic Region in Official Documents.

This article describes main directions of climate policy in Greenland. Article examines the main historical stages in the climate problematic development. Article also describes the independent activities of Greenland in the field of incineration, fishing, energy and in other areas. As a result of this work, it is concluded that since the end of the 20th century, the climate policy in Greenland has significantly consolidated, but is still not clearly defined and still has dependent on the Danish environment policy.

Key words*: Greenland, Kingdom of Denmark, Arctic, ecology, climate.*

УДК 339.97
ГРНТИ 06.91

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КИБЕРСПОРТА В СОВРЕМЕННОЙ ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Л. А. Солянко, Е. А. Терентьева
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается экономические аспекты киберспорта Великобритании. Дается краткая характеристика киберспорта, его экономической составляющей в мировой индустрии. Раскрываются общие тенденции развития киберспорта и его факторы роста. Выявлено влияние на экономику Великобритании. Определены перспективы развития.

киберспорт, экономика, Великобритания.

В настоящее время в мире стремительно развивается и активно конкурирует с другими видами креативной экономики игровая индустрия, частью которой являются киберспортивные дисциплины, объединяющиеся в киберспорт. Киберспорт возник на стыке спорта и развлечений и в большей степени рассматривается как отдельное направление в рамках сферы развлечений, а не как составляющая спорта.

Киберспорт представляет собой командную или индивидуальную соревновательную деятельность с использованием видеоигр. Крупнейшие киберспортивные турниры транслируются через интернет напрямую, привлекая огромную аудиторию по всему миру. В 2019 году общий мировой доход киберспортивной индустрии составил 950 миллионов долларов (рост 38% по сравнению с предыдущим годом) [1], в 2020 году прогнозируется, что этот показатель превысит 1 миллиард, при этом годовой оборот киберспорта будет превышать 5 миллиардов долларов, что больше чем в хоккее или баскетболе. Было проведено 885 крупных спортивных турниров с общим призовым фондом 167,4 миллиона долларов.

Прогнозируемая общая глобальная киберспортивная аудитория в 2020 году составит 495 миллионов человек. За последние два десятилетия киберспорт вырос из скромных ивентов в местных компьютерных клубах до огромных стадионов с большим призовым фондом [2,3], .

Киберспорт - это система, охватывающая массовые любительские игры до высокооплачиваемых профессиональных, проводимых на стадионах перед значительной мировой аудиторией. В 2015 году благодаря южнокорейской игровой ассоциации киберспорт внесли в категорию олимпийских видов спорта второй степени, расположив его наряду с шахматами, автогонками и поло. Международный олимпийский комитет

планирует провести показательные соревнования по киберспорту на Олимпийских играх 2024 года в Париже, чтобы популяризировать кибердисциплины - League of Legends,Counter-Strike, Dota 2, Overwatch, Fortnite и FIFA.

По данным Британской ассоциации киберспорта, Великобритания отстает от других стран в киберспорте, несмотря на то, что она является пятым по величине потребительским рынком игр. Растущая британская киберспортивная индустрия, представляющая собой глобальный сектор креативной индустрии на пересечении инновационных технологий, культуры, СМИ и спорта. На долю киберспорта Великобритании приходится чуть менее 8% всего мирового рынка киберспорта. Британская ассоциация интерактивных развлечений (Ukie), сотрудничая с правительством и промышленностью, стремится сделать Великобританию глобальным центром киберспорта. Первоначально правительство Великобритании практически не поддерживало киберспорт, но со временем, когда данный сектор игровой индустрии приобрел популярность и стал приносить огромные доходы, правительство Великобритании для поднятия статуса киберспорта стало учреждать различные фонды, финансировать киберспортивные турниры, национальные команды и освещение в СМИ, но следует отметить, что этого не достаточно для масштабного развития киберспорта.

В период с 2016 по 2019 год киберспорт в Великобритании вырос в среднем на 8,5% в год, что в первую очередь обусловлено участием британских компаний, таких как Fnatic и Excel, в развитии мирового киберспорта. В 2019 году в этом секторе было создано более 1200 рабочих мест. Чуть более 3000 человек профессионально играют в индустрии киберспорта Великобритании. Игроки London Pro специализируются на таких играх, как Fortnite, Call of Duty, FIFA, Counter-Strike, League of Legends и PUBG.

За последний год киберспорт принес экономике Великобритании 111,5 миллиона фунтов стерлингов (144,4 миллиона долларов) валовой добавленной стоимости. Киберспортивный сектор в Великобритании (исключая издателей и дополнительные доходы от туризма) заработал примерно 60 миллионов фунтов стерлингов в 2019 году. Британская индустрия киберспортивных услуг включает в себя компании и организации, которые занимаются организацией киберспортивных турниров, лиг и команд. Киберспорт также обеспечивает дополнительный доход и экономическую активность для стриминговых платформ - Twitch, YouTube Gaming и Level Up, киберспортивный трафик которых в 2019 году увеличил в общей сложности на 7 миллионов фунтов стерлингов экономику Великобритании. Главная статья дохода - это реклама в форме баннеров, роликов или брендирования страницы.

Киберспорт также создает экономический эффект, привлекая зрителей в Великобританию для участия в живых мероприятиях, в 2019 году их количество составило 42000 человек. Из общего числа участников примерно 5%, или 2100 человек, прибыли из-за пределов Великобритании [4].

При этом Великобритания заметно отличается от других стран с точки зрения структуры выручки: продажа медиаправ в данной стране занимает первое место с долей 32%, выручка от спонсорских взносов при этом составляет 25%, в других странах – 36% и 21% соответственно. Доходы от рекламы на стриминговых платформах приносят 18% от всех доходов, а зрительские взносы (приобретение виртуальных пропусков на просмотр турниров) – еще 17%. Наименьший вклад приносит выручка от продажи билетов на посещение киберспортивных турниров (физическое присутствие зрителей на трибунах). На сегодняшний день Великобритания занимает третье место по ожидаемому среднегодовому темпу роста доходов после Японии и Китая.

По данным аналитической компании Statista во многом рост темпов киберспорта Великобритании может быть связан с растущими инвестициями иностранных компаний, надеющихся создать киберспортивные команды в Лондоне и за его пределами. Внимание финансистов привлекают не только видеоигры. Также все большее внимание уделяется компаниям, занимающимся онлайн-гемингом, особенно теперь, когда они стали частью индустрии киберспорта. Онлайн-казино регулярно сотрудничают со стримерами Twitch для продвижения своих игр.

В Великобритании 37 миллионов игроков, 3 миллиона из которых играют в киберспортивные игры. Большинство игроков - мужчины (почти 70 процентов) и молодые люди (21–35 лет). Относительная нехватка женщин очень распространена в киберспорте, и Великобритания, к сожалению, не является здесь исключением. Наиболее известны во всем мире британские киберспортивные команды - Team CoolerMaster , Choke Gaming и Team Dignitas.

По оценкам YouGov, около 7 % населения Великобритании (4 миллиона) регулярно смотрят электронные виды спорта, в среднем британские фанаты киберспорта тратят на видеоигры около восьми часов в неделю. Самая популярная игра для зрителей в Великобритании - Counter-Strike: GlobalOffensive.

Популяризация киберспорта в Великобритании способствует росту инвестиций и доходов в киберспорт, во многом благодаря социальной составляющей потокового вещания и игр. Стриминговые платформы для игр, такие как Twitch и YouTube Gaming, дают фанатам прямую связь с игроками и командами, в то время как более распространенные социальные сети позволили этим связям процветать. Однако количество

турниров, проведенных в Соединенном Королевстве, было намного меньше, чем в таких странах, как Китай и США, что ограничивает доступ к индустрии. Из наиболее масштабных турниров, проходивших в Великобритании, можно отметить турнир Гранд-финал FIFA World Cup 2019, транслирующийся в прямом эфире по цифровым каналам Sky Sports и Премьер-лиги и собравший более 9,6 миллиона просмотров.

Британский производитель азартных игр 888 Sports считает, что киберспорт продолжит развиваться как отрасль, если правительство и люди будут больше поддерживать профессионалов в области видеоигр. Для развития киберспортивных дисциплин также потребуется дополнительных усилий по повышению скорости Интернета, учитывая, что Интернет является фундаментальной частью индустрии киберспорта.

Во время эпидемии COVID-19 в Великобритании четко стал прослеживаться растущий интерес к киберспорту, указывая на то, что этот сектор является весьма инновационным в охвате и привлечении аудитории, представляя социальную, культурную и экономическую ценность. Последнее согласуется с ростом признания экономической ценности цифровых и креативных индустрий Великобритании. В то же время последствия пандемии подчеркнули инновационность, гибкость и потенциал киберспорта.

Таким образом, за последние пять лет британская индустрия киберспорта значительно выросла с точки зрения доходов и количества зрителей, несмотря на то, что отрасль в Соединенном Королевстве все еще относительно отстает от мировой индустрии киберспорта из-за незначительной государственной помощи, низких инвестиций и небольшого числа зрителей. Ожидается, что в ближайшем будущем она начнет расти более высокими темпами. Мобильный киберспорт может стать ключевым фактором поддержки роста, поскольку он снизит барьеры для входа и позволит привлечь больше игроков и фанатов. Увеличение числа зрителей, количества игроков, участвующих в турнирах, призового фонда будет способствовать росту доходов, превращая рынок киберспорта Великобритании в многомиллионную индустрию.

Список использованных источников

1. Солнцев И.В. Экономика киберспорта // Инновации. 2018. № 5 (235). С.62-67.

2. Табаков Н.Е., Порошина Л.А. Экономика киберспорта и ее развитие // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сб.науч. тр./ Сборник научных статей по итогам международной научной конференции. Казань: Издательство: Конверт, 2020. С. 252-253.

3. Седых И.А. Индустрия компьютерных игр. - Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики, 2020. -74 с.

4. Статистика. URL: https://www.statista.com/outlook/203/156/video-games/united-kingdom. (Дата обращения: 20.11.2020).

Solianko L., Terentyeva E.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Economic Aspects of eSports in Modern Britain.

The article discusses the economic aspects of eSports in the UK. A brief description of eSports, its economic component in the global industry, is given. General trends in the development of eSports and its growth factors are revealed. The impact on the UK economy is revealed. Development prospects are defined.

Key words: eSports, economy, game industry, the United Kingdom.

УДК 32.019.52
ГРНТИ 11.15.89

РЕАКЦИЯ АМЕРИКАНСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОСТИ НА «ДЕЛО СНОУДЕНА» В 2019 Г.

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

В статье уделяется внимание вопросам информационной безопасности в современных условиях цифрового мира на примере Соединенных Штатов Америки. Автор предлагает обзор и анализ реакции американский общественности на «Дело Сноудена». Именно разоблачения бывшего спецагента США стали одним из поводов для возникновения дискуссии как внутри страны, так и по всему миру, о допустимости массового негласного наблюдения, пределах государственной тайны и балансе между защитой персональных данных и обеспечением национальной безопасности.

информационная безопасность, Дело Сноудена, США, национальная безопасность.

Эдвард Сноуден – американский технический специалист и спецагент, бывший сотрудник ЦРУ и Агентства национальной безопасности (АНБ) США. В начале июня 2013 года Сноуден передал газетам *The Guardian* и *The Washington Post* секретную информацию АНБ, касающуюся тотальной слежки американских спецслужб за информационными коммуникациями между гражданами многих государств по всему миру при помощи существующих информационных сетей и сетей связи, включая сведения о проекте *PRISM*, а также *X-Keyscore* и *Tempora* [1].

Разоблачения Сноудена вызвали острые дискуссии о допустимости массового негласного наблюдения, пределах государственной тайны и балансе между защитой персональных данных и обеспечением национальной безопасности. При возвращении в США бывшему

сотруднику АСБ грозит уголовное преследование согласно Закону о шпионаже. Власти США предъявили Сноудену обвинения по трем статьям, по каждой из которых ему грозит до 10 лет тюремного заключения. Он обвиняется в незаконной передаче информации, имеющей значение для национальной безопасности, умышленной передаче разведывательной информации и краже собственности государств [Там же]. В 2013 году Эдвард Сноуден при перелёте из Гонконга оказался в Москве в качестве транзитного пассажира и был вынужден запросить убежище в России, так как американское правительство аннулировало его паспорт. В этом же году экс-агент ЦРУ получил временное убежище в России, а затем трёхлетний вид на жительство, который позже был продлён до 2020 года.

Стоит отметить, что в 2019 году «Дело Сноудена» не пользовалось большой популярностью в СМИ и не получало громкой огласки среди широкой общественности, наблюдается почти полное отсутствие упоминания дела в новостной повестке, за исключением нескольких случаев. Тем не менее Эдвард Сноуден остаётся популярным персонажем, особенно среди молодого поколения людей, Эдвард ведёт активную деятельность в социальных сетях (на его страницу в социальной сети *Twitter* подписано более 4 миллионов человек), участвует в онлайн-конференциях, читает лекции в университетах по всему миру [2]. Исходя их этого, сложно отрицать сохраняющуюся популярность Эдварда Сноудена, как в США, так и за рубежом. Этой популярностью в 2019 году на родине Сноудена пытались воспользоваться кандидаты в президенты США. Кандидат в президенты от демократов, Берни Сандерс (*Bernie Sanders*), заявил, что намерен добиваться резолюции, которая положит конец вечному изгнанию Сноудена. Другой кандидат от демократической партии, Тулси Габбард (Tulsi Gabbard), обещала добиться помилования бывшего спецагента [3].

Ещё одним поводом для упоминания «Дела Сноудена» в средствах массовой информации и привлечения общественного внимания в 2019 году стали опубликованные мемуары экс-агента АНБ «Хранить вечно» (*Permanent Record*). В книге Сноуден впервые приводит подробное описание своего прошлого, раскрывает мотивы, которые толкнули его на путь разоблачителя секретных программ Агентства национальной безопасности США (АНБ) и британского Центра правительственной связи. В ответ на публикацию книги правительство США подало гражданский иск, утверждая, что публикация нарушает соглашения о неразглашении, которые Сноуден подписал как с ЦРУ, так и с АНБ. Согласно правительству США, выпуск книги без предварительного рецензирования со стороны агентств был «нарушением прямых обязательств Эдварда Сноудена» [4]. По решению суда Эдвард Сноуден не имеет права на получение прибыли от продаж мемуаров, вырученные деньги должны идти

в правительство США. Впрочем, указанный иск не оказал влияние на публикацию и распространению книги во всём мире.

Важно отметить, что в истории США существуют аналоги «Дела Сноудена». Наиболее известный случай связан с именем Даниэля Эллсберга, получившего прозвище «самый опасный человек Америки». Бывший американский военный аналитик и сотрудник корпорации «*RAND*» не испугался выступить против мощной системы государственной власти США и обнародовал так называемые «Документы Пентагона», что в значительной степени повлияло на ход войны во Вьетнаме (1964-1973 гг.).

Даниэль Эллсберг придерживается твёрдой позиции по «Делу Сноудена». Самый опасный человек Америки уверен, что Сноуден должен быть освобожден от юридического бремени и помилован. Тем не менее Даниэль Эллсберг подчёркивает отсутствие пунктов, касающихся защиты общественных интересов, в американском законодательстве. При нынешнем положении дел, Эллсберг уверен, что вероятность того, что какой-либо из президентов США помилует Сноудена, равна нулю. Помилование означало бы вызов всему Разведывательному сообществу США, которое по-прежнему враждебно относится к Сноудену [5]. Исходя из этого, у Сноудена нет никаких шансов на справедливое судебное разбирательство по Закону о шпионаже.

Отношение и общую позицию американской общественности по «Делу Сноудена» можно проследить по данным опросов общественного мнения.

YouGov является одной из организаций, занимающихся сбором и обработкой данных опросов населения. При содействии британского журнала *The Economist* в апреле 2019 года *YouGov* были опубликованы результаты опроса, касающегося отношения американской общественности к личности и деятельности Сноудена. Согласно результатам, 27% опрошенных положительно относятся к Эдварду Сноудену, в то время как 39% выразили отрицательное отношение, 35% респондентов воздержались. Отвечая на вопрос о необходимости судебного преследования бывшего сотрудника ЦРУ и АНБ, 40% участников опроса поддержали данную инициативу, 25% выступили против [6].

Сравнивая полученные результаты с результатами опроса *YouGov* 2014 года [7], следует отметить изменение отношения общественности к вопросу судебного преследования Э. Сноудена – в 2014 году лишь 28% были согласны с тем, что Э. Сноуден должен ответить перед законом за разглашение секретной информации спецслужб США, 31% респондентов были против судебного преследования. Среди опрошенных 43% поддерживали Э. Сноудена, 41% респондентов отрицательно относились к его личности.

Из приведённых выше данных делаем вывод о том, что количество сторонников Эдварда Сноудена за последние 5 лет среди американской общественности сокращается. Всё больше человек поддерживает

необходимость судебного преследования спецагента. Данный факт может быть вызван осознанием и принятием американским обществом идеи о недопустимости публикации информации, которая была получена незаконным путём, в открытом доступе. Кроме того, факт получения Эдвардом Сноуденом политического убежища в России может эксплуатироваться пропагандистскими силами, как дополнительное доказательство о намерении бывшего агента АНБ нанести угрозу национальной безопасности США.

Разоблачения Эдварда Сноудена позволили понять существующую ситуацию в сфере информационной безопасности не только государственным властям во всём мире, но и общественности, в том числе проживающей на территории США. Сведения, раскрытые Сноуденом, помогли осознать неоднозначную роль интернет-гигантов в повседневной жизни людей, сотрудничество крупных корпораций с разведывательными службами США указало на возможность спецслужб вмешиваться в частную жизнь миллионов людей. В то же время «Дело Сноудена» дало импульс для широкого распространения по большей степени философского вопроса, который заключается в противопоставлении двух точек зрения. С одной стороны, действия Эдварда Сноудена нарушают Закон о шпионаже США, правительство страны юридически имеет все основания на уголовное преследование бывшего спецагента, который нарушил соглашения о неразглашении деятельности ЦРУ и АНБ, что ставит под угрозу вопросы национальной безопасности США. С другой стороны, действия бывшего спецагента можно классифицировать как акт гражданского неповиновения, то есть как ненасильственное преступление закона с целью привлечения общественного внимания к проблеме и требования к законодательным органам внесения изменений в законодательство. Таким образом, произошедшие события могут быть оправданы с моральной точки зрения, так как Эдвард Сноуден нарушал закон для защиты интересов всего общества. В то же время стоит признать, что в современном мире не хватает достаточно независимой глобальной правовой системы, в которой Сноуден и другие лица могли бы свободно и открыто отстаивать свои юридические претензии, системы, в которой крайне уязвимые политические субъекты могли бы иметь реальные шансы победить крупных глобальных игроков в суде. Что же касается общественного мнения на ситуацию в отдельно взятой стране, стоит понимать относительность данных полученных в ходе опросов населения, мнение общества в наибольшей степени подвержено влиянию внешних и внутренних факторов.

Список используемых источников

1. Tavani H.T., Grodzinsky F.S. Trust, Betrayal, and Whistle-blowing: Reflections on The Edward Snowden Case // SIGCAS Computers & Society. 2014. № 3 (44). pp. 8-13.

2. Kuper S. Edward Snowden and the Millennial Conscience [Электронный ресурс] // The Financial Times. 2019. URL: https://medium.com/financial-times/edward-snowden-and-the-millennial-conscience-e399803e8323 (дата обращения 17.05.2020).
3. MacAskill E. 'I was very much a person the most powerful government in the world wanted to go away' [Электронный ресурс] // The Guardian. 2019. URL: https://www.theguardian.com/us-news/ng-interactive/2019/sep/13/edward-snowden-interview-whistleblowing-russia-ai-permanent-record (дата обращения 18.05.2020).
4. McCarthy T. US government files civil lawsuit against Snowden over publication of memoir [Электронный ресурс] // The Guardian. 2019. – URL: https://www.theguardian.com/us-news/2019/sep/17/edward-snowden-memoir-us-government-lawsuit (дата обращения 18.05.2020).
5. Pilkington E. Edward Snowden did this country a great service [Электронный ресурс] The Guardian. 2016. URL: https://www.theguardian.com/usnews/2016/sep/14/edward-snowden-pardon-bernie-sanders-daniel-ellsberg (дата обращения 18.05.2020).
6. The Economist/YouGov Poll Survey Results 2019 [Электронный ресурс] // The official website of YouGov. 2019. –
URL: https://d25d2506sfb94s.cloudfront.net/cumulus_uploads/document/egvqvgp5a7/econTabReport.pdf (дата обращения 17.05.2020).
7. The Economist/YouGov Poll Survey Results 2014 [Электронный ресурс] // The official website of YouGov. 2014. URL: https://today.yougov.com/topics/politics/articles-reports/2014/01/22/poll-results-snowden (дата обращения 17.05.2020).

Shikunov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

American Public Opinion on the "Snowden Case" in 2019.

The article focuses on the issues of information security in the modern digital world on the example of the United States of America. The author provides an overview and analysis of the American public opinion on the "Snowden Case". It was the former US special agent's disclosures that became one of the reasons for the emergence of a discussion about the permissibility of mass covert surveillance, the limits of state secrets, and the balance between protecting personal data and ensuring national security both inside the US and around the world.

Key words: information security, the Case of Snowden, the USA, national security.

УДК 659.4.011
ГРНТИ 19.21.07

ПРОДВИЖЕНИЕ ОНЛАЙН-МЕРОПРИЯТИЯ ВУЗА СРЕДСТВАМИ СВЯЗЕЙ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ

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

В наше время, когда высшее учебные заведения находятся в конкурентной среде и рыночных отношениях, университеты создают собственные предложения и услуги, выделяют конкурентные преимущества. Между вузами ведется работа по поддержанию собственного имиджа и борьба за новых абитуриентов.

корпоративные проекты, онлайн-мероприятие, продвижение образовательных учреждений

Продвижение является одной из главных составляющих маркетинговых инструментов, представленных Ф. Котлером в модели 4P. Помимо продвижения, в модель также входит сам продукт, цена и место. Декодировать концепцию 4P можно как действия, которые направлены на продукт для того, чтобы его продать по конкретной цене и в конкретном месте посредством инструментов продвижения. Но к нашему времени данная модель модифицировалась в 4C — теперь необходимо учитывать коммуникацию с потребителем, его желания и нужды.

Для понятия «продвижение», которое часто используется в рекламе и связях с общественность, маркетинге и брендинге было выведено множество определений. Каждая индустрия модифицирует понятие с учетом своей деятельности. Все дисциплины согласны с тем, что продвижение — это набор маркетинговых действий и мер, PR, рекламы, а также других маркетинговых коммуникаций, которые предпринимаются для того, чтобы повысить спрос и сбыт объекта, увеличить как экономическую, так и коммуникационную эффективность предприятия.

Важно подчеркнуть, что объектом продвижения может быть абсолютно разным. Им может стать товар, услуга, персоналия, бренд, веб-сайт, мероприятие, приложение и т.д. В связи с таким широким спектром типов объекта продвижения особую важность имеет вопрос используемых способов и инструментов продвижения. Ведь основная задача продвижения — адаптировать объект продвижения к целевой аудитории, ее потребностям и вкусам настолько, насколько это возможно [1].

Если рассматривать продвижение, как комплекс действий, то принято определяются такие функции, как создание положительного имиджа организации, её продукции или услугах, формирование образа организации-новатора на рынке, информирование о деятельности

организации, ее продуктах и услугах, специальных предложениях, проводимых мероприятиях и т.д., а также создания информационного поля, поддерживающего благоприятный фон вокруг этой организации.

Учёт и использование перечисленных раннее элементов станет одним из факторов имиджа университета. Конечно, основными факторами остаются показатели по образовательному процессу (количество студентов, их успеваемость и т.д.), научная деятельность, внешние связи и сотрудничество, международные отношения. Отдельно стоит выделить наличие внутриуниверситетские разработки, мероприятия и проекты, производимую продукцию (в том числе цифровую), а также фирменный стиль вуза и его корпоративная культура [2]. Данные факторы могут развиваться независимо друг от друга, одновременно воздействуя на имидж и продвижение учебного заведения.

Корпоративный проект может стать еще одним элементом в формировании и поддержке имиджа организации.

Понятие «корпоративного проекта» используется ведущими организациями и предполагает комплексный план реализации, решающий определенную задачу. Реализовать такие проекты можно в науке, студенческой, преподавательской деятельности, хозяйственной жизни и т.д.

Наличие и реализация различных корпоративных проектов способствует образовательному учреждению выделиться на фоне конкурентов. Так как речь идёт о сфере образования, концепция любого корпоративного проекта будет сводиться к установке долговременных и стабильных связей в виде элементов «учебное заведение — будущий специалист — работодатель». Данные элементы создают механизм роста как интеллектуального, так и профессионального, который в свою очередь является основой человеческого капитала.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича занимается реализацией многочисленных корпоративных проектов. Ознакомимся со Всероссийским фестивалем студенческих медиаработ «РеПост!», организатором которого являются СПбГУТ совместно с Ассоциацией студенческих медиацентров при поддержке Федерального агентства связи.

Фестиваль представляет собой уникальную площадку для развития творческой активности, коммуникаций и обмена опытом среди молодёжи.

В 2019 году «РеПост» вошел в список победителей Всероссийского конкурса молодежных проектов. На участие в Конкурсе было подано 2553 проекта от 381 образовательной организации. Дополнительное финансирование позволило привлечь 1100 работ из 181 учебных заведений и провести насыщенную программу для финалистов.

В 2020 году из-за пандемии коронавируса организаторы Фестиваля приняли решение провести мероприятие в дистанционном формате. Потребовалось разработать платформу для размещения работ участниками

и их оценивания организаторами. В связи с крайне ограниченным бюджетом требовалось сделать регистрацию работ максимально простой и удобной, чтобы привлечь максимальное количество гостей, а сайт – удобным и привлекающим внимание.

Изначально предполагалось использование личного кабинета, однако было предложено решение сквозной навигации по сайту: гости могут ознакомиться с фестивалем, выбрать одну или несколько номинаций, а уже после простой регистрации на тех же страницах приступить к отправке своих работ. Таким образом основной задачей при формировании структуры сайта было формирование сквозных материалов. Например, отправляя работу на одну номинацию, участнику будут предложены другие; члены жюри представлены как на отдельной странице, так и на главной, а ответственные за номинации — на странице номинаций.

Была осуществлена рассылка по участникам прошлых лет с особенностями проведения Фестиваля и призывом отправлять свои работы на новом удобном сайте. Также активно велись аккаунты в социальных сетях ВКонтакте и Instagram. Все сообщения оформлены в фирменном стиле мероприятия, а тексты были дружелюбны по отношению к участникам — состояли из простых предложений, не имели сложных слов, а также дополнялись символами Emoji.

В результате в период с 17 августа по 10 ноября 2020 года было прислано 754 работы от 435 участников из 55 городов. Обучающиеся 105 учебных учреждений не только получили сертификаты за участие в Фестивале, но и ознакомились с деятельностью СПбГУТ. 72,2 % участников загрузили как минимум одну работу. По количеству работ удалось приблизиться на 68,4 % до прошлогоднего результата, использовав только две социальные сети, одинарную Email-рассылку и официальный сайт. Количество подписчиков в социальных сетях возросло на более, чем 10%.

Основываясь на статистике сервиса «Яндекс.Метрика», сайт посетило более 2300 пользователей, которые в основном переходили из социальных сетей (60,1 %). Страницу регистрации посетили более 1200 человек. Эти данные позволяют сделать вывод, что 18,7 % всех гостей сайта стали участниками, а 13,6 % загрузили работы.

Рассмотрим еще один корпоративный проект Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича — это интеллектуальная олимпиада школьников в области инфотелекоммуникаций «Телеком-планета». Цель олимпиады — выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научно-исследовательской деятельности в области телекоммуникаций и информационных технологий, а также содействие профессиональной ориентации школьников на получение инженерных профессий. Олимпиада проводится для школьников России, стран СНГ, а также ближнего

и дальнего зарубежья. В 2020 году во втором, очном туре приняли участие более 100 школьников из разных регионов, 69 из них справились с заданиями.

Для продвижения были использованы социальные сети VK, Instagram, Facebook. Была произведена поисковая оптимизация в Google и Яндекс. Информация об олимпиаде была размещена на таких образовательных порталах, как Экзамен.ру, Поступи.Онлайн и ГлавСправ. Также в продвижении использовались официальные веб-ресурсы СПбГУТ; почтовые рассылки по базам образовательных порталов и участникам олимпиады прошлых лет.

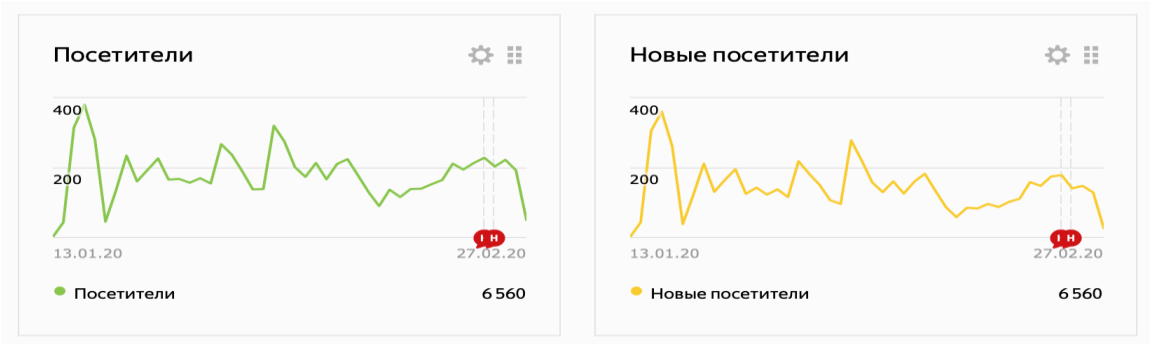


Рис. 1. Визиты и посещения сайта «Телеком-планета» в период 13.01.2019–27.02.2020

По завершению первого, заочного тура было зарегистрировалось 1600 участников. Во втором туре 69 школьников из 118, прошедших первый тур, справились с заданиями.

Благодаря UTM-ссылкам при анализе удалось определить ресурсы, с которых производились переходы на официальный сайт олимпиады.

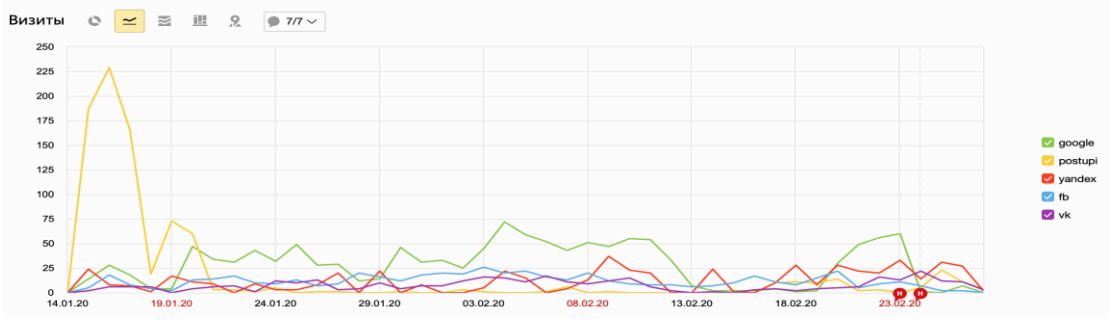


Рис.2. Визиты по UTM-меткам сайта «Телеком-Планета» в период 30.08.2019–30.01.2020

Главными площадками стали Google и Поступи.Онлайн.

В 2021 году проект олимпиады модернизировался, а вместо проведения очного тура будет реализован дистанционный. Опыт организации фестиваля «РеПост! 2020» показал, что реализация корпоративных мероприятий в дистанционном формате возможна и имеет ряд преимуществ:

•Низкие финансовые затраты на организацию очного мероприятия (аренда помещения, оборудования, внешнее оформление, печатная и подарочная продукция и др.).

•Независимость от локации.

•Большее количество участников может принять участие во всех этапах проекта.

•Демонстрация технической реализации проекта дополнительно сказывается на формировании имиджа университета.

Таким образом, решение провести дистанционный этап вместо очного положительно повлияет на продвижение проекта, т.к. участники с других городов и регионов, прошедшие первый этап, не обязаны приезжать, чтобы стать победителями и призерами.

В заключении можно сделать выводы, что корректно подобранные способы продвижения напрямую связаны с качеством продвижения корпоративных проектов высшего учебного заведения. Важно учитывать уже существующие каналы, которые предусмотрены вузом, а также использовать другие и создавать новые, уникальные способы. Организация корпоративных проектов является средством разработки дополнительных каналов коммуникации вызов, что позволяет более широко охватывать необходимые целевые аудитории и доводить нужную информацию. Реализация проекта в Интернете позволяет не ограничивать его участников в географическом аспекте, что в свою очередь положительно влияет на масштаб проекта, так и на информированность о нем во всех регионах страны.

Список используемых источников:

1. Душкина М. Р. PR и продвижение в маркетинге: коммуникации и воздействие, технологии и психология. — СПб.: Питер, 2009. — 560 с.

2. Прохоров А. В. Специальное событие как инструмент продвижения образовательных услуг // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2014. — Вып. 4 (132). — С. 49-53.

Yuryev G.

The Bonch-Bruevich Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Promotion of an Online University Event through Public Relations

Today, higher educational institutions have found themselves in a competitive environment and market relations. Universities develop their unique selling propositions and promote competitive advantages. There is a continuous struggle between organizations for new applicants and work to support their image.

Keywords: online event, corporate projects, promotion of educational institutions.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АВАКЯН Юлия Эдуардовна	студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, avakyanyulia@gmail.com
АДУЕВСКИЙ Александр Михайлович	студент группы ИСТ-951м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича Sashabommm341@gmail.com
АЛЕКСЕЕВА Надежда Николаевна	аспирант кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alekseeva.nn@spbgut.ru
БАЯГАНТАЕВА Екатерина Васильевна	студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, e.bayagantaeva@mail.ru
БЕКТАШЕВА Алина Джавдатовна	студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, bektasheva.ad@yandex.ru
БЕЛОЗОР Ангелина Михайловна	студент группы ИКТС-93м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, belozor.am@yandex.ru
БЕЛЯКОВ Николай Сергеевич	студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича, belyackovnikolai@yandex.ru

БОГОСЛОВСКИЙ
Иван Александрович
студент группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ivanbogoslovskij@yandex.ru

БОЧАРОВ
Михаил Вячеславович
студент группы ИКТЗ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ocharovm1998@gmail.com

БУРДИН
Антон Владимирович
доктор технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе и развитию АО "НПО ГОИ им. С.И. Вавилова", bourdine@yandex.ru

БУЧАТСКИЙ
Александр Николаевич
кандидат технических наук, доцент, директор института магистратуры; доцент кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, abuchatsky@spbgut.ru

БЫСТРОВ
Игорь Владимирович
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ibystrov93@mail.ru

ВАБИЩЕВИЧ
Даниил Андреевич
студент группы 3441101/00301, направление подготовки «Прикладная радиофизика» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, danya.vab@yandex.ru

ВАСИЛЬЧЕНКО
Валентина Дмитриевна
студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vas.valenti@yandex.ru

ВЕРБИЦКИЙ Алексей Владимирович	Заместитель главного инженера филиала Российской телевизионной и радиовещательной сети «Санкт-Петербургский РЦ», заведующий лабораторией базовой кафедры «Цифровое телевизионное и радиовещание» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, AVerbitskiy@rtrn.ru
ВЕРШИНИНА Ксения Витальевна	студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, xenia.vershinina@mail.ru
ВЛАДИМИРОВ Сергей Сергеевич	кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vladimirov.opds@gmail.com
ГЕХТ Антон Борисович	кандидат исторических наук, доцент, заведующий кафедрой истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, a.geht@yandex.ru
ГЛАГОЛЕВ Сергей Федорович	кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, glagolevsf@yandex.ru
ГЛАДЫШЕВА Полина Алексеевна	техник отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gladysheva.pa@spbgut.ru
ГЛОВСКИЙ Анатолий Антонович	студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного

	университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, anatoliy.glovskiy@gmail.com
ГОЛОВИНОВ Олег Владимирович	студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер-электроник филиала «СКБ «Энергия» АО «Завод «Энергия», Санкт-Петербург, oleggol93@mail.ru,
ГОРОДИШЕНИН Алексей Вячеславович	студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Gorod.Alexey@gmail.com
ГОРСКОВ Вячеслав Сергеевич	студент группы ИКМ-92з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gorskov.miroslav@yandex.ru
ГРИБАНОВ Валерий Сергеевич	студент группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, point26@mail.ru
ГРИЦКЕВИЧ Иван Юрьевич	ведущий инженер АО «ОКТБ «Омега» (Великий Новгород), amdandati@yandex.ru
ГРИШАНДИН Кирилл Алексеевич	студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kirik-orange@yandex.ru
ГУМИНСКИЙ Олег Андреевич	студент группы Р-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, g-oleg_95@mail.ru
ГУТОВСКИЙ Алексей Сергеевич	студент группы ИКТГ-04м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф.

	М. А. Бонч-Бруевича, lesha.gutovsky@yandex.ru
ДИМОВ Дмитрий Дмитриевич	студент группы БИ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dimadimov19@outlook.com
ДОЛГАНОВА Анастасия Александровна	студент группы ЭП-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, stidiya16@gmail.com
ДЮБОВ Андрей Сергеевич	кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, blip@bk.ru
ЕВСЕЕВ Руслан Николаевич	директор филиала Российской телевизионной и радиовещательной сети «Санкт-Петербургский РЦ», заведующий базовой кафедрой «Цифровое телевизионное и радиовещание» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, REvseev@rtrn.ru
ЕВСТРАТЬЕВ Кирилл Евгеньевич	студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rammfag@mail.ru
ЕНИКЕЕВА Екатерина Михайловна	студент группы РСО-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Kat98@bk.ru
ЕРГАНЖИЕВ Николай Аркадьевич	Советник АО «Научно-промышленная компания «Высокие технологии и стратегические системы» (Москва), amdandati@yandex.ru

ЖАРАНОВА
Анастасия Олеговна
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zharanovaan@gmail.com

ЖАРКОВ
Валентин Игоревич
Старший техник АО «ОКТБ «Омега» (Великий Новгород), pro100valeo@gmail.com

ЖДАНКИН
Владислав Николаевич
студент группы РК-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zhdankinvladislav@gmail.com

ЖЕЛТОВА
Елена Петровна
кандидат педагогических наук, доцент кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, elena_gzheltova@mail.ru

ЗАПАЙЩИКОВ
Александр Викторович
студент группы РТ-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zapaishikov.av1999@gmail.com

ЗАРУБИН
Антон Александрович
кандидат технических наук, доцент, проректор по цифровой трансформации Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , azarubin@sut.ru

ИВАНОВ
Николай Николаевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора института магистратуры по научной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, instmag@spbgut.ru

ИЛЬИНА
Ольга Сергеевна
студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, olya97.olga@yandex.ru

КАЗЬМИН
Михаил Александрович
студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Kazmin.MA@gmail.com

КАЗЬМИН
Олег Юрьевич
студент группы РТ-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, kazmin.qip.18@gmail.com

КАПИТОНЕНКО
Виктория Викторовна
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
vika@kaptn.ru

КАПУКОВ
Иван Иванович
магистрант Национального государственного университета физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, СПб
sportyangel@rambler.ru

КАРДЫШЕВ
Александр Алексеевич
студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Alexander607@yandex.ru

КИРИЧЕК
Руслан Валентинович
доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kirichek@sut.ru

КОЗЛОВ
Денис Витальевич

студент группы РТ-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kozlov.dv@spbgut.ru

КОЛЕСОВ
Даниил Сергеевич

студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, KolesovD98@gmail.com

КОНОВАЛОВА
Елизавета Александровна

студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, konowalowa.elizaweta@yandex.ru

КОПЫЛОВ
Алексей Евгеньевич

студент группы РТ-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kopylov.alex.evg@gmail.com

КОРСБАККЕ
Андреас

студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, korbsbakke@mail.ru

КОРЧИК
Андрей Викторович

студент группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича, Korchik.av@yandex.ru

КУДРИНА
Диана Андреевна

студент группы 2-ЖКХ-2 Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, podobreevadk@gmail.com

КУЗНЕЦОВА
Екатерина Александровна

студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, cotti31@gmail.com

КУЧЕРЕВСКИЙ
Кирилл Владимирович
студент группы ИСТ-951м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
x1ebylliek2k@gmail.com

ЛЕБЕДЕВА
Надежда Александровна
студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, lebedeva.na.97@bk.ru

ЛЕОНТЬЕВ
Александр Сергеевич
студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
leontev.aleksandr.88@mail.ru

ЛИДМАРК
Йоэль
студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nor808@yandex.ru

ЛОБАНОВ
Олег Андреевич
студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», jumbo5337@gmail.com

ЛОСЕВ
Арсений Павлович
студент группы РА-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, aplosev@gmail.com

ЛЯЛИНА
Анна Жановна
студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, lyalinanna@gmail.com

МАЛАШЕРИФОВ
Виталий Валентинович
студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vitas1997@yandex.ru

МАРШЕВА
Наталия Владимировна

старший преподаватель кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nmarshevaspb@gmail.com

МАШКОВ
Георгий Михайлович

доктор технических наук, профессор, первый проректор - проректор по учебной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mashkovgm@sut.ru

МЕРКУШЕВ
Александр Андреевич

студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, merkushev_alex@mail.ru

МИТРЯШКИНА
Дарья Юрьевна

студент группы Р-92м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, darya.mitryashkina@yandex.ru

МОНГУШ
Людмила Станиславовна

студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А.Бонч-Бруевича, mongush.lyudmila.97@mail.ru.

МУРАТОВ
Элзар Мээрбекович

Руководитель проектов ООО «Т8», Москва, Muratov@t8.ru

НИКАНДРОВ
Иван Дмитриевич

студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nikandrovid@gmail.com

ОВРАМЕНКО
Александр Юрьевич

студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ovr-sasha@yandex.ru

ОЖИГАНОВ
Игорь Васильевич — техник отдела видеотехнологий Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, confirmedancient@mail.ru

ОСИПОВА
Анна Юрьевна — студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, anyaosipova1998@mail.ru

ПЕЛЁВИН
Дмитрий Владимирович — студент группы ИКТБ-97м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, nor808@yandex.ru

ПЕРЕВОЗЧИКОВА
Варвара Алексеевна — студент группы ЗР-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, greenapple2509@mail.ru

ПЕРЕВЫШКО
Александра Сергеевна — студент группы ЭП-91м, главный специалист отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, perevyshko.as@spbgut.ru

ПЕСИКОВ
Эдуард Борисович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизации предприятий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ed_pesikov@mail.ru

ПЕТРЕНКО
Кирилл Васильевич — студент Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича", инженер АО "Компания ТрансТелеКом", ptrcirill@mail.ru

ПЕТРОВ
Станислав Юрьевич
студент группы УСМ-81з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, owari@yandex.ru

ПОЛЯКОВА
Анастасия Валерьевна
студент группы ПТ-402 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича , nastyapool@mail.ru

ПРАВДИВЦЕВ
Валерий Сергеевич
студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, walerboss@yandex.ru

ПТИЦЫНА
Лариса Константиновна
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ptitsina_lk@inbox.ru

ПУРШЕЛЬ
Валерия Викторовна
студент группы РТ-71 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, valeriya-purshel@yandex.ru

РАЧКОВА
Дарья Сергеевна
студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rachkovadaria.rd@mail.ru

РОГОВ
Сергей Александрович
доктор технических наук, профессор кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sarogov@mail.ru

РУМЯНЦЕВА
Анастасия Максимовна
студент группы ФП-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 1228amrumanceva@mail.ru

РЫЖКОВ
Александр Алексеевич

студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
r_shurik_98051@mail.ru

САВЕЛЬЕВА
Анастасия Андреевна

аспирант, ассистент кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича ,
saa@spbgut.ru

САВИН
Максим Юрьевич

студент группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 78obahir@gmail.com

САМАРИН
Алексей Викторович

студент группы ИСМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, samarin113@gmail.com

САПУНОВА
Екатерина Сергеевна

студент группы ИКТИ-05м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, katerinochka-rinochka2010@yandex.ru

СЕМЕНИХИНА
Анастасия Андреевна

студент группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
semenikhina.aa@net.sut.ru

СИВЕЦ
Николай Сергеевич

студент группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ssnfree1@gmail.com

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

СОЛОВЬЕВА
Валерия Андреевна
студент группы ЗР-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, v.a.soloveva@mail.ru

СОЛЯНКО
Любовь Андреевна
студент группы ЗР-01м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, mila35m33@mail.ru

СТАРИКОВ
Владимир Владимирович
студент группы БИМ-91з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vl.vl.starikov@gmail.com

СТЕПАНОВ
Андрей Борисович
кандидат технических наук, заместитель директора института магистратуры по учебной работе; доцент кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dsp.sut@yandex.ru

СТЕПИЧЕВ
Артём Сергеевич
студент группы Р-02м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sastepichev1998@gmail.com

СУХЕЦКИЙ
Константин Анатольевич
студент группы ИКТГ-04м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 11kosten11@gmail.com

ТАРАСОВ
Кирилл Евгеньевич
студент группы ИКТС-93м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, tarasov.kireal@gmail.com

ТЕРЕНТЬЕВ
Денис Александрович
студент группы ИКТС-93м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, terentyevdenis7@gmail.com

ТЛЯУБЕРДИНА
Аделина Шамилевна
студент группы Р-91м, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, adelina-16@mail.ru

ТОЛМАТОВ
Дмитрий Андреевич
студент группы РТ-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, DimaTolmatov@yandex.ru

ТРУНИНА
Ксения Валериевна
студент группы ИСТ-911м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М. А. Бонч-Бруевича, truninaksenia@mail.com

УРАГО
Андрей Владимирович
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича, Andrey.urago@gmail.com

УСМАНОВ
Сардор Иброхимович
студент группы ИСТ-031м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им проф. М.А. Бонч-Бруевича, uzxans@gmail.com

ФЕДОРОВ
Андрей Сергеевич
студент группы Р-02м, инженер кафедры радиосвязи и вещания, НОЦ «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, as.fdrv@bk.ru

ФЕДОРОВА
Алина Владимировна
кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна; начальник отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
asp@spbgut.ru; fav111@yandex.ru

ФЕДОСОВ
Александр Юрьевич
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, fedosov.au@net.sut.ru

ФИЛИППОВ
Феликс Васильевич
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 9000096@mail.ru

ЦВЕРИАНАШВИЛИ
Иван Алексеевич
старший преподаватель кафедры истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ivan.tsver@gmail.com

ЧЕРНОШТАН
Полина Владимировна
студент группы Р-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, lina-polina14@ya.ru

ШАРЛАЕВА
Мария Владимировна
студент группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
masha110.97@mail.ru

ШВИДКИЙ
Артем Александрович
начальник НОЦ «Программно-определяемые системы»; ведущий инженер группы передачи данных и вычислительных ресурсов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, shvidkiy@sut.ru

ШИБАНОВА
Анастасия Ивановна
студент группы ИКТФ-96м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sh1banovaa@mail.ru

ШИКУНОВ
Артём Геннадьевич
студент группы ЗР-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, art.shikunov.32@gmail.com

ШОМИН
Артём Юрьевич
студент группы ФП-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, shominartyom@yandex.ru

ЮРЬЕВ
Глеб Игоревич
студент группы РСО-91м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, me@vicis.ru

ЯКОВКИНА
Александра Андреевна
студент группы БИМ-81з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, sasha-yakovkina@mail.ru

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МАГИСТРАНТОВ И ИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ (ПКМ-2020)

Сборник лучших докладов конференции

Научное издание

Отпечатано с авторского оригинал-макета

Вёрстка
Г. Д. Царёва, А. О. Родакова, Д. А. Гриненко
Дизайн логотипа Г.И. Юрьев
Подписано в печать 04.02.2021.
Объём 27,75 усл.-печ. л. Тираж 150 экз. Заказ 1183

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ
193232 СПб., пр. Большевиков, 22, корп. 1
Отпечатано в СПбГУТ