

СПб ГУТ)))



всероссийская научно-техническая и научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей

ПКМ

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

**Сборник лучших докладов
конференции ПКМ-2022**

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

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

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КАДРОВ В МАГИСТРАТУРЕ
ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ
(ПКМ-2022)**

6 декабря – 8 декабря 2022 года

**Сборник лучших докладов
конференции**

СПб ГУТ)))

Санкт-Петербург

2023

УДК 621.39:004

ББК 32.74

Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2022). Всероссийская научно-техническая и научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; Сборник лучших докладов конф. / Сост. Н. Н. Иванов. – СПб.: СПбГУТ, 2023. – 515 с.

ISBN 978-5-89160-279-3

В сборник помещены доклады, признанные лучшими по результатам работы научных направлений конференции 2022 года. Тематика работ охватывает вопросы: теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, радиотехнологии связи, инфокоммуникационные сети и системы, информационные системы и технологии, цифровая экономика и управление в инфокоммуникациях, гуманитарные проблемы информационного пространства.

Доклады, не вошедшие в число лучших и не представленные в настоящем сборнике, размещены в материалах конференции ПКМ-2022 на сайте PKM.SUT.RU.

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

ISBN 978-5-89160-279-3

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	11
Анохин А.Ю. (заместитель председателя Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики), Степанов А.Б. (СПбГУТ) Итоги Арктической экспедиции СПбГУТ	11
Машков Г.М., Бучатский А.Н., Иванов Н.Н. (СПбГУТ) Комплексная система отбора кандидатов на обучение в магистратуре СПбГУТ.....	16
Нестеров А.А. (СПбГУТ) О приеме на обучение и подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СПбГУТ в 2023/2024 учебном году.....	21
Анваржонов Б.Н., Выборнова А.И. (СПбГУТ) Методика обработки кинестетической информации для системы сбора, передачи и воспроизведения данных Тактильного интернета.....	27
Хренов А.А., Глушанков Е.И. (СПбГУТ) Прямые методы адаптации центрально-симметричных антенных решеток, учитывающие структуру корреляционных матриц и нелинейности приемных трактов.....	33
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ	38
1.1. Микроволновая техника: материалы, компоненты, устройства	38
Васяткин М.А., Ланда А.Э., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Фильтр СВЧ на цилиндрической поверхности.....	38
Вахрамеева В.С., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) К вопросу точности синтеза полосковых линий СВЧ.....	43
Глухов Н.И., Седышев Э.Ю., Федоров С.И. (СПбГУТ) СВЧ антенна с круговой поляризацией и возбуждением КЭР.....	48
Державин М.В., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) ФАР для ССС на диэлектрических стержнях.....	51
Иванищева Е.Ф., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Устройство направленного ответвления мощности на связанных нерегулярных линиях в интегральном исполнении.....	56
Ланда А.Э., Никитина Т.В., Седышев Э.Ю. (СПбГУТ) Гибридная интегральная схема генератора СВЧ с изменяющейся частотой.....	62
1.2. Промышленная электроника	67
Герасимов Г.Ю. (СПбГУТ) Исследование и расчет стабильности характеристик LC – фильтров.....	67
Кучерявый А.И., Передистов Е.Ю. (СПбГУТ) Разработка импульсного преобразователя для зарядного устройства многоячеестых литиевых аккумуляторов.....	72
Мельников П.С. (СПбГУТ) Моделирование резонансного DC-DC преобразователя класса DE.....	77

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ	82
2.1. Медиа технологии и телерадиовещание	82
Грачев В.Д., Королев Д.Д., Кращенко А.В. (СПбГУТ, РТРС) Опыт организации бесперебойного цифрового эфирного телевизионного вещания.....	82
Ишутина О.Ю. (СПбГУТ) Обзор исследований в области ненаправленных источников звука.....	87
Лосев А.П., Поленова Д.А., Туманова Е.И. (СПбГУТ) Оценка качества компрессии изображений при помощи модели нейронной сети Stable Diffusion....	92
Сучкова Д.М. (СПбГУТ) Проблемы, возникающие при создании многофункциональных залов.....	97
Татаренков Д.А. (СПбГУТ) Использование Unreal Engine для создания виртуальной студии.....	101
Швец А.И. (СПбГУТ) Исследование влияния ошибочных бит в транспортном потоке на стабильность функционирования передатчика HARRIS.....	106
2.2. Подвижная связь и радиодоступ	111
Багаев Е.С. (СПбГУТ) Постановка оптимизационной задачи управления электромагнитной обстановкой в сетях высокой плотности.....	111
Барышев О.С. (СПбГУТ), Шерemet Н.В. (СПбГУТ) Использование методов определения угла прихода в задачах цифрового диаграммообразования сетей 5G...	114
Мещеряков Д.В. (Билайн) Развитие технологий и сети связи «Билайн» в текущих условиях.....	119
Сопов Д.А. (СПбГУТ) Исследование методов линеаризация усилителей мощности КВ диапазона методом цифровых предискажений.....	123
Халиуллин Р.Ф. (КФУ), Сулимов А.И. (КФУ) Оценка импульсной характеристики канала связи в MIMO-радиосистеме методом сверхширокополосного зондирования.....	128
2.3. Проектирование и технология радиоэлектронных средств	133
Савченко Я.Д. (СПбГУТ) Разработка фазовращателя для работы в составе адаптивных фазированных антенных решеток кв диапазона.....	133
2.4. Радиотехнические системы и антенны	139
Афанасьев Н.А., Глушанков Е.И. (СПбГУТ) Регуляризованный алгоритм адаптации антенн с синтезированной апертурой для помехоустойчивых радиотехнических систем на низкой околоземной орбите.....	139
Глушанков Е.И., Мухина А.Д. (СПбГУТ) Влияние многолучевости на обнаружение сигналов методами сверхразрешения.....	144
Глушанков Е.И. (СПбГУТ), Царик В.И. (ООО "ЭЙРТЭГО") Прямые методы адаптивной пространственной фильтрации в кольцевых антенных решётках.....	149

2.5. Цифровая обработка сигналов	154
Богомолов Н.А., Тимченко В.И., Чернов И.Н. (СПбГУТ) Разработка модуля преобразования видео чересстрочной развёртки в прогрессивную на языке SystemVerilog для ПЛИС.....	154
Ефименко В.В., Степанов А.Б. (СПбГУТ), Козлов Д.В. (МФТИ) Разработка интерфейса настроек для портативного электроэнцефалогра.....	158
Степанов А.Б., Запайщиков А.В. (СПбГУТ), Козлов Д.В. (МФТИ) Устройство для анализа сейсмических сигналов.....	163
Уроков А.Д., Тимченко В.И., Чернов И.Н. (СПбГУТ) Анализ методов верификации цифровых схем.....	168
2.6. Экология формирования информационного пространства	173
Коноплёва А.В. (СПбГУТ) Оценка качества воды реки Новая Санкт-Петербурга..	173
Обатнин В.А. (СПбГУТ) Обработка картографического материала для выявления связей между компонентами ландшафта.....	178
Рубина А.А. (СПбГУТ) Оценка качества поверхностных вод Калужской области.....	183
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ	188
3.1. Безопасность компьютерных систем и сетей связи	188
Голубов Н.А., Кошелева С.А. (СПбГУТ) Классификация атак на облачные инфраструктуры.....	188
Коновалова В.В., Карельский П.В., Ковцур М.М. (СПбГУТ) Разработка концепции решения на базе протокола RPCAP для удаленного анализа трафика с использованием облачных технологий.....	193
Лапшин А.С. (СПбГУТ) Исследование протокола распределения ключей со стиранием ошибочных блоков у нарушителя.....	198
Лебедева А.Д. (СПбГУТ) Концептуальная модель обеспечения защиты системы искусственного интеллекта мультиагентного типа.....	203
Михайлова З.В. (СПбГУТ) Искусственный интеллект в информационной безопасности.....	207
Нечаев А.А., Курманов И.О. (СПбГУТ) RSTEG-TCP: методы обнаружения.....	211
Пестов И.Е., Смуров И.А., Федоров П.О., Федорова Е.С. (СПбГУТ) Мониторинг информации инстансов облачной инфраструктуры.....	216
Севостьянов В.А., Фомин Ю.В., Борисов С.В. (СПбГУТ) Анализ отечественных одноплатных компьютеров.....	221
3.2. Интернет вещей и гетерогенные сети	227
Владимиров С.С., Трофимов В.В., Фищев Е.Д. (СПбГУТ) Псевдослучайные последовательности в современных системах передачи данных.....	227
Герасимова Я.А., Дунайцев Р.А., Корженевский О.В. (СПбГУТ) Исследование использования опций протокола TCP в различных операционных системах.....	232
Кукунин Д.С., Елисеева К.А. (СПбГУТ), Федотов И.О. (ООО «Естественный интеллект») Использование M-последовательностей в задачах CDMA.....	237

Матукас М.Р. (СПбГУТ) Устойчивость каналов Wi-Fi к перегрузкам в рабочем и соседнем каналах.....	241
Паньков Б.О., Маколкина М.А. (СПбГУТ) Модели предоставления первоочередного набора услуг телеприсутствия.....	246
Соколовский Р.А., Шипицын Ю.С., Мутханна А.С.А. (СПбГУТ) Анализ методов повышения отказоустойчивости миграции с помощью ONAP.....	251
3.3. Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии	256
Гольдштейн А.Б., Танашев С.Р. (СПбГУТ) Основные требования к алгоритму автоматизированного проектирования сетей пятого поколения.....	256
Гурина Л.А., Мошак Н.Н. (СПбГУТ) Организация управления мультисервисной сетью связи на базе виртуализации сетевых функций NVF.....	260
Кириенко Д.С., Кисляков С.В., Поляков С.А. (СПбГУТ) Цифровой двойник инфокоммуникационной инфраструктуры для «умного» города.....	266
Нихаенко К.М., Пупцев Р.И. (СПбГУТ) Анализ применения машинного обучения для предсказания параметров работы системы на микросервисной архитектуре.....	269
Селиванов Г.А., Швидкий А.А. (СПбГУТ) Анализ комплексных систем управления виртуализацией ресурсов.....	274
Чипсанова Е.В., Елагин В.С. (СПбГУТ) Оптимизация распределения задач на основе теории массового обслуживания для мобильных граничных вычислений в сетях 5G.....	279
3.4. Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях	283
Гиниятуллин А.Э., Костылева Д.Д., Лошкарев В.А. (СПбГУТ) Исследование метода оценки качества связи по глаз-диаграмме.....	283
Горанская С.А., Рогов С.А. (СПбГУТ) Экспериментальная установка для электронной регистрации и оптического восстановления голограмм.....	288
Ермолаев А.А., Бессонова Е.Д., Зозуля Г.С. (СПбГУТ) Исследование работы эрбиевого усилителя (EDFA).....	293
Молчанов К.В. (СПбГУТ) Особенности эксплуатации ВОЛС в Архангельской области.....	298
Светова А.В., Быков А.И., Бразовский Г.Р., Резников Б.К. (СПбГУТ) Организация протяжённых однопролётных линий связи.....	303
3.5. Программная инженерия	307
Бакатов В.Н., Помогалова А.В. (СПбГУТ) Сравнение стандартов взаимозаменяемых токенов в блокчейн-сетях ETHEREUM и TON.....	307
Донская С.А., Хританков А.С. (НИУ ВШЭ), Першин Н.В. (МФТИ) О совместимости типов в рамках эволюции RESTful микросервисов.....	312
Михайлов Д.М. (СПбГУТ) Анализ современного подхода к обеспечению общей безопасности при эксплуатации умных зданий.....	317
Никифоров Е.В., Березкин А.А. (СПбГУТ) Эффективное хранение растровых изображений с помощью нейронных сетей.....	321

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ	326
4.1. Интеллектуальные коммуникационные технологии	326
Балакирев Н.А., Литвинов В.Л. (СПбГУТ) Анализ современных систем поддержки принятия решений в области банковского надзора.....	326
Дергачев Д.Д., Литвинов В.Л. (СПбГУТ) Исследование моделей распространения эпидемии.....	331
Новиков Е.А. (СПбГУТ) Сравнительный анализ методов нелинейной регрессии для целей идентификации систем.....	334
Петрова В.Е., Птицына Л.К. (СПбГУТ) Сравнительный анализ альтернативных вариантов использования модельно-аналитического интеллекта в сервис-ориентированных системах.....	339
Птицын Н.А., Птицына Л.К. (СПбГУТ) Автоматическое отслеживание изменений показателей профессиональной деятельности.....	343
Птицына Л. К., Пелих Д. А. (СПбГУТ) Формирование расширенных объектно-ориентированных моделей типовых процессов систем автоматизации документооборота.....	348
Птицына Л.К., Рожкова Д.А. (СПбГУТ) Применение многоагентных интеллектуальных систем для экологического мониторинга.....	352
Сарычев Д.В., Карпов А.В. (КФУ) Интеллектуальная система диагностики и мониторинга ЛЭП 6-10 кВ.....	357
4.2. Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления	363
Верхова Г.В. (СПбГУТ) Программа магистерского онлайн-курса «Многоаспектное геоинформационное моделирование».....	363
Парфенов Д.Д., Скробов Д.В., Березкин А.А. (СПбГУТ) Использование синтетических данных для обучения нейросетевого детектора оставленных предметов.....	367
Прокофьев П.А. (СПбГУТ) Современное состояние и перспективы развития объектных геоинформационных систем.....	372
Шабанов А.П. (СПбГУТ) Модель оповещения микросервисов в распределенной системе управления.....	376
4.3. Информационные технологии в дизайне	380
Иванов Р.С., Мусаева Т.В. (СПбГУТ) Исследование информационных технологий для построения цифровых двойников.....	380
Мирзагалимов Б.М., Побегалова В.В., Фёдорова А.В., Шарапова А.Х. (СПбГУТ) Использование технологий искусственного интеллекта при разработке web-сайта.....	383
Чабдарова Д.Ю. (СПбГУТ) Правовые и этические аспекты использования персональных данных в рекомендательных алгоритмах.....	388
Шакурова А.А., Гунина Е.В. (СПбГУТ) Разработка архитектуры автоматизированной информационной системы мониторинга цен конкурентов.....	393

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС	398
5.1. Цифровая трансформация, инновации, бизнес	398
Ананьев В.Ю. (СПбГУТ) Управление качеством разработки системы дистанционного банковского обслуживания.....	398
Бучацкий А.С. (СПбГУТ) Совершенствование практики управления проектами в государственном секторе.....	403
Колотилин В.А. (СПбГУТ) Изменение бизнес-процесса отгрузки телекоммуникационного оборудования на примере ООО «НАГ».....	409
Леонтьева А.С. (СПбГУТ) Реинжиниринг бизнес-процессов группы компаний по разработке и сопровождению программного обеспечения удаленного мониторинга бурения.....	412
Стрелкова Е.В. (СПбГУТ) Совершенствование практики управления ит-сервисами в компании «Вахруши-литобувь».....	417
Щербаков А.М. (СПбГУТ) Повышение киберзащищенности корпоративной сети промышленного предприятия.....	421
ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА	427
6.1. Вопросы регионоведения и межкультурных коммуникаций в цифровую эпоху	427
Гехт А.Б., Бекшаева Н.Э., Неровный А.В. (СПбГУТ) Развитие теоретических концепций и практических основ применения «мягкой силы» во внешней политике США в период между мировыми войнами (1918-1938 гг.).....	427
Жадан Р.А. (СПбГУТ) Формы и методы информационной войны в 1980-е г.....	433
Куприк С.А. (СПбГУТ) Начало создания свободной экономической зоны между СССР и западным миром.....	437
Стоноженко К.А. (СПбГУТ) Арктический вектор во внешней политике Европейского Союза на примере "Северного измерения".....	442
Терентьева Е.А., Черкасов Д.Г. (СПбГУТ) Изменения в шведской политической системе в контексте парламентских выборов 2022 года.....	446
Фатемех Хейдари Монфаред Аболгасем (СПбГУТ) Россия и Иран в период Первой мировой войны: краткая характеристика взаимодействия.....	453
Цверинаншвили И.А. (СПбГУТ) Леннарт вон Пост (1884 - 1951): деятель шведского экологического движения перв. пол. XX в.....	460
6.2. Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе	464
Гладышева П.А., Нестеров А.А., Перевышко А.С., Федорова А.В. (СПбГУТ) «Новая» модель аспирантуры: перспективы функционирования в контексте сквозного высшего образования.....	464
Еникеева Е.М. (СПбГУ, СПбГУТ) Цифровой инструментарий политических коммуникаций.....	469
Желтова Е.П., Маршева Н.В. (СПбГУТ) К вопросу о подготовке студентов магистратуры к академической коммуникации в виртуальной среде на иностранном языке.....	474

Землякова К.В. (СПбГУТ) Феномен политика-блогера: коммуникативно-дискурсивный подход к определению.....	479
Кульназарова А.В., Щетинина Д.А. (СПбГУТ) Управление репутацией вуза в Интернете.....	484
Кутасов А.С., Шутман Д.В. (СПбГУТ) Продвижение кожевенной мастерской посредством рекламы в социальных сетях.....	489
Сведения об авторах.....	493



всероссийская научно-техническая и научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей

ПКМ

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

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 910.4
ГРНТИ 47.13

ИТОГИ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ СПБГУТ

А. Ю. Анохин¹, А. Б. Степанов²

¹ Комитет Санкт-Петербурга по делам Арктики

² Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Статья посвящена результатам арктической экспедиции СПБГУТ в пгт. Диксон. В рамках экспедиции проводились научные исследования, испытания арктического оборудования, разработанного при участии магистрантов и аспирантов СПБГУТ, экологические исследования, съемки документального фильма, посвященного гражданско-патриотическому воспитанию, проведение тренингов и мастер-классов для магистрантов в полевых условиях.

экспедиция, Арктика, Диксон, Дудинка, Норильск, Санкт-Петербург, магистранты

В Северной столице Комитетом Санкт-Петербурга по делам Арктики реализуется концепция «Арктический подвиг народа как вектор гражданско-патриотического воспитания молодежи Санкт-Петербурга». В рамках данной концепции проводится ряд мероприятий, направленных на популяризацию научных исследований, развития культурного и творческого потенциала и гражданско-патриотического воспитания молодёжи для развития регионов Арктики.

Одним из мероприятий в рамках данной концепции стала арктическая экспедиция СПБГУТ. В период с 29.10.2022 г. по 10.11.2022 г. магистранты и работники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича приняли участие в арктической экспедиции в пгт. Диксон (один из самых северных населённых пунктов России), которая прошла по маршруту: г. Санкт-Петербург – г. Дудинка – пгт. Диксон – г. Норильск – г. Санкт-Петербург. Экспедиция реализована в рамках проекта «Открываем Россию заново» платформы «Россия – страна возможностей». В экспедиции приняли участие 9 человек, среди них 7 магистрантов, которые обучаются по следующим образовательным программам:

- Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети;
- Радиосвязь и радиодоступ;
- Медиатехнологии и телерадиовещание;
- Информационные технологии в дизайне;
- Экологическая безопасность промышленных и телекоммуникационных систем;
- Радиотехнические системы;
- Безопасность компьютерных систем.

Целью арктической экспедиции СПбГУТ являлась апробация научных разработок магистрантов, аспирантов и преподавателей университета в арктическом регионе, проведение экологических исследований и съемка документального фильма гражданско-патриотической направленности.

Данная цель достигалась путем решения следующих задач:

- испытание арктического оборудования, разработанного при участии магистрантов и аспирантов СПбГУТ (автоматического портативного электроэнцефалографа, анализатора сейсмических сигналов, компонентов систем подвижной связи со сверхнизким энергопотреблением) в реальных условиях эксплуатации, проведение измерений, сбор сведений для написания научных статей и докладов. Разработка оборудования проводилась в интересах реализации «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [1];
- съемка документального фильма об арктической экспедиции с дальнейшей трансляцией на телевидении, формирующего позитивный облик региона и привлечение молодежи к научной работе, а также, способствующего гражданско-патриотическому воспитанию;
- проведение тренингов и мастер-классов для магистрантов в полевых условиях;
- проведение экологических исследований.

Подготовка к экспедиции началась заблаговременно, был проведен конкурсный отбор участников, конкурс составил 76 человек на место. Проект привлек внимание не только магистрантов, но и бакалавров и преподавателей СПбГУТ. При отборе членов экспедиции среди студентов экспертная комиссия руководствовалась совокупностью критериев, среди которых можно особо отметить отличную успеваемость и наличие индивидуальных достижений. К преподавателям предъявлялись высокие требования, в части касающиеся научных публикаций, в том числе по арктической тематике, а также наличие опыта участия в подобных мероприятиях.

В соответствии с планом арктической экспедиции в течение 13 дней проводились испытания научных разработок, съемка документального фильма, научные исследования в экологической сфере. Особенностью проведенных испытаний стали крайне тяжелые погодные условия:

сильный мороз, ветер, снежная буря. В числе разработок для применения в сложных климатических условиях Арктики испытывались следующие приборы:

1. Автоматический портативный электроэнцефалограф [2, 3], который позволяет выполнять анализ электроэнцефалограммы без участия врача в неподготовленных помещениях. Электроэнцефалограф отработал штатно, была получена «сырая» электроэнцефалограмма для возможности проведения визуального анализа, получена вейвлет-спектрограмма, позволяющая выполнять частотно-временной анализ ЭЭГ в реальном времени, и периодограммы для оценки основных ритмов ЭЭГ. На основе полученных данных было автоматически сформировано клиническое заключение. Проведенные исследования показали, что данный прибор в полной мере удовлетворяет требованиям условий его эксплуатации и может применяться на практике. Испытание автоматического портативного электроэнцефалографа представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Испытание автоматического портативного электроэнцефалографа

2. Генератор импульсов сейсмической активности и автоматическое устройство анализа сейсмических сигналов. Конструкция генератора импульсов сейсмической активности обеспечивает надежность его работы при любых климатических условиях. Во время проведения испытаний были исследованы различные слои грунта, для распространения сейсмической волны: от поверхностного, покрытого ледяной коркой, до болотистых. В дальнейшем планируется изучение более глубоких слоев почвы, в том числе пласта вечной мерзлоты. В результате проведенных исследований оборудование отработало штатно. Испытание генератора импульсов сейсмической активности и автоматического устройства анализа сейсмических сигналов представлено на рисунке 2.

3. Приемопередатчик на базе технологии LoRa, который обеспечивает передачу сообщений от пользователей и датчиков на расстоянии до 5 км, имеет компактные размеры и может использоваться как в зоне прямой видимости, так и в условиях городской застройки. Использование пассивной штыревой антенны обеспечивает удобство транспортировки и

эксплуатации. Испытание приемопередатчиков на базе технологии LoRa представлено на рисунке 3.



Рис. 2. Испытание генератора импульсов сейсмической активности и автоматического устройства анализа сейсмических сигналов

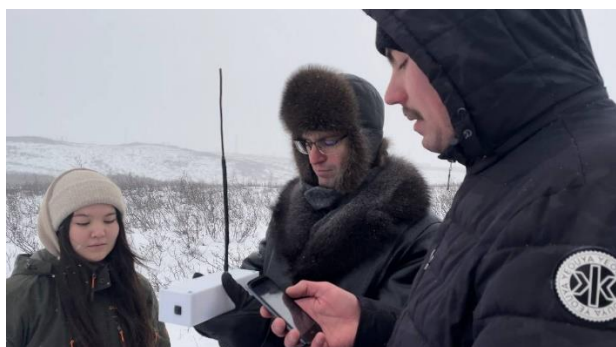


Рис. 3. Испытание приемопередатчиков на базе технологии LoRa

Перечисленные устройства разработаны под руководством к.т.н., доцента А. Б. Степанова.

Во время экспедиции помимо проведения научных исследований члены экспедиций приняли участие в ряде культурных мероприятий и мероприятий, направленных на гражданско-патриотическое воспитание:

- участие в церемонии, посвященной Дню памяти жертв репрессий, в г. Дудинка;
- посещение Таймырского краеведческого музея и Дома культуры в г. Дудинка;
- встреча с начальником Управления образования Администрации Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района;
- посещение краеведческого музея в пгт. Диксон;
- встреча с заместителем главы Администрации пгт. Диксон;
- участие в мероприятии, посвященном памяти моряков, погибших в августе 1942 г. у берегов Диксона;
- посещение Музея Норильска;
- встреча с представителями Агентства развития Норильска;
- экскурсия по г. Норильск.

Члены экспедиции провели мастер-классы, прочитали лекции по тематике научных исследований, в результате чего получили сертификат о повышении квалификации «Информационные технологии Арктики» объемом 72 ч.

В качестве основных результатов Арктической экспедиции СПбГУТ можно отметить следующее:

- Проведены научные исследования с применением разработок магистрантов и аспирантов СПбГУТ;
- Проведены экологические исследования;
- Члены экспедиции приняли участие в культурных мероприятиях и в мероприятиях, направленных на гражданско-патриотическое воспитание;
- Проведены мастер-классы, лекции по программе «Информационные технологии Арктики».

Арктическая экспедиция показала высокие результаты и дала старт разработке новых исследований, в том числе в рамках экспедиции в Архангельск, которая планируется весной 2023 года.

Список используемых источников:

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645 // Официальный портал правовой информации pravo.gov.ru. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/search?title=645> (Дата обращения: 14.11.2022).

2. Степанов, А. Б. Автономный портативный электроэнцефалограф на базе одноплатного компьютера NVIDIA Jetson / А. Б. Степанов, Д. В. Козлов, А. В. Запайщиков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2022. – Т. 18. – № 2. – С. 77-85. – DOI 10.36622/VSTU.2022.18.2.011. – EDN ECIXKV.

3. Portable Device for Time-Frequency Analysis of Signals in Extremely Low Temperatures of the Arctic and Antarctic / A. B. Stepanov, I. A. Bogoslovskii, V. S. Griбанov [et al.] // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021, Moscow, 26–28 января 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 1704-1707. – DOI 10.1109/ElConRus51938.2021.9396398. – EDN VAPYNM.

Anohin A., Stepanov A.

*Saint Petersburg Committee for Arctic Affairs
The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications*

Results of the SPbSUT Arctic expedition.

The article is devoted to the results of the Arctic expedition of SPbSUT in the village. Dixon. Within the framework of the expedition, scientific research, testing of Arctic equipment developed with the participation of undergraduates and postgraduates of SPbSUT, environmental studies, filming of a documentary film dedicated to civil and patriotic education, conducting trainings and master classes for undergraduates in the field were carried out.

Key words: *personnel for the digital economy, digitalization, infrastructure, digital transformation.*

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.07

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОТБОРА КАНДИДАТОВ НА ОБУЧЕНИЕ В МАГИСТРАТУРЕ СПбГУТ

Г. М. Машков, А. Н. Бучатский, Н. Н. Иванов

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

На примере Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича представлена система мероприятий по отбору кандидатов на обучение в магистратуре с учётом будущей сферы деятельности магистров в цифровой экономике страны. Система включает в себя в том числе школу будущего магистранта, студенческую олимпиаду «Инфотелеком», конкурс научных докладов студентов бакалавриата, конкурс портфолио для поступающих. Действующая система позволяет оперативно адаптироваться к новым условиям и вызовам.

магистратура, подготовка кадров, отбор кандидатов

В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) реализуются 24 магистерские программы, в том числе по востребованным в отрасли инфокоммуникаций и связи техническим направлениям в рамках УГСН 09.00.00, 10.00.00, 11.00.00, 15.00.00 и 27.00.00, а также по гуманитарным направлениям в рамках УГСН 38.00.00, 41.00.00 и 42.00.00. Институтом магистратуры СПбГУТ создана уникальная система магистерской подготовки [1, 2], базирующаяся на 3 ключевых элементах:

- комплексная система отбора кандидатов на обучение;
- эффективная система мотивации преподавателей;
- создание условий для научного и творческого развития магистрантов.

В основе достижений СПбГУТ в подготовке магистров лежит эффективная система выявления, привлечения и отбора кандидатов на обучение для последующего зачисления на первый курс магистратуры. Активная работа по формированию контингента кандидатов начинается задолго до старта приёмной кампании.

Опыт приёмных кампаний последних лет показывает, что, несмотря на значительные ресурсы, затрачиваемые подразделениями университета непосредственно в период приёмной кампании, их может оказаться недостаточно для отбора качественных кандидатов, подготовленных для обучения в магистратуре в условиях цифровизации всех сторон жизни в Российской Федерации.

Привлечение кандидатов на обучение в магистратуре с серьезными научными и учебными достижениями в СПбГУТ начинается за год до

начала приемной кампании. Оно включает в себя следующие специализированные профориентационные мероприятия:

- Всероссийская научно-техническая и научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей «Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики» (ПКМ). Конференция проводится ежегодно в начале декабря, в ней могут принимать участие не только магистранты, аспиранты и преподаватели, но и студенты бакалавриата и специалитета выпускных курсов, а также руководители магистерских программ, являющиеся руководителями научных направлений конференции. Таким образом, это одна из первых возможностей для знакомства будущих абитуриентов и руководителей магистерских программ;

- Студенческая Олимпиада «Инфотелеком» проводится среди бакалавров 3-го и 4-го курсов, в ней могут принимать участие также и граждане иностранных государств. Победители и призеры Олимпиады получают возможность поступить в магистратуру СПбГУТ на особых условиях. Обладатели дипломов I степени получают 100 баллов и могут поступить в магистратуру без сдачи вступительных испытаний по соответствующей магистерской программе. Обладатели дипломов II степени получают 20 баллов за индивидуальные достижения, которые могут использовать во время сдачи вступительных испытаний по соответствующей магистерской программе, указанной в дипломе Олимпиады. Обладатели дипломов III степени получают 60 баллов за вступительные испытания и могут поступить в магистратуру СПбГУТ без экзаменов при условии заключения договора на оказание платных образовательных услуг. Студенты, успешно решившие задачи компаний-партнеров, могут получить статус призёра и 15 баллов за индивидуальные достижения на вступительных испытаниях на любую магистерскую программу. Олимпиада «Инфотелеком» вошла в перечень мероприятий для предоставления грантов Президента Российской Федерации лицам, поступившим на обучение в образовательные организации высшего образования, либо научные организации по программам магистратуры [3]. Кроме того, победители студенческой Олимпиады "Инфотелеком-2023" из числа иностранных граждан в 2023/2024 уч. году смогут поступить на обучение по программам магистратуры в пределах квоты Правительства Российской Федерации;

- Школа будущего магистранта. Мероприятие проводится в течение 3 дней, участникам предлагается прослушать курс лекций, пройти мастер-классы и тренинги, а также выполнить и защитить индивидуальный проект. Победитель Школы будущего магистранта получает «Золотой сертификат», который позволяет поступить в магистратуру СПбГУТ без сдачи вступительных испытаний по соответствующей магистерской программе. Обладатель «Серебряного сертификата» получает 60 баллов и

может поступить в магистратуру без экзаменов по соответствующей магистерской программе при условии заключения договора на оказание платных образовательных услуг;

- Конкурс портфолио, который проводится в дистанционной форме в апреле – мае и является одной из возможностей поступления в магистратуру без сдачи вступительных испытаний. Участники загружают в личный кабинет абитуриента на сайте университета свои индивидуальные достижения (в научной, учебной, творческой, спортивной деятельности), научно-популярное эссе по предложенной тематике, в качестве которого может выступать фрагмент выпускной квалификационной работы, а так же мотивационное письмо. Победитель конкурса портфолио определяется в начале июня, ещё до начала сдачи вступительных испытаний;

- Выпускающие кафедры университета могут дополнительно отметить лучших выпускников бакалавриата посредством конкурса научных докладов и рекомендации ГЭК. Победитель конкурса научных докладов получает 20 баллов за индивидуальные достижения при сдаче вступительных испытаний по соответствующей магистерской программе. По решению ГЭК бакалавр при защите своей выпускной квалификационной работы может получить рекомендацию, которая на вступительных испытаниях в магистратуру даёт 20 дополнительных баллов за индивидуальные достижения.

Кроме указанных специализированных мероприятий магистратуры, в целях выявления способностей и достижений потенциальных абитуриентов используются результаты их участия в общеуниверситетских мероприятиях, таких как Региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая Весна», Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» (АПИНО), Международный Балтийский Коммуникационный Форум (БАФО), а так же в мероприятиях, проводимых другими организациями.

Таким образом, в СПбГУТ разработана и реализована логичная последовательность мероприятий, позволяющих на выходе сформировать достаточно обширную группу кандидатов, среди которых приёмная комиссия может успешно производить отбор для обучения в магистратуре. Возможные траектории выявления, привлечения и отбора кандидатов на обучение для последующего зачисления на первый курс магистратуры представлены на рисунке.



Рис.1. Возможные траектории выявления, подготовки и отбора кандидатов на обучение в магистратуре СПбГУТ

Представленный комплекс мероприятий позволяет студентам бакалавриата задуматься о своём будущем статусе и дальнейшем образовании, побудить их к проявлению своих способностей к обучению, продемонстрировать полученные компетенции, интерес к определённой отрасли знаний, науки и техники. Тем самым, пока ещё студенты бакалавриата публично заявляют о себе как будущем абитуриенте. Они попадают в орбиту функционирования приёмных комиссий по отдельным направлениям подготовки, могут становиться объектом конкуренции различных кафедр и руководителей программ.

Такая двойная конкуренция (между кандидатами на обучение за место в магистратуре и между кафедрами за конкретного кандидата) позволяет, в итоге, повысить качество контингента абитуриентов, с одной стороны, и стимулировать регулярную актуализацию образовательных программ и повышение качества обучения в магистратуре, с другой стороны.

Система выявления, привлечения и отбора кандидатов на обучение в магистратуре как один из важнейших элементов общей системы подготовки магистров в СПбГУТ создана и уверенно функционирует. Ежегодно все составные части системы подготовки магистров подвергаются усовершенствованию под воздействием новых условий и вызовов, в том числе в преддверии введения с 1 сентября 2024 года нового перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования.

Характерно, что постоянный настрой на повышение эффективности и качества образования в магистратуре СПбГУТ сохраняется и укрепляется. Это было неоднократно продемонстрировано за последнее время, например при ежегодном расширении количества образовательных программ магистратуры, при работе в условиях пандемии коронавируса и при необходимости увеличить в 2022 году приём в магистратуру на 25% по сравнению с 2021 годом.

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. Машков Г.М., Бучатский А.Н., Топанов А.П., Степанов А.Б. О роли СПбГУТ и АКТ(ф) СПбГУТ в подготовке кадров для цифровой экономики // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2021). Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; Сборник лучших докладов конф. / Сост. Н.Н.Иванов. – СПб.: СПбГУТ, 2022. – С. 14-19.
3. Приказ Минобрнауки России от 12.09.2022 г. № 880 "Об утверждении перечня мероприятий для предоставления грантов лицам, поступившим на обучение в образовательные организации высшего образования, научные организации по программам магистратуры, на 2023/24 учебный год"

Mashkov G., Buchatsky A., Ivanov N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Comprehensive system of candidate selection system for master studies of SPbGUT. On the example of The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications presents a system of measures for the selection of candidates for admission to the magistracy, taking into account the future field of activity of masters in the digital economy of the country. The system includes, among other things, the School of the Future undergraduates, the Infotelecom Olympiad, scientific and technical conferences, and a portfolio competition. The formed system allows to quickly adapt to new conditions and challenges.

Key words: magistracy, personnel training, selection of candidates.

УДК 378.225
ГРНТИ 12.79.25

О ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ СПБГУТ В 2023/2024 УЧЕБНОМ ГОДУ

А. А. Нестеров

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

В 2022 году в силу вступило несколько нормативно-правовых актов, изменивших организацию образовательной деятельности по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Рассматриваются правила приема и особенности поступления в аспирантуру СПбГУТ в 2023 году. Представлена номенклатура групп научных специальностей, по которым организована подготовка научных и научно-педагогических кадров в СПбГУТ. Приводятся требования, предъявляемые к выпускникам в ходе итоговой аттестации.

аспирантура, научные кадры, научная специальность, аттестация, диссертация

Аспирантура является одной из форм подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации и является завершающим, третьим уровнем высшего образования [1]. Поступить в аспирантуру СПбГУТ может соискатель, имеющий уровень образования не ниже второй ступени (магистратура, специалитет), представивший необходимые документы и сдавший вступительные испытания. Поскольку аспирантура является одной из ступеней высшего образования, при обучении в ней для обучающихся существуют преимущества и льготы, например, возможность получения государственной академической стипендии, предоставление отсрочки от службы в армии (для аспирантов, обучающихся по очной форме обучения). Наряду с этим, имеются весьма серьезные требования к результату обучения в аспирантуре - выпускники аспирантуры на итоговой аттестации обязаны представить полностью написанную и готовую к защите диссертацию [2]. В противном случае аспирант не получит документа об успешном завершении обучения в аспирантуре.

Процесс получения высшего образования в аспирантуре является заключительной, третьей частью трехступенчатого «сквозного образования» [3]. На каждой ступени высшего образования реализуются два основных компонента образовательного процесса: образовательный и научный. При переходе к каждой следующей ступени образования происходит усиление научного компонента, который достигает максимального уровня на третьей ступени. Комплексная подготовка позволяет выпускникам после окончания аспирантуры реализовать себя не только в качестве ученых, которые занимаются научной работой, но и в

качестве вузовских преподавателей, а в большинстве случаев совмещать эти направления в процессе своей дальнейшей деятельности.

Поступление в аспирантуру СПбГУТ происходит на конкурсной основе, конкурс в 2022 году составил около 2 человек на одно место. Количество бюджетных мест в аспирантуре СПбГУТ и конкурс на одно место за период 2017-2022 годы приведены на рис.1.

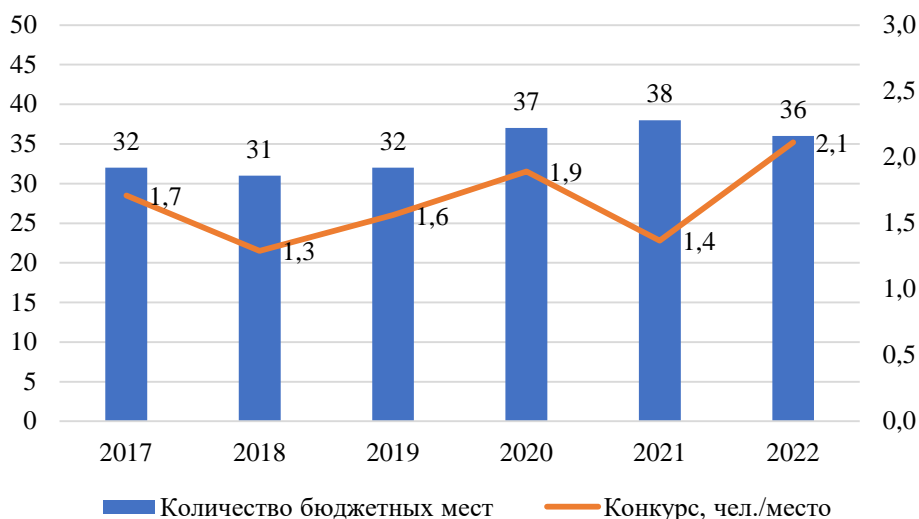


Рис. 1. Количество бюджетных мест и конкурс в аспирантуру СПбГУТ

В 2023/2024 учебном году прием на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в СПбГУТ будет проводиться в соответствии с «Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в 2023/2024 учебном году», которые утверждены и размещены на официальном сайте СПбГУТ. В соответствии с этим документом СПбГУТ осуществляет прием на обучение в аспирантуру только по очной форме обучения. Заочная форма обучения в СПбГУТ отсутствует, что регламентировано [2].

Обучение в аспирантуре СПбГУТ ведется по десяти научным специальностям, которые сгруппированы в пять групп. В соответствии с новыми федеральными государственными требованиями [4], вступившими в силу в 2022 году, в аспирантуре изменился срок обучения на некоторых научных специальностях. Ранее на всех технических направлениях и профилях срок обучения на очной форме составлял 4 года, на экономических специальностях – 3 года. Сейчас в аспирантуре срок обучения на некоторых технических специальностях сократился. Полный перечень научных специальностей, по которым ведется обучение в аспирантуре СПбГУТ и срок обучения на них приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Перечень научных специальностей

Группа научных специальностей	Шифр и наименование научной специальности	Срок обучения
1.2. Компьютерные науки и информатика	1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	3 года
1.3. Физические науки	1.3.5. Физическая электроника	4 года
2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь	2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств	4 года
	2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения	4 года
	2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	4 года
	2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций	4 года
2.3. Информационные технологии и телекоммуникации	2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации	3 года
	2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами	3 года
	2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность	3 года
5.2. Экономика	5.2.3. Региональная и отраслевая экономика	3 года

В 2023/2024 учебном году количество бюджетных мест в аспирантуре СПбГУТ увеличилось, прием будет организован на 46 бюджетных мест, из которых 1 выделено на группу научных специальностей 1.2 Компьютерные науки и информатика, 30 – на группу 2.2 Электроника, фотоника, приборостроение и связь, 15 – на группу 2.3 Информационные технологии и телекоммуникации. В соответствии с требованиями законодательства 33% этих мест предусматривается для мест целевой квоты. Поступление по договорам об оказании платных образовательных услуг возможно на любую из десяти научных специальностей, в том числе на специальности 1.3.5 Физическая электроника и 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика, на которые в 2023 году в СПбГУТ нет бюджетного приема.

Поступающие в аспирантуру СПбГУТ на места в рамках КЦП, а также по договорам об оказании платных образовательных услуг сдают одинаковые вступительные испытания:

- специальную дисциплину, соответствующую специальности подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре;
- философию;
- иностранный язык (английский).

Сумма конкурсных баллов исчисляется как сумма баллов за каждое вступительное испытание, а также за индивидуальные достижения. Уровень знаний поступающего оценивается по 25 балльной шкале за

каждое вступительное испытание. Таким образом, за вступительные испытания можно набрать в сумме 75 баллов, и еще 25 – за индивидуальные достижения. Самое весомое индивидуальное достижение оценивается в 10 баллов, которые даются за опубликованные научные статьи в изданиях, индексируемых в базе RSCI (Russian Science Citation Index) и приравненных к ним международных. В 8 баллов оцениваются опубликованные научные статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, патенты на изобретения и полезные модели, документы, подтверждающие получение гранта на проведение научных исследований. 5 баллов дают опубликованные научные статьи в журналах, включенных в РИНЦ, свидетельства на программы для ЭВМ, в 2 дополнительных балла оцениваются опубликованные доклады (тезисы докладов) в материалах научных конференций. Финалом приема в аспирантуру СПбГУТ является выпуск приказа о зачислении.

Основной задачей обучения в аспирантуре является подготовка диссертации на соискание ученой степени кандидата наук и, как следствие, итогом обучения аспиранта является защита диссертации на соискание ученой степени кандидата наук [5]. Начиная с выпуска тех аспирантов, которые поступили в аспирантуру в 2022 году, итоговая аттестация будет проходить в форме предзащиты диссертации на соискание степени кандидата наук. К итоговой аттестации допускается аспирант, полностью выполнивший индивидуальный план работы, в том числе подготовивший диссертацию к защите. Итоговая аттестация проводится в форме оценки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с [6]. Таким образом, чтобы успешно закончить аспирантуру, аспиранту необходимо подготовить диссертацию к защите, т. е. написать ее, проверить оформление на соответствие ГОСТам и быть готовым выступить с научным докладом на научно-техническом совете (НТС) СПбГУТ для оценки готовности диссертации к защите.

Готовая диссертация должна отвечать ряду критериев. В соответствии с утвержденными требованиями, диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях. К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых изданиях приравниваются публикации в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных, определяемых в соответствии с рекомендацией ВАК. К таким публикациям приравниваются патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, свидетельства о

государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных, топологий интегральных микросхем.

По итогам рассмотрения представленной аспирантом диссертации НТС готовит заключение о ее соответствии критериям. Подготовленное заключение подписывается ректором СПбГУТ.

После успешного завершения обучения в аспирантуре СПбГУТ может предоставить сопровождение выпускнику (по его заявлению) на срок до одного года при представлении им диссертации к защите. Это время выделяется выпускнику для сбора документов к защите и непосредственно для защиты диссертации, а сопровождение вуза имеет целью оказать выпускнику помощь в этих вопросах.

Список используемых источников:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Официальный портал правовой информации pravo.gov.ru. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/36698> (Дата обращения: 01.12.2022).

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» // Официальный интернет-портал правовой информации pravo.gov.ru. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300127> (Дата обращения: 01.12.2022).

3. Проблемы обеспечения преемственности в трехуровневой цепочке высшего образования "бакалавриат - магистратура - аспирантура" и пути их решения / П. А. Гладышева, А. С. Перевышко, А. В. Федорова // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020) : Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей. Сборник лучших докладов конференции, Санкт-Петербург, 01–03 декабря 2020 года / Сост. Н.Н. Иванов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. – С. 370-375. – EDN QHGHRS.

4. Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» // Официальный интернет-портал правовой информации pravo.gov.ru. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300127> (Дата обращения: 01.12.2022).

5. Подготовка квалификационной работы на соискание ученой степени / А. В. Шестаков, В. С. Елагин, И. М. Татарникова, А. В. Федорова. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. – 71 с. – ISBN 978-5-89160-260-1. – EDN IELBPE.

6. Федеральный закон от 23.08.1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» // Официальный портал правовой информации pravo.gov.ru. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9973> (Дата обращения: 01.12.2022).

Nesterov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

On admission to study and training of scientific and scientific-pedagogical personnel in the SPbSUT postgraduate study in the 2023/2024.

In 2022, several regulatory legal acts have been adopted that changed the organization of educational activities for training programs for scientific and scientific-pedagogical personnel in graduate school. The rules and features of admission to the graduate school of St. Petersburg State University of Technology in 2023 are considered. The nomenclature of groups of scientific specialties is presented, according to which the training of scientific and scientific-pedagogical personnel at SPbSUT is organized. The requirements for graduates in the course of the final certification are given.

Key words: *postgraduate study, scientific personnel, scientific specialty, attestation, dissertation.*

УДК 004.77
ГРНТИ 49.33.29

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ КИНЕСТЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ДАННЫХ ТАКТИЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА

Б. Н. Анваржонов, А. И. Выборнова

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

Данная статья описывает алгоритмы работы программно-аппаратного комплекса для сбора, передачи и воспроизведения кинестетических данных для Тактильного интернета. Рассматриваются общие алгоритмы работы устройств записи и воспроизведения движений оператора, входящих в комплекс, а также алгоритмы обработки данных, позволяющие откалибровать устройство и отфильтровать помехи без внесения дополнительной задержки, что критически важно для приложений Тактильного интернета

тактильный интернет, робототехника, интернет вещей

Тактильный интернет – одно из перспективных приложений сетей связи, позволяющее передавать по сетям связи тактильную и кинестетическую информацию, например, удаленно управлять различными типами роботов [1,2]. При этом существует возможность не только передать данные об управляющих движениях оператора, чтобы воспроизвести их на удаленном роботе, но и передать в обратную сторону и воспроизвести оператору тактильную (температура, текстура поверхности, вибрация) и кинестетическую (препятствия и их упругость) обратную связь (см. рис. 1). Приложения Тактильного интернета в перспективе смогут найти широкое применение в медицине, образовании и других областях [3].

В статье приведены алгоритмы работы устройства с перчаткой (управляющий домен), устройства с роботизированной рукой (управляемый домен), а также специфические алгоритмы обработки данных от датчиков, позволяющие добиться улучшения субъективного качества обслуживания в системе [4].

Устройство с перчаткой. Алгоритмы.

Обычно алгоритм работы устройств состоит из функций Setup и Loop. В начале устройство подключается к точке доступа Wi-Fi и соединяется с сервером MQTT. После этого устанавливается разрядность аналоговых показаний и выполняются основные подфункции: определение интервалов джиттера и калибровка датчиков изгиба.

Затем программа переходит к части Loop, где команды выполняются циклично. В начале цикла программа считывает и подготавливает аналоговые значения с датчиков изгиба для их обработки с помощью алгоритмов коррекции джиттера и сглаживания. После обработки она

преобразует готовые данные в значения, читаемые сервоприводами, и добавляет константу FILLER, заполняющую свободные разряды фиксированной комбинацией для облегчения проверки данных на наличие ошибок на принимающей стороне. Затем готовые значения преобразуются в строковую переменную и отправляются на сервер [5].

Следующая часть программы проверяет наличие новых входящих данных на сервере, и, если есть новые данные, программа сохраняет их и проверяет целостность данных. Если проверка прошла успешно, полученные значения обрабатываются и используются для управления актуаторами: RGB и зелеными светодиодами для отображения данных о температуре и нажмие соответственно.



Рис. 1. Схема обмена данными в устройствах тактильного интернета [6]

Устройство с роботизированной рукой. Алгоритмы.

При включении устройства оно работает аналогично устройству с перчаткой, но вместо калибровки датчиков изгиба и определения джиттера происходит подготовка сервоприводов и калибровка датчиков давления.

В устройстве с роботизированной рукой считываются значения давления пальцев и температуры (в отличие от значения изгибов датчиков на устройстве с перчаткой). Далее, значения давления и температуры обрабатываются и вносятся в строковую переменную. Подготовленные данные переменной публикуются на сервере для считывания и воспроизведения устройством с перчаткой. С сервера считываются значения датчиков изгиба, отправленные туда устройством с перчаткой, и используются для установки угла поворота сервоприводов.

Алгоритм обнаружения помех.

При сглаживании данных с датчиков изгиба одним из важных процессов является определение помех. Его целью является определение действительных экстремумов входящих данных с сенсоров.

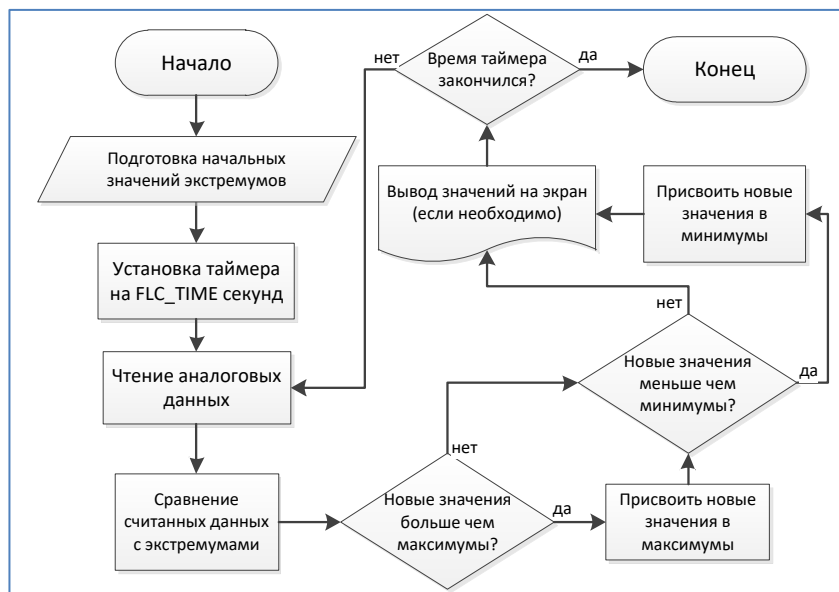


Рис. 2. Алгоритм определения границ помех

В нашем случае используется простой алгоритм определения помех, который собирает данные за более чем 2 секунды и находит их среднеарифметические значения минимумов и максимумов. В дальнейшем планируются ускорить процесс выполнения алгоритма (до одной секунды) и улучшить точность определения границ.

Алгоритм калибровки.

Для более точного получения экстремумов каждого датчика изгиба или давления используется метод среднего скользящего для фильтрации помех в алгоритме калибровки. В начале процесса программа оповещает пользователя о том, что он должен сделать для правильной калибровки. Оповещение производится на мониторе сервера или порта.

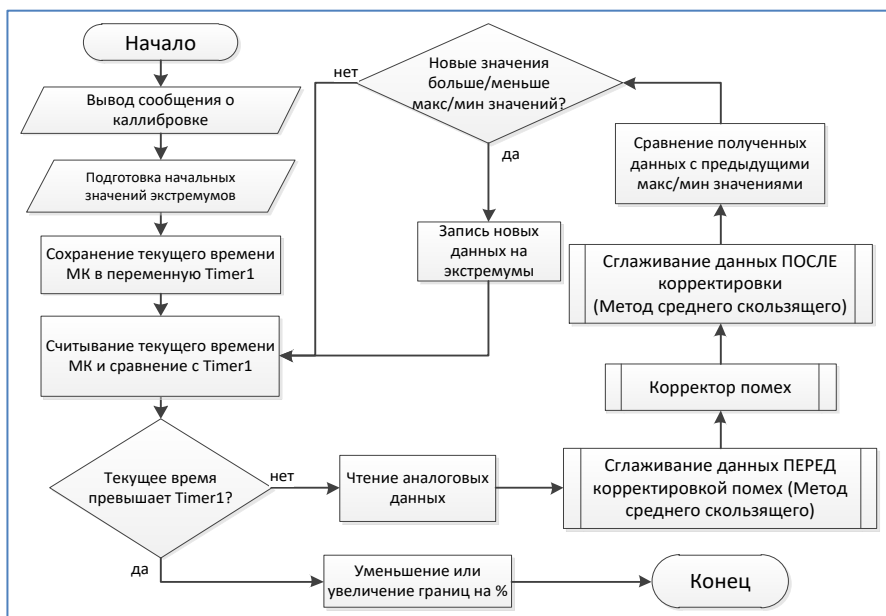


Рис. 3. Алгоритм нахождения оптимальных интервалов для датчиков изгиба и давления (Калибровка)



Рис. 4. Алгоритм сглаживания значений от датчиков изгиба и давления перед/после корректировки помех

Алгоритм скользящего среднего.

Этот алгоритм использует объединение значений для обработки данных датчиков.

На каждой итерации вычисляется среднее нескольких измерений и помещается в следующий массив, по которому также вычисляется среднее значение. Результирующее значение – это среднее данных последнего массива (см. рисунок 4).

Алгоритм коррекции помех.

Этот алгоритм использует экстремумы значения джиттера для предположения об исходных значениях входного сигнала. Результирующее значение перемещается в верхнее или нижнее положение в зависимости от среднего значения, рассчитанного по значениям, которые выходят за пределы максимальных или минимальных значений дрожания.

В представленной статье описаны алгоритмы работы устройств сбора, передачи и воспроизведения кинестетических данных (движений оператора) для приложения Тактильного интернета. Показанные алгоритмы позволяют улучшить субъективное качество передачи движений на расстояние за счет калибровки датчиков, обнаружения и фильтрации помех без внесения в процессе обработки данных дополнительных задержек.

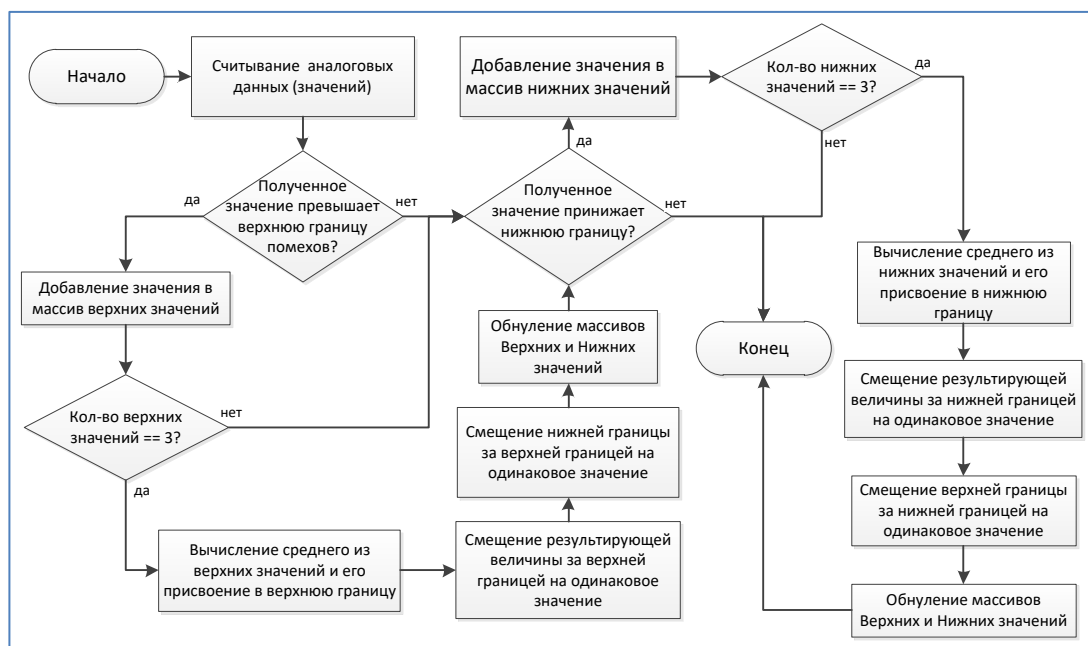


Рис. 5. Алгоритм коррекции помех

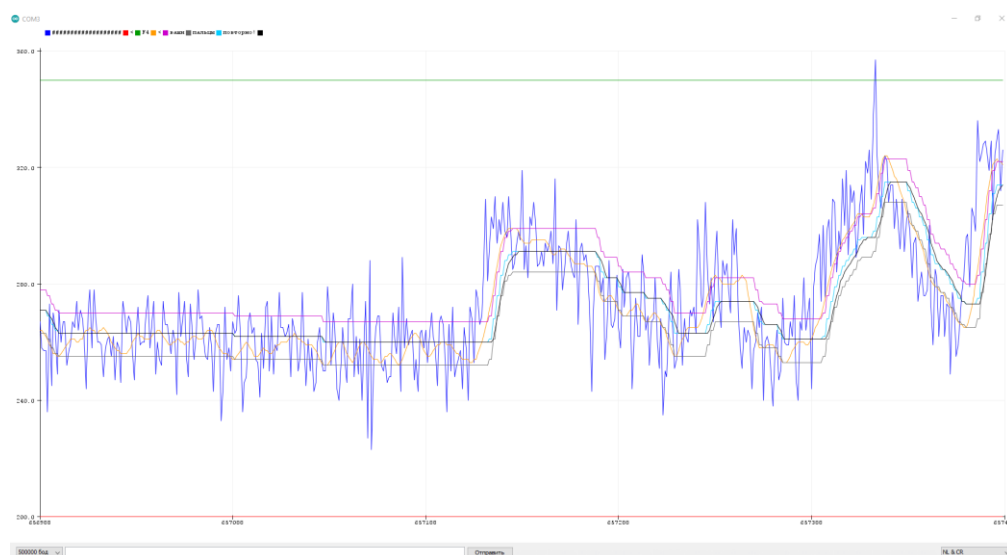


Рис. 6. Результат работы корректора помех и среднего скользящего

Список использованных источников:

1. Fettweis G. The Tactile Internet: Applications and Challenges // IEEE Veh. Technol. Mag. 2014. Vol. 9, No. 1. P. 64-70.
2. Атея А. А. А., Мутханна А. С. А., Кучерявый А. Е. Тактильный Интернет: ультра малые задержки и хаптик взаимодействия // ВСПУ-2019. 2019.
3. К. Х. Киличева, Б. Н. Анваржонов, А. С. А. Мутханна. Будущие роботизированные системы: Особенности, проблемы и прогнозирование// ПТСПИ-2021
4. Кучерявый А.Е., Маколкина М.А., Парамонов А.И., Выборнова А.И., Мутханна А.С., Матюхин А.Ю., Дунайцев Р.А., Владимиров С.С., Ворожейкина О.И., Захаров М.В., Фам В.Д., Марочкина А.В., Горбачева Л.С., Паньков Б.О., Анваржонов Б.Н. Электросвязь. 2022. № 1. С. 14-20. МОДЕЛЬНАЯ СЕТЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ УСЛУГ ТЕЛЕПРИСУТСТВИЯ
5. Выборнова А.И. Обзор подходов к созданию кодеков тактильной информации. Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Т. 7. № 1. С. 31-40.

6. ITU-T Q.4065 Recommendation “Framework of model network for tactile Internet testing”

Anvarjonov B., Vybornova A.

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

The method of processing kinesthetic information for the system of collecting, transmitting and reproducing tactile internet data.

This article describes the algorithms of the hardware-software for collecting, transmitting, and reproducing kinesthetic data for the Tactile Internet. The general algorithms of operation of the collecting and transmitting devices are considered, as well as data processing algorithms that allow to calibrate the device and filter out noise without introducing additional delay, which is essential for Tactile internet applications.

Key words: *tactile internet, robotics, internet of things.*

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ АДАПТАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, УЧИТЫВАЮЩИЕ СТРУКТУРУ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МАТРИЦ И НЕЛИНЕЙНОСТИ ПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ

Е. И. Глушанков, А. А. Хренов

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

В статье разработан и проанализирован с использованием среды MATLAB прямой метод адаптации линейной центрально-симметричной антенной решетки, учитывающий специальный вид корреляционной матрицы, а также нелинейности приемных трактов. По результатам анализа получены требуемые параметры на выходе антенного компенсатора помех.

антенная решетка, корреляционная матрица, нелинейность, приемный тракт, антенный компенсатор помех

Прямые методы адаптации антенных решеток (АР) позволяют найти оптимальное значение весового вектора фильтра путем прямого решения оптимизационной задачи в стационарных условиях сигнально-помеховой обстановки. Стационарность в данном случае не является существенным ограничением, так как практически любой нестационарный в пространственно-временном смысле процесс можно разбить на следующие друг за другом квазистационарные интервалы, в каждом из которых можно искать оптимальное решение прямым методом. Основным недостатком таких методов – это высокая вычислительная сложность, пропорциональная кубу от числа антенных элементов. Но данную сложность можно уменьшить, путём использования методов, учитывающих специальный вид корреляционной матрицы (КМ) в центрально-симметричной АР [1, 2].

В то же время сигналы на входе АР могут искажаться не только из-за воздействия внешних помех, но и внутренних или собственных шумов, связанных с нелинейностью характеристик приемного тракта [3]. Структурная схема приемного тракта с АР представлена на рис. 1.

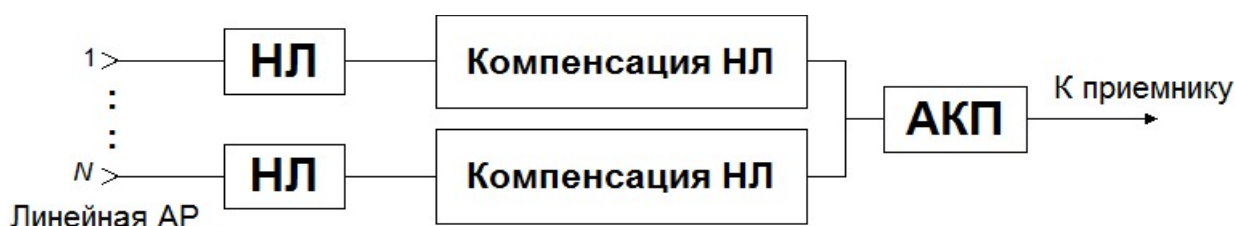


Рис.1. Структурная схема приемного тракта

Рассмотрим линейную эквидистантную N -элементную антенную решетку (АР), элементы которой расположены на расстоянии d друг от

друга. Будем предполагать, что источник полезного сигнала $x(t)$ располагается под углом ϕ относительно нормали к оси решетки, как показано на рис. 2.



Рис.2. Геометрия N -элементной линейной эквидистантной АР

Результирующий сигнал на выходе решетки можно представить в виде векторной суммы сигналов от каждого элемента с учетом их фазового сдвига:

$$y(t) = \sum_{i=1}^N x(t) \cdot e^{j(i-1)\psi}, \quad \text{где } \psi = 2\pi\left(\frac{d}{\lambda_0}\right) \sin \phi.$$

В [1–2] доказано, что в линейных АР КМ R_{xx} являются теплицевыми, имеющими следующий вид:

$$R_{xx_k} = \begin{bmatrix} r_0 & r_{-1} & r_{-2} & \cdots & r_{-k+1} \\ r_1 & r_0 & r_{-1} & \cdots & r_{-k+2} \\ r_2 & r_1 & r_0 & \cdots & r_{-k+3} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{k-1} & r_{k-2} & r_{k-3} & \cdots & r_0 \end{bmatrix}$$

Выборочная КМ входных сигналов в приемных антеннах играет важную роль, так как является отображением помеховой обстановки в адаптивной АР и определяет все ее основные характеристики.

Вычислительные затраты при использовании таких матриц можно снизить если КМ отнести к специальному виду. Известно, что выборочные КМ теряют свойство теплицевости, но могут быть с достаточной точностью аппроксимированы теплицевыми матрицами. При этом для аппроксимации выборочных КМ теплицевыми матрицами их оценивание необходимо проводить в соответствии со следующим выражением для элементов матрицы:

$$r_{ij} = \frac{1}{N_0[N - (j - i)]} \sum_{k=1}^{N_0} \sum_{l=1}^{N-j+i-1} x_{1+l}(k) x_{j-i+1+l}^*(k),$$

где $i \leq j$; N_0 – объем обучающей выборки ($N_0 \geq N$); $x_i(k)$ – i -й элемент вектора входных сигналов $X(t)$, r_{ij} – ij -й элемент КМ R_{xx} , $i, j = 1, 2, \dots, N$.

Для вычисления вектора весовых коэффициентов АР на основе прямого метода адаптации с обращением выборочных теплицевых КМ воспользуемся оптимальным алгоритмом Винера-Хопфа, в котором весовой вектор АР находится по следующей формуле [4]:

$$W = R_{xx}^{-1} \cdot R_{xz},$$

где R_{xx}^{-1} – обратная корреляционная матрица входных сигналов АР, R_{xz} – вектор корреляции входного сигнала с эталонным. ОСШ на выходе линейной АР на рис. 3.



Рис.3. ОСШ на выходе для линейной АР

Входной сигнал, поступающий на нелинейный усилитель, имеет следующий вид [5]: $S = A(t) \cos[2\pi ft - \psi]$. На выходе нелинейного усилителя получаем сигнал с НЛ: $S = g(A) \cos[2\pi ft - \psi]$, где

$$g(A) = \frac{\alpha_A A}{(1 + \beta_A A^2)}.$$

Параметры $\alpha_A = 1.00$, $\beta_A = 0.25$ выбираются для получения требуемой нормализованной характеристики.

В блоке компенсация НЛ применяется обратная функция $g(A)$, для внесения предсказаний с целью компенсации нелинейностей:

$$g(A) = \frac{A}{\left(1 + \left(\frac{A}{A_0}\right)^{2p}\right)^{\frac{1}{2p}}}$$

A_0 – предельная выходная амплитуда, параметр p регулирует плавность перехода от линейной области к предельной области.

Далее сигнал поступает в антенный компенсатор помех (АКП) [6], где выделяют основной порт V_{x1} , выход которого содержит полезный сигнал и помехи, и компенсационные порты V_{x2} , которые не должны содержать полезного сигнала. Структурная схема компенсатора, представлена на рис.4.

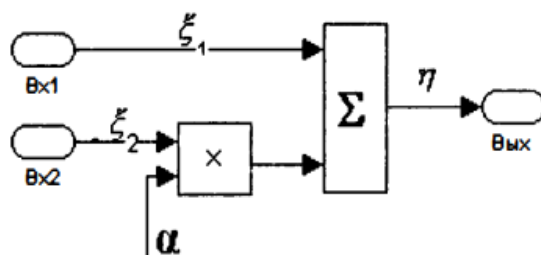


Рис. 4 Структурная схема компенсатора

АКП реализует основную составляющую оптимальной пространственной обработки - режекцию помех. При этом алгоритмы АКП не требуют знания направлений на источник помех, а извлекают необходимую информацию из корреляционных характеристик помех. Это следует из алгоритма оптимальной пространственной обработки, куда входит только корреляционная матрица помех на выходах элементов АР.

В компенсаторе сигнал основного канала подается на сумматор с единичным весом, а колебания компенсационных каналов взвешиваются, исходя из помеховой обстановки. При этом цель подстройки весовых коэффициентов - обеспечить минимальную мощность шума на выходе, а именно минимальную дисперсию D_η колебания η .

Качество работы компенсатора характеризуется коэффициентом подавления, который определяется как отношение дисперсии шума в основном канале к дисперсии шума на выходе АКП:

$$K_{\Pi} = \frac{D_{\xi}}{D_{\eta}}$$

Синтезирование структурной схемы приведенной на рис. 1 проводилось в среде MATLAB. Результаты работы алгоритмов представлены на рис. 5.

Параметры на выходе компенсатора:

- Средняя амплитуда до компенсации: 18.767497
- Компенсатор работал 2.0852 секунды.
- Средняя амплитуда после компенсации: -42.062603
- Коэффициент подавления: 44.645655
- ОСШ: 53.490567

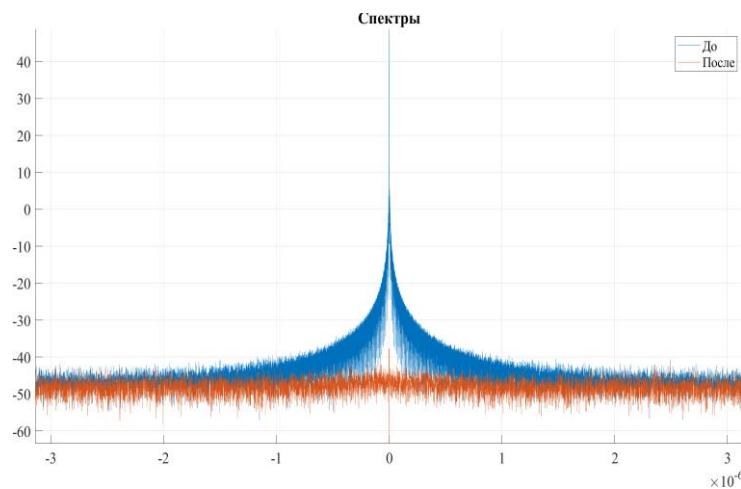


Рис. 5. Спектр сигнала с выхода компенсатора

Таким образом, прямые методы адаптации центрально-симметричных антенных решеток, учитывающие структуру корреляционных матриц и нелинейности приемных трактов, позволяют получить приемлемые параметры на входе приемного устройства в условиях действия помех.

Список используемых источников:

1. Глушанков Е. И., Колесников А. Н., Мотков В. И., Родимов В. А. Аппроксимация выборочных корреляционных матриц матрицами специального вида в задачах адаптации центрально-симметричных антенных решеток // Пространственно-временная обработка сигналов в системах радиосвязи. Приложение к журналу «Радиотехника». 1992. С. 41–52.
2. Glushankov E. I., Kirik D. I., Kirsanov D. M., Rylov E. A. Adaptation of antenna arrays with using correlation matrices of a special types // Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications : SYNTHROINFO 2021, Svetlogorsk, 30 Jun. - 02 Jul. 2021. Svetlogorsk : Media publisher, 2021.
3. Курочкин А. Е. Теоретические основы активных магнитных антенн: нелинейные характеристики входных каскадов радиоприемных устройств с магнитной антенной : учебно-метод. пособие. Мн. : БГУИР, 2003. 56 с.
4. Монзинго Р. А., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию. М. : Радио и связь, 1986. 448 с.
5. Rapp C. Effects of HPA-nonlinearity on a 4-DPSK/OFDM-signal for a digital sound broadcasting signal // ESA Special Publication. 1991. Т. 332. С. 179-184.
6. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. М. : Радиотехника, 2010. 800 с.

Glushankov E., Khrenov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Direct methods for adapting centrally symmetric antenna arrays, taking into account the structure of correlation matrices and nonlinearities of receiving tracts. In this article a direct method of adaptation of the linear centrally symmetric antenna array, taking into account the special type of the correlation matrix, as well as the nonlinearities of the receiving paths, is developed and analyzed using MATLAB environment. According to the results of the analysis the required parameters at the output of the antenna interference compensator were obtained.

Key words: *antenna array, correlation matrix, nonlinearity, receiving path, antenna interference compensator.*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

1.1. Микроволновая техника: материалы, компоненты, устройство

УДК 621.372.413

ГРНТИ 47.45.33

ФИЛЬТР СВЧ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

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

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

В работе рассматривается СВЧ фильтр на цилиндрической поверхности. В прикладном пакете RFSimm проведено компьютерное моделирование данной структуры, представлен макет устройства и результаты эксперимента с данной структурой.

СВЧ, микроволновое устройство частотной селекции, цилиндрическая поверхность, объемный кольцевой резонатор, микрополосковая линия

В настоящее время существует тенденция к разработке СВЧ устройств нестандартной конфигурации (конформных). В данной работе представлен СВЧ фильтр на цилиндрической поверхности с объемными кольцевыми резонаторами.

Тематике разработки СВЧ устройств на цилиндрической поверхности в данный момент посвящено значительное количество научных работ и в рамках данной тематики запатентовано много устройств (например, [1], [2], [3] [4]).

Модель устройства представлена на рис. 1. Из рисунка видно, что предлагаемое устройство представляет собой две связанные микрополосковые линии (МПЛ). Данная конфигурация не является единственной возможной, так как в данном случае связанные линии установлены снаружи цилиндра, однако такую структуру можно использовать и внутри цилиндра, затем устройство можно установить в коаксиальном кабеле или круглом волноводе (рис. 2).

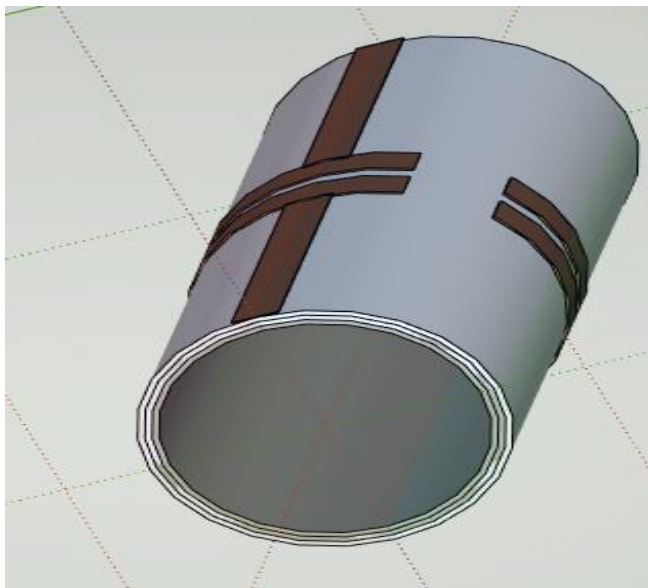


Рис. 1. Модель устройства

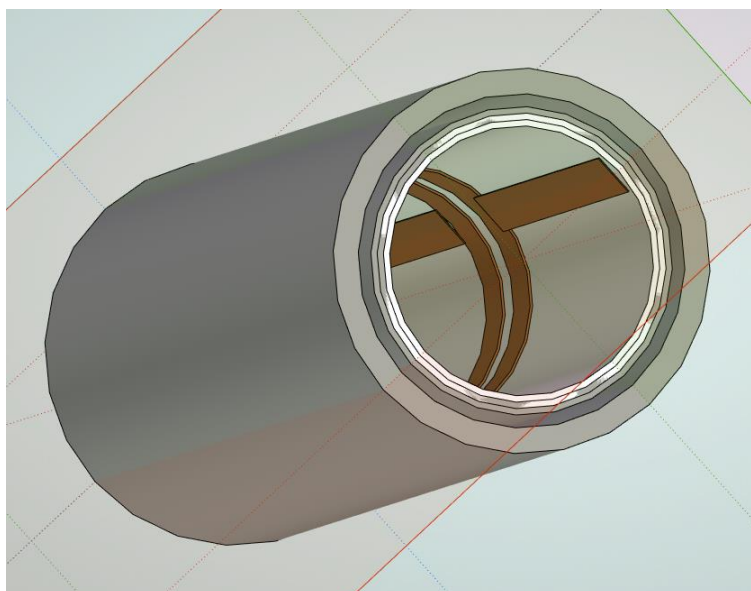


Рис. 2. Возможная конфигурация устройства

Эквивалентная схема устройства представлена на рис. 3. Результаты эмуляции в прикладном пакете RFSimm99 в полосе частот 2–4 ГГц представлены на рис. 4. Первый резонанс наблюдается на частоте 2,637 ГГц.

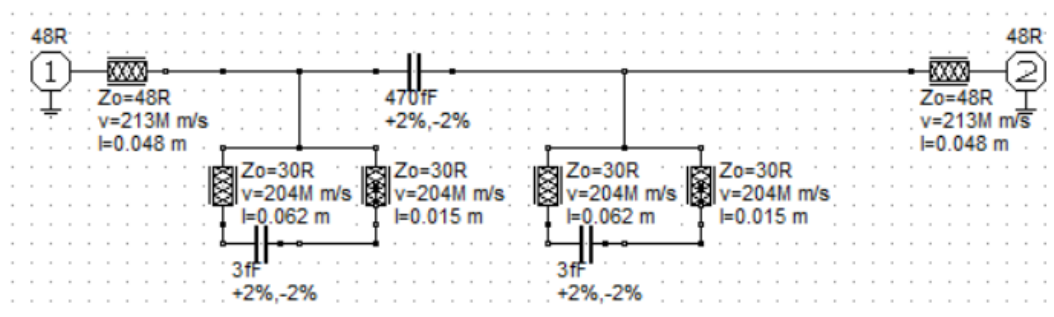


Рис. 3. Эквивалентная схема устройства в пакете RFSimm99

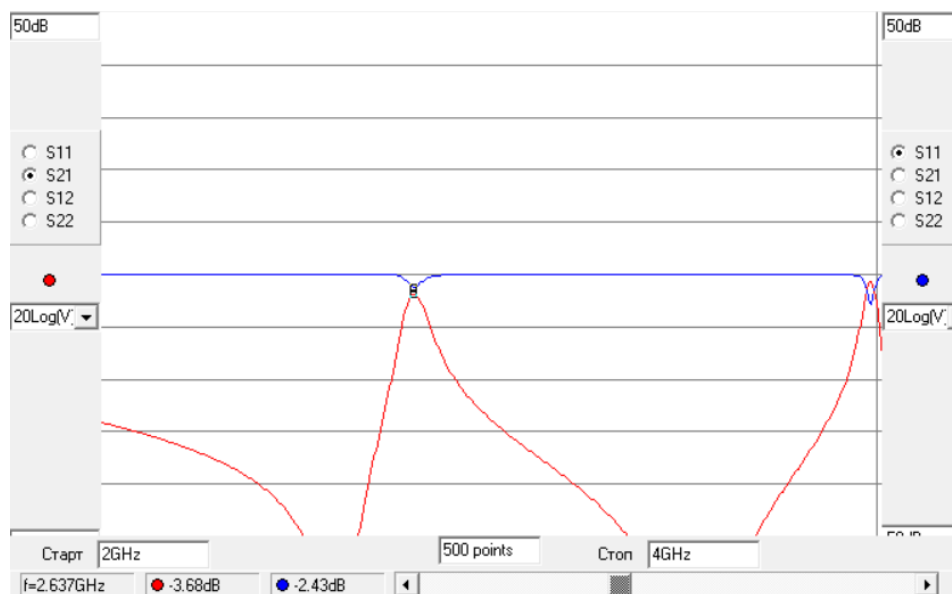


Рис. 4. Частотные характеристики МПЛ и резонаторов в полосе частот 2-4 ГГц

Для проведения эксперимента был изготовлен макет, представленный на рис. 5. Общий вид лабораторного стенда представлен на рис. 6. Результаты эксперимента в полосе частот 2–4 ГГц представлены на рис. 7. Измерения также проводились в полосе частот 1–2 ГГц. Резонанс наблюдается на частотах 1,39 ГГц и 2,647 ГГц.

При изменении длины связанных линий на 8 мм резонансные частоты сместились на 1,45 ГГц и 2,98 ГГц соответственно.



Рис. 5. Макет СВЧ устройства

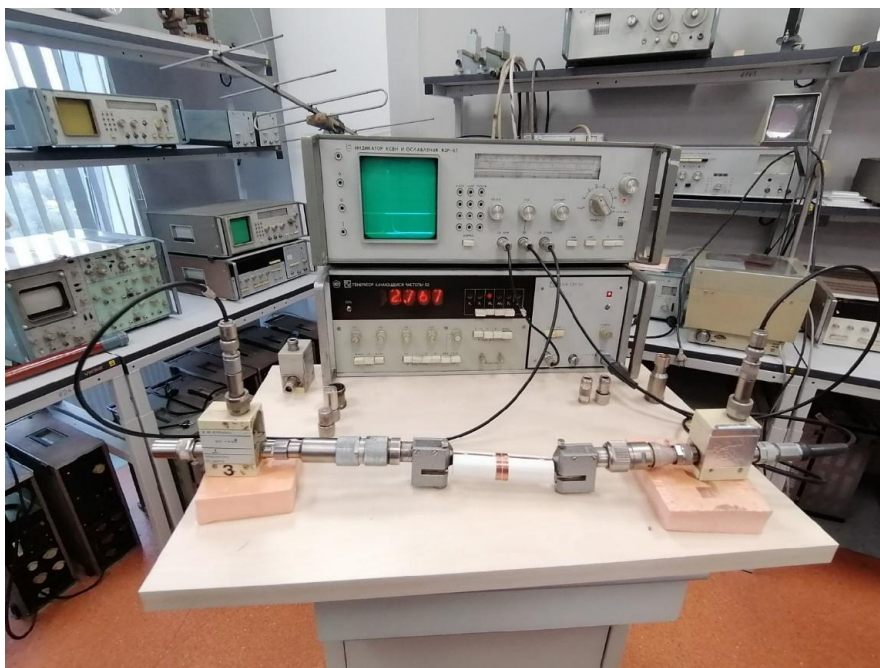


Рис. 6. Общий вид лабораторного стенда



Рис. 7. Результаты эксперимента в полосе частот 2-4 ГГц

Из результата эксперимента можно сделать вывод, что конфигурация устройства является абсолютно рабочей, резонансная частота совпала с результатом компьютерного моделирования. Поэтому стоит продолжать исследовать и дорабатывать данную структуру, можно улучшить СВЧ фильтр, добавив еще несколько резонаторов, либо попытаться реализовать структуру, представленную на рис. 2.

Список используемых источников:

1. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик Е.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств // Электроника и микроэлектроника СВЧ. 2018. С. 688-692.

2. Коркина А.Р., Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В. СВЧ-датчик на основе объемного копланарного кольцевого резонатора для анализа качества оливкового масла // Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами. Сборник статей девятой Всероссийской научной школы-семинара. Под редакцией Ал.В. Скрипаля. Саратов, 2022. С. 360-363.

3. Патент RU113077U1 полосовой фильтр СВЧ диапазона / Рыженко Д.С., Митрохин В.Н., Тягунов В.А.; заявитель и патентообладатель Рыженко Д.С. – 2011130455/07; заявл. 22.07.2011; 27.01.2012 Бюл. No 3. – 7 с

4. Патент RU2459321C1 ЗАГРАДИТЕЛЬНЫЙ ФИЛЬТР СВЧ ДИАПАЗОНА / Рыженко Д.С., Митрохин В.Н., Тягунов В.А.; заявитель и патентообладатель Рыженко Д.С. – 2011130456/07; заявл. 22.07.2011; 20.08.2012 Бюл. No 23 (II ч.). – 5 с.

Vasyatkin M., Landa A., Sedyshev E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Microwave filter on a cylindrical surface.

The paper considers a microwave filter on a cylindrical surface. In the RFSimm application package, a computer simulation of this structure was carried out, a mock-up of the device and the results of an experiment with this structure are presented.

Key words: *Microwave, microwave frequency selection device, cylindrical surface, volumetric ring resonator, microstrip line.*

УДК 621.372
ГРНТИ 47.45.99

К ВОПРОСУ ТОЧНОСТИ СИНТЕЗА ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ СВЧ

В. С. Вахрамеева, Э. Ю. Седышев

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

В работе рассматриваются методики оценки точности синтеза полосковых линий СВЧ (с помощью погонных параметров, четвертьволнового шлейфа). Приводятся результаты расчёта микрополосковой линии по различным формулам (методики из нескольких источников), также сравниваются результаты синтеза микрополосковой линии в различных программных продуктах. Оценка точности синтеза производится посредством изготовления макетов и измерения их передаточных характеристик.

волновое сопротивление, точность, расчёт, метод

В настоящее время различные микроволновые устройства используются практически во всех отраслях радиоэлектроники. СВЧ-антенны, фильтры, усилители, генераторы, направленные ответвители присутствуют практически во всех современных системах. Особое внимание уделяют их быстродействию, компактности и соответствию заявленных характеристик техническим условиям. Повышение рабочей частоты увеличивает скорость работы, а переход от гибридных интегральных схем к объёмным позволяет получить интегральную схему с более высоким коэффициентом интеграции. Точность синтеза ряда устройств СВЧ напрямую зависит от точности расчёта отдельных компонентов, самыми основными из них являются полосковые линии.

Основной характеристикой полосковых линий является их волновое сопротивление, которое зависит от геометрии линии и характеристик диэлектрика подложки. Существует множество методик синтеза [1,2,3] и программных продуктов для расчёта волнового сопротивления, обещающих заданную точность синтеза линии. Однако, на практике выясняется, что при одинаковых исходных данных все формулы дают разные значения, отличающиеся от единиц до десятков Ом [4], что в СВЧ диапазоне играет важную роль. Возникает резонный вопрос о том, как проверить точность расчёта, какие формулы считать точными, а какие нет? Как получить наиболее точный результат?

Для этого необходима методика, которая позволяет оценить точность расчета и изготовления (синтеза) линии по техническому заданию. Также необходимо построить математическую модель синтеза линии (с учетом всех элементов, которые могут приводить к погрешности), изготовить

макет по техническому заданию и проверить получаемую точность, сведя ошибку к минимуму.

Мы рассмотрели ряд методик, которые оценивают зависимость потерь передачи в линии при вариации волнового сопротивления четвертьволнового шлейфа, включенного в линию параллельно. В результате модуляции с помощью RFSimm99 (рис.1) получилась следующая зависимость, представленная в таблице 1.

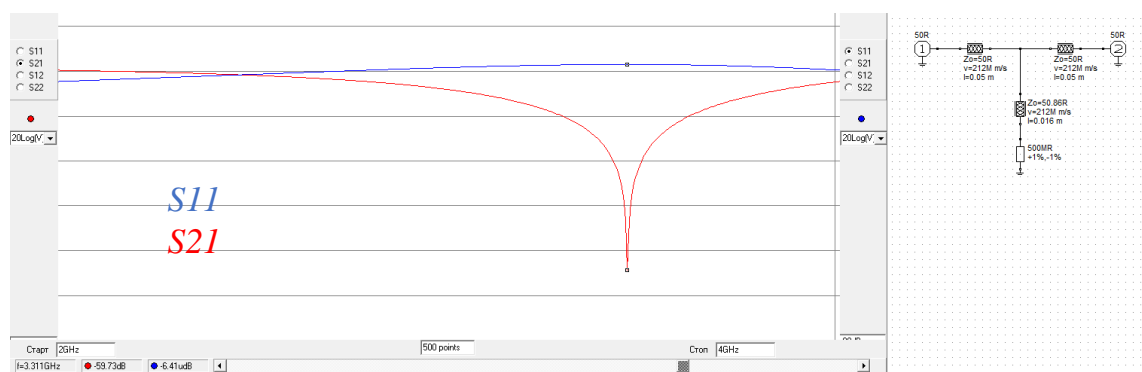


Рис.1. Частотные характеристики и принципиальная схема

ТАБЛИЦА 1. Результаты моделирования

L , дБ	-59,73	-59,91	-60,08	-60,26	-60,45	-60,63	...	-61,64
Z , Ом	50,86	49,86	48,86	47,86	46,86	45,86	...	40,86

Получается, что на 1 Ом изменения волнового сопротивления четвертьволнового шлейфа приходится изменение потерь в линии на 0,2 дБ. На данном этапе мы считаем фазовую скорость в шлейфе неизменной (волновое сопротивление меняется все же незначительно). К сожалению, в лабораторных условиях оценить данное изменение крайне сложно, так как погрешность большинства приборов для измерения ослабления составляет +/- 0,2 дБ.

Тогда мы перешли к рассмотрению методики с двумя четвертьволновыми шлейфами (рис.2), позволяющей получить изменение потерь в линии в 0,38 дБ (табл.2). Только уровень потерь такой схемы составляет порядка 130 дБ, что невозможно измерить ни на одном современном приборе.

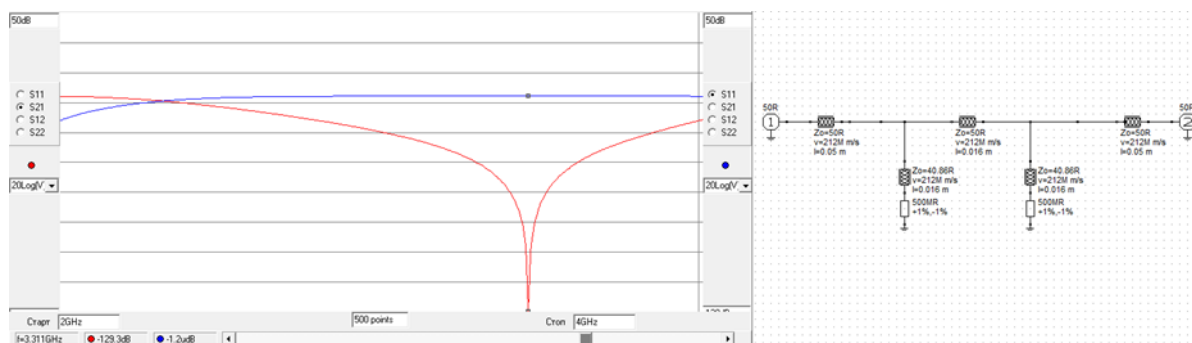


Рис. 2. Частотные характеристики и принципиальная схема

ТАБЛИЦА 2. Результаты моделирования

L , дБ	-125,49	-125,83	-126,19	-126,55	-126,91	-127,29	...	-129,29
Z , Ом	50,86	49,86	48,86	47,86	46,86	45,86	...	40,86

Таким образом, можно сделать вывод, что данная методика также имеет постоянную зависимость потерь в линии (рассогласование) от волнового сопротивления шлейфа, но физически реализовать её невозможно.

Следующим вариантом была проверена квазистатическая методика расчёта волнового сопротивления линии через погонные параметры (ёмкость и индуктивность). Для этого с помощью измерителя «LCR-T4» была измерена ёмкость двух линий (рис.3), параметры которых следующие:

- диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\varepsilon = 2,93$;
- толщина полоска $t = 30$ мкм;
- длина линии $l = 75,7$ мм;
- толщина диэлектрика $h = 1$ мм;
- ширина полоска $w_1 = 1,6$ мм, $w_2 = 5,6$ мм.

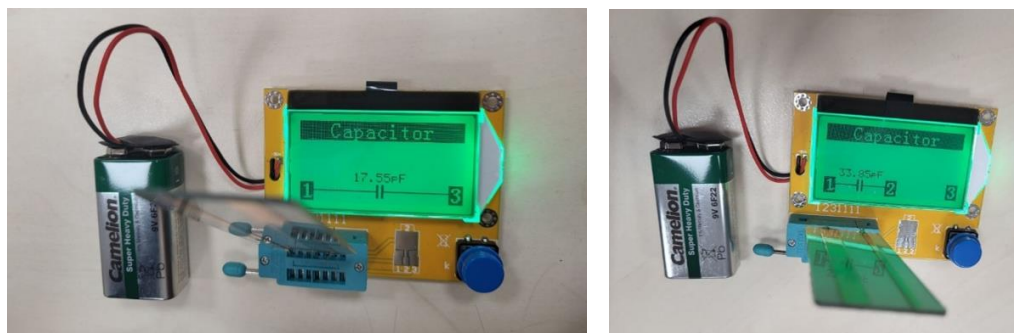


Рис.3. Измерение квазистатических характеристик макета

Для проверки ёмкость линий была рассчитана по формуле плоского конденсатора без учёта краевых ёмкостей, а индуктивность была рассчитана по формуле (1) из справочника В.И. Вольмана [1]. Средняя измеренная ёмкость (за 10 измерений) и рассчитанные погонные параметры представлены в таблице 3.

$$L[\text{нГ}] = 0,2 * l * \left(\ln \ln \left(\frac{l}{w} + t \right) + 1.19 + 0.22 * \frac{w+t}{l} \right), \quad (1)$$

где l и w в мм.

ТАБЛИЦА 3. Параметры линий

параметр	линия 1	линия 2
C_u (измеренное), пФ	17,55	33,857
C_{up} (измеренное погонное), пФ/м	231	447
C_p (рассчитанное), пФ	3,141	10,99
C_{pn} (рассчитанное погонное), пФ/м	41,49	145,2
L_p (рассчитанное), нГн	76,48	57,69
L_{pn} (рассчитанное погонное), мкГн/м	1	0,8

В результате вычислений видно, что рассчитанная ёмкость сильно отличается от измеренной, что говорит о том, что рассчитывать ёмкость линии по формуле плоского конденсатора нельзя (в этой формуле не учитываются краевые ёмкости полоска). В дальнейших вычислениях будем использовать реальную измеренную ёмкость.

Для сравнения волновых сопротивлений линий рассчитаем их по формулам (2) – (6) из разных справочников [1,2,3], а также с помощью различных программных калькуляторов (RFSimm, TxLine, AppCAD).

$$R = \sqrt{\frac{L_{\text{распог}}}{C_{\text{измпог}}}} \quad (2)$$

$$R_{B1} * \sqrt{\varepsilon} = 60 * \left(\ln \ln \left(\frac{8*h}{w} \right) + \frac{w^2}{32*h^2} \right), \text{ при } \frac{w}{h} < 2 \quad (3)$$

$$R_{B2} * \sqrt{\varepsilon} = 120 * \pi * \left(\frac{w}{h} + \left(\frac{2}{\pi} \right) \ln \ln \left(17.08 * \left(\frac{w}{2*h} + 0.92 \right) \right) \right)^{-1}, \text{ при } \frac{w}{h} > 2 \quad (4)$$

$$R_{\Phi} * \sqrt{\varepsilon} = \frac{188}{1 + \frac{w}{2h} + \frac{t}{2\pi h} \left(1 + \ln \ln \left(1 + \frac{2h}{t} \right) \right)} \quad (5)$$

$$R_{\Gamma} * \sqrt{\varepsilon} = \frac{119,904 * \pi}{\left(\frac{w}{h} \right) + 2.42 - 0.44 * \left(\frac{h}{w} \right) + \left(1 - \left(\frac{h}{w} \right) \right)^6}, \text{ при } \frac{w}{h} \geq 1 \quad (6)$$

В таблице 4 представлены результаты расчётов волновых сопротивлений линии с помощью пакета прикладных математических программ Scilab и моделирования в программных калькуляторах.

ТАБЛИЦА 4. Результаты расчётов

<i>R, Ом</i>	<i>R</i>	<i>RB</i>	<i>RΦ</i>	<i>RΓ</i>	RFSimm	TxLine	AppCAD
Линия 1	66.013	59.219	60.185	58.719	65.56	66.131	65.34
Линия 2	41.278	26.718	28.715	26.679	28.47	28.999	28.46

По результатам расчёта можно сделать вывод, что программные калькуляторы считают примерно по одному алгоритму, так как выдают очень близкие значения, которые схожи с вычислениями по погонным параметрам для первой линии, но в тоже время отличаются для второй. Формулы из справочников тоже позволяют получить близкие друг к другу значения, но уже с разбросом в несколько Ом. Получается, что у разных авторов свои методы синтеза и они не сходятся между собой, что усложняет расчёт и не позволяет получить наиболее точный результат.

Полосковые линии являются сложными структурами, где необходимо учитывать множество параметров (среди них краевая ёмкость, шероховатость поверхностей [5]). Потери в линии и скорость

распространения волны – главные параметры, через которые можно оценить точность синтеза линии. Работа по созданию методики оценки точности синтеза полосковых линий ведется, получены обнадеживающие результаты оценки точности через фазовую скорость распространения волны.

Список используемых источников:

1. Вольман В.И., Бахарев С.И. и др. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств. – М: Радио и связь, 1982. – 328 с.
2. Фельдштейн А.Л. Справочник по элементам волноводной техники. 1967 – 651 с.
3. Ганстон М.А.Р. Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ. – М, «Связь», 1976. – 152 с.
4. Вахрамеева В.С., Седышев Э.Ю. Инженерные методы расчёта передающих линий интегральных схем СВЧ. - Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей (ПКМ – 2021). – СПб., 2022. – С. 25-28.
5. Вахрамеева В.С., Седышев Э.Ю. Проблемы синтеза копланарного волновода и методы оценки его рабочих параметров. - XI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция (АПИНО – 2022) СПбГУТ, 2022. Т. 2. 759 с.

Vahrameeva V., Sedyshev Y.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

To the question of the accuracy of synthesis microwave strip lines. The paper discusses methods for evaluating the accuracy of the synthesis of microwave strip lines (using linear parameters, quarter-wave plume). The results of the calculation of the microstrip line according to various formulas (techniques from several sources) are presented, and the results of the synthesis of the microstrip line in various software products are also compared. The accuracy of synthesis is evaluated by making mockups and measuring their transfer characteristics.

Key words: wave resistance, accuracy, calculation, method.

УДК 621.396.67.095.13

ГРНТИ 47.45.29

СВЧ АНТЕННА С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ И ВОЗБУЖДЕНИЕМ КЭР

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

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

В работе представлены результаты компьютерного и физического моделирования антенной системы. Предложенная конструкция представляет собой классическую спиральную антенну, питание которой осуществляется непосредственно от кольцевого эллиптического резонатора.

кольцевой эллиптический резонатор, СВЧ антенна, круговая поляризация

На сегодняшний день всё больше внимания уделяется освоению верхнего диапазона СВЧ частот (миллиметрового). Потребность в технологиях, использующих данный диапазон есть, как у отрасли ВПК (радиоэлектронная борьба, радары, бортовая связь), так и у гражданских систем (5G, 6G системы, спутниковая связь). Повышение частотного диапазона, для обычного пользователя будет означать увеличение пропускной способности и более высокоскоростной обмен данными. Эксперты полагают что общемировой рынок одних лишь технологий миллиметрового диапазона СВЧ составит порядка 2.5 млрд. долларов к 2024 году [3], однако ввиду общемировой геополитической обстановки и заинтересованности государств, обладающих сильными СВЧ школами в модернизации систем упомянутых выше, данная цифра может оказаться значительно больше.

Говоря о миллиметровом диапазоне, сразу же подразумевается уменьшение мощности используемых сигналов, ввиду высокой инертности мощных систем.

При дальнейшем росте используемых частот, и уменьшении амплитуд, становится понятно, что, наиболее вероятным трендом последующего развития СВЧ электроники, будет стремление к получению способов генерации, обработки и передачи шумоподобных сигналов.

При дальнейшем развитии СВЧ технологий в сторону использования подобных сигналов, как переносчиков информации, появится потребность в передающих системах, учитывающих особенности данной технологии. Ввиду особенностей таких систем, идеальным решением для осуществления передачи сигнала, являлась бы широкополосная антенна с приемлемым КСВН и усилением.

Также стоит отметить, что при переходе к несущим шумоподобным сигналам, важным будет являться вопрос о помехозащищённости передаваемого сигнала, т.к. помехи, будут значительно осложнять

выделение информации из принимаемого сигнала. Одним из решений данной проблемы может стать использование круговой поляризации, т.к. данная поляризация является наиболее помехозащищённой.

Один тип антенн подходит под все критерии, упомянутые выше, а именно – спиральные антенны. Спиральные антенны обладают широкой полосой частот (ввиду особенностей фрактальных и квазифрактальных антенн), круговой поляризацией и приемлемым усилением.

Предметом исследования является устройство, представляющее собой генератор шума на эллиптическом резонаторе [4] и спиральную однозаходную антенну (рис 1., рис.2).



Рис.1. Макет исследуемого устройства

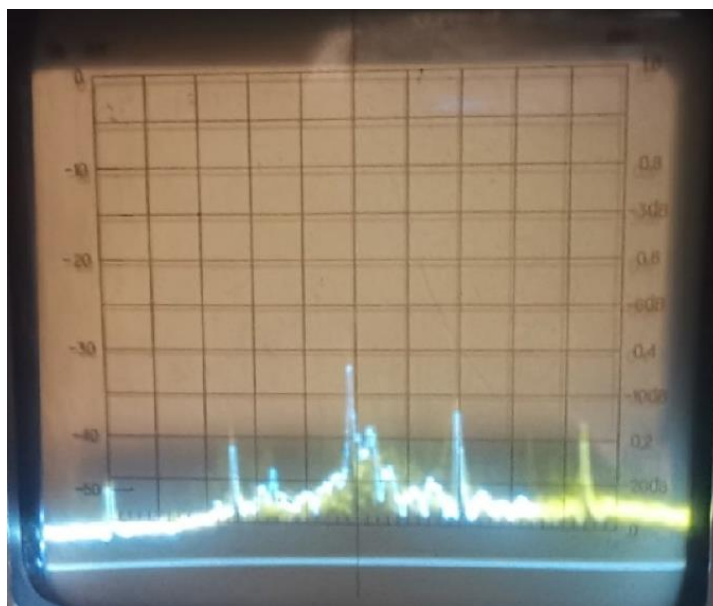


Рис.2. Спектр исследуемого устройства

В предложенной структуре предстоит решить несколько проблем. Первой проблемой является очевидный факт различной длины волны в подложке и воздухе. Наилучшей диаграммой направленности (ДН)

спиральная однозаходная антенна обладает при длине витка примерно равной $0,75-1,3$ длины волны, однако, если положить шаг витка достаточно малым относительно длины резонатора, и положить, что диаметр спирали примерно равен диаметру эллиптического резонатора, это наложит слишком серьёзные ограничения на выбор материала подложки. Следовательно, ДН (при работе на основной частоте резонатора) чаще всего будет представлять ДН спиральной антенны в режиме работы с длиной витка больше чем $1,5$ длинны волны.

Наиболее логичным решением представляется работа на кратных частотах резонатора, к примеру, на частотах порядка $3x$ основных частот резонатора. Тогда, при выборе подложки с проницаемостью порядка 6 , спиральная антенна (даже с очень малым шагом) будет работать в режиме $0,75-1,3$ и её ДН будет представлять 1 лепесток, направленный вдоль оси спирали.

Далее следует продумать механизм питания спирали. В ходе реального эксперимента, было установлено, что данная структура излучает, т.е. волна покидает резонатор и распространяется в окружающую среду, однако предполагается, что данный тип питания не является оптимальным.

Также было проведено моделирование устройства в ядре NEC (рис.3).

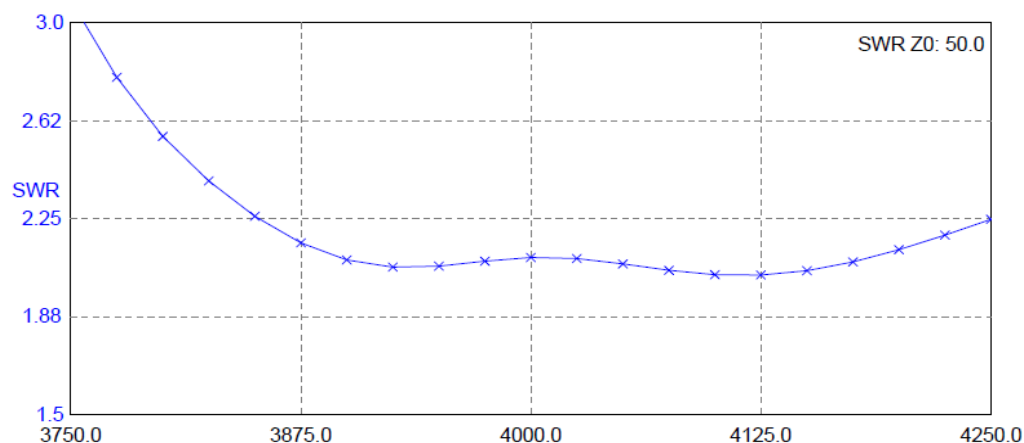


Рис.3. КСВН модели в ядре NEC

По итогам моделирования были получены удовлетворительные показатели КСВН в широкой полосе частот, однако смещение и саму величину КСВН можно объяснить неточностями самой модели, а именно моделирования эллиптического резонатора бегущей волны и питания.

Список используемых источников:

1. Айзенберг Г. З. и др. Антенны УКВ под ре. Г. З. Айзенберга. В 2-х ч., «Связь», 1977.
2. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 432 с.
3. Актуальные вопросы применения технологий миллиметровых волн. Журнал «СВЧ-электроника» №1 2022, Перевод - С. Шихов.

4. Ларионова А. К. Микроволновый кольцевой генератор на нескольких активных двухполосниках, 76 РНТК "Студенческая весна - 2022". С 88-92.

Glukhov N., Sedyshev E., Fedorov S.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Microwave antenna with circular polarization and CER excitation. The paper presents the results of computer and physical modeling of the antenna system. The proposed design is a classic helical antenna, which is powered directly from a circular elliptic resonator.

Key words: *circular elliptical resonator, microwave antenna, circular polarization.*

УДК 621.396.677.75
ГРНТИ 47.45.29

КОАКСИАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ ФАР ССС

М. В. Державин, Э. Ю. Седышев

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

В работе представлена разработка коаксиального питания для одного диэлектрического стержня фазированной антенной решётки в ССС. По результатам расчётов и моделирования синтезирован макет, собран измерительный стенд, проведён ряд экспериментов, сделаны выводы о возможности оптимизации полученных характеристик коаксиального питания диэлектрического стержня, целесообразности и перспективах применения предложенной конструкции в системах спутниковой связи.

СВЧ, диэлектрическая антенна, спутниковая связь, антенные решётки

Интерес к спутниковой связи возрастает, что хорошо видно, как в гражданском секторе услуг (интернет, телевидение), так и в оборонной сфере (спецсвязь, системы наведения). В предыдущей работе [1] поднимался вопрос использования диэлектрической стержневой антенны в качестве элемента ФАР для систем спутниковой связи. Напомним, что питание стержня в работе [1] было классическим: жила коаксиала вставлялась ортогонально стержню. В данной работе рассматривается «коаксиальная» идея питания диэлектрического стержня.

На основе упомянутых выше результатов и использования принципа электродинамического подобия был рассчитан и синтезирован новый макет, его 3D модель, созданная в САПР КОМПАС-3D, представлена на рисунке 1.

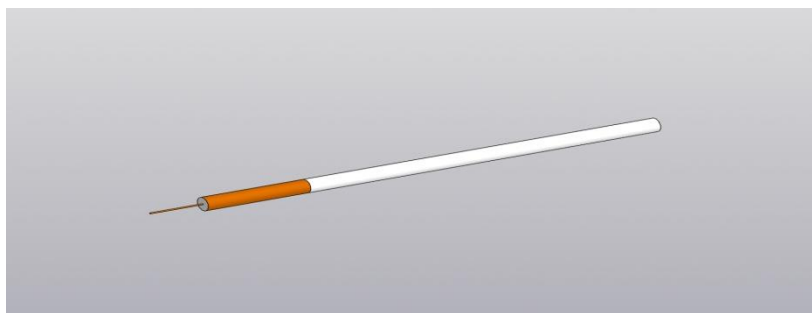


Рис. 1. Модель диэлектрической стержневой антенны, выполненная в программном обеспечении КОМПАС-3D

Как видно из рисунка 1, медная жила установлена в центр диэлектрического стержня (вдоль его оси). Металлизация поверхности стержня (экран) изменена, теперь она не закрывает стержень снизу. Было предложено установить такой стержень в волновод ортогонально, и оценить КСВ полученного устройства питания.

Для реализации подобного эксперимента был обработан диэлектрический стержень, материалом его изготовления послужил фторопласт, длина стержня 30 см, его диаметр 12 мм. Экран и жила реализованы из медной фольги и медной жилы диаметром 1 мм. Импеданс на входе стержня рассчитывался по формуле импеданса коаксиального кабеля:

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{D_2}{D_1}$$

Где:

D_1 -Диаметр внутреннего проводника в миллиметрах (1 мм);

D_2 – Внутренний диаметр экрана в миллиметрах (12 мм);

ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость (2,1);

В результате расчётов импеданс диэлектрического стержня равен:

$$Z_0 = 102,885 \text{ Ом};$$

Синтезированный стержень в сборке представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Синтезированный макет диэлектрической стержневой антенны с коаксиальным питанием

Для проведения эксперимента был подготовлен измерительный стенд (Р2-116), в его состав входят генератор качающейся частоты Я2Р-76/2 и блок индикаторный Я2Р-70. Итоговый вид стенда представлен на рисунке 3.

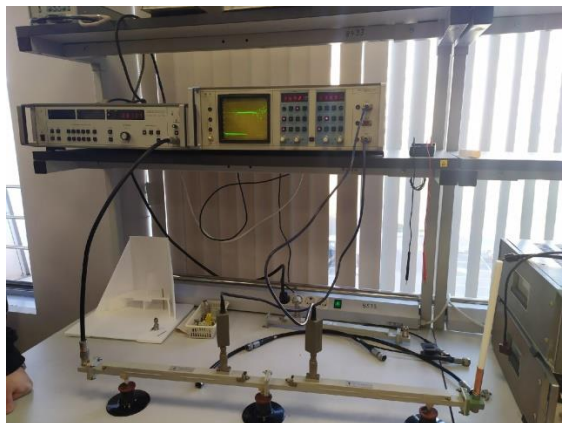


Рис. 3. Измерительный стенд для синтезированного макета

Калибровка прибора на КСВн составила 1,12....1,14. С учётом этого, была снята характеристика зависимости КСВн от частоты и выявлено наилучшее значение, результаты представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерений зависимости КСВн от частоты

Частота, ГГц	КСВн с учётом калибровки
10,8	6,7
10,95	2,59
11,006	1,74
11,036	1,42
11,072	1,16
11,115	1,12
11,254	2,55
11,429	10,76
11,8	14,31

Измерения показали, что наилучший КСВн у данного макета диэлектрической стержневой антенны соответствует частоте 11,115 ГГц, и равняется 1,12, что является очень хорошим результатом. В процессе дальнейшего исследования стержень был укорочен сначала на 5 мм, а потом ещё на 10 мм. После каждого укорочения измерения на стенде повторялись, их результаты представлены в таблице 2 в форме сравнения лучших параметров КСВн между собой и с изначальным вариантом исполнения стержня.

ТАБЛИЦА 2. Результаты измерений зависимости КСВн от частоты после внесения изменений длины стержня

	Частота, ГГц	КСВ с учётом калибровки
Стержень без среза	11,115	1,12
Срез 5 мм	11,042	1,13
Срез 10 мм (суммарно 15 мм)	11,091	1,12

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что при «срезе» 5 мм ощутимо изменилась частота наилучшего излучения, однако, такое нельзя сказать про «срез» 10 мм (суммарно 15 мм). Следовательно, стержень можно и дальше укорачивать, не ухудшая его КСВн, но при этом, необходимо учитывать замеченную тенденцию изменения частоты. Данная тенденция циклична, и завязана на длину волны в диэлектрике излучателя.

Сужение стержня к его концу приводит к уменьшению боковых лепестков, и позволяет строить игольную диаграмму направленности [2], а также реализовать наилучшее амплитудное распределение в фазированных антенных решётках. Возникла необходимость проверить, изменится ли частота наилучшего излучения на рассматриваемом макете при реализации сужения. Внешний теоретический вид сужения конуса представлен на рисунке 4.

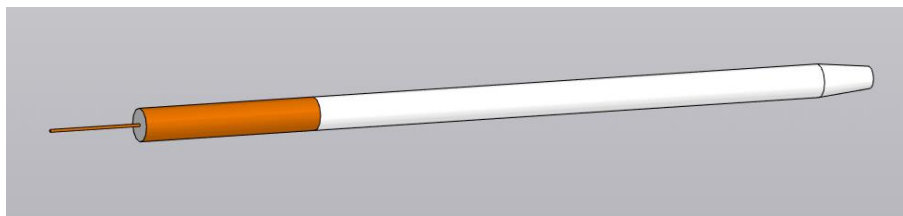


Рис. 4. Модель диэлектрической стержневой антенны с сужением стержня, выполненная в программном обеспечении КОМПАС-3D

Физическая реализация и результаты измерений представлены на рисунках 5 и 6 соответственно.

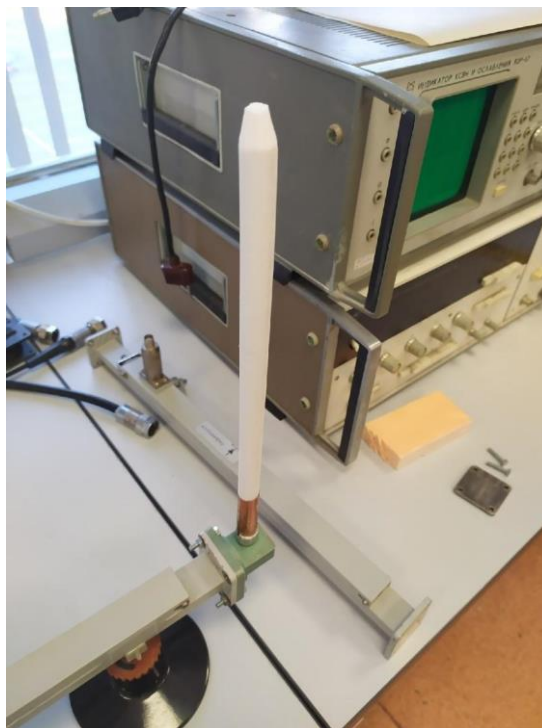


Рис. 5. Установленный в измерительный стенд излучатель с сужением

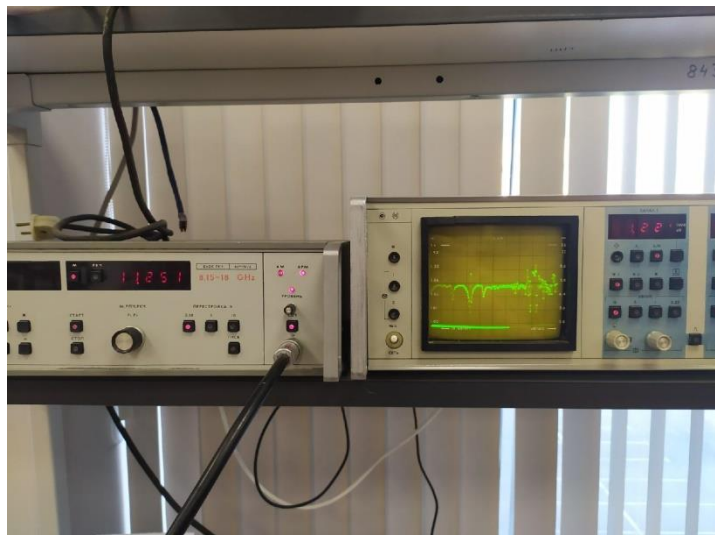


Рис. 6. Процесс измерения наилучшего КСВ для стержня с сужением

Как видно из рисунка 6 (фото измерений), сужение стержня привело к двум эффектам в данном эксперименте:

– частота, соответствующая наилучшему КСВн изменилась, и теперь составляет 11,251 ГГц (предыдущая была 11,091 ГГц), КСВн составил 1,11.

– появилось ещё два провала КСВ слева и справа от основной частоты.

Был произведен расчёт, моделирование и синтез макета диэлектрической стержневой антенны с коаксиальным питанием для ФАР ССС. Собран измерительный стенд и проведён ряд экспериментов, в том числе, с изменением геометрии стержня. Полученные результаты измерения зависимости КСВн от частоты при разных длинах стержня, а также его сужении показали, что при срезе 5 мм изменилась частота наилучшего излучения, при срезе 10 мм (суммарно 15 мм) изменение частоты не такое большое. Следовательно, длину стержня можно значительно уменьшить, не ухудшая его КСВ, улучшив при этом массогабаритные показатели (что ощутимо для ФАР), однако, при укорачивании стержня необходимо учитывать изменение частоты наилучшего излучения. Поскольку подобные стержни планируется использовать в антенной решётке, для уменьшения УБЛ необходимо делать сужение стержня, что, как и описано выше, приведёт к заметному смещению частоты с наилучшим КСВ.

Анализ результатов данной работы показал, что представленная структура коаксиального питания диэлектрической стержневой антенны является полностью рабочей и имеет хорошие значения КСВ, а также требует дальнейшего исследования для создания методики точного расчёта с учётом описанных выше эффектов и смещений частоты.

Список используемых источников

1. Державин М. В., Седышев Э. Ю. Антенная решётка на диэлектрических стержнях для систем спутниковой связи // Сборник Научных Статей XI Международной научно-технической и научно-методической конференции АПИНО, СПбГУТ, 2022. С. 557-562.

2. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. Под редакцией Воскресенского Д.И. Изд. 3-е, исп. и доп. – М.: Радиотехника, 2008., Страницы 280-282.

Derzhavin M., Sedyshev E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Coaxial power supply of the dielectric rod of a phased array antenna in satellite communication systems.

The paper presents the development of a coaxial power supply for one dielectric rod of a phased array antenna in satellite communication systems. Based on the results of calculations and modeling, a layout was synthesized, a measuring stand was assembled, a number of experiments were carried out, conclusions were drawn about the possibility of optimizing the obtained characteristics of the coaxial power supply of the dielectric rod, the feasibility and prospects for using the proposed design in satellite communication systems.

Key words: *microwave, dielectric antenna, satellite communications, antenna arrays.*

УДК 621.372.21
ГРНТИ 47.45.99

УСТРОЙСТВО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ НА СВЯЗАННЫХ НЕРЕГУЛЯРНЫХ ЛИНИЯХ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Е. Ф. Иванищева, Э. Ю. Седышев

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

В работе рассматривается реализация направленного ответвителя мощности на связанных нерегулярных линиях, исходя из свойств распределенных емкостей на микрополосковых линиях. Создана схема, рассчитана модель и создан масштабный макет устройства направленного ответвления.

СВЧ, направленное ответвление, емкость, микрополосковая линия, частотная селекция

В современных устройствах СВЧ диапазона элементная база постоянно претерпевает изменения в конструкции и характеристиках. Этот фактор подталкивает разработчиков исследовать новые конфигурации и, естественно, новые свойства элементов, так как они зачастую оказываются не только элементами, но и могут выполнять некоторые функции конечных устройств.

Планарные структуры интересны для инженеров широкими возможностями применения нетипичных конфигураций элементов, таких как емкости и индуктивности.

Ранее в работах профиля «Микроволновая техника. Объемные интегральные схемы» института магистратуры СПбГУТ эту тему

неоднократно исследовали, изучали и выявляли интересные результаты, которые были отражены в научных трудах аспирантов, магистрантов и сотрудников кафедры Электроники и Схемотехники.

В представленной статье исследуется устройство направленного ответвления мощности на связанных нерегулярных линиях в интегральном исполнении. Основой для синтеза устройства послужили распределенные емкости ранее изученные в статьях соавторов [1, 2]. Произведены расчеты, создана компьютерная модель, эмуляция работы возможного устройства и на основе полученных данных создан масштабный макет устройства.

Классические направленные ответвители (НО) на микрополосках, как правило, используют боковую связь длиной $\lambda/4$, которая определяет рабочий диапазон частот. Подобные устройства узкополосны и, в целях расширения рабочей полосы, разработчики прибегают к различным ухищрениям в виде ступенек, изгибов и зигзагов, которые увеличивают область связи и, соответственно, ширину полосы (Рис. 1.б):

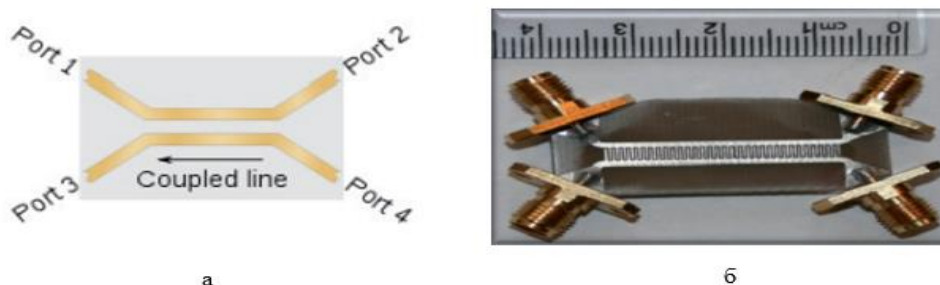
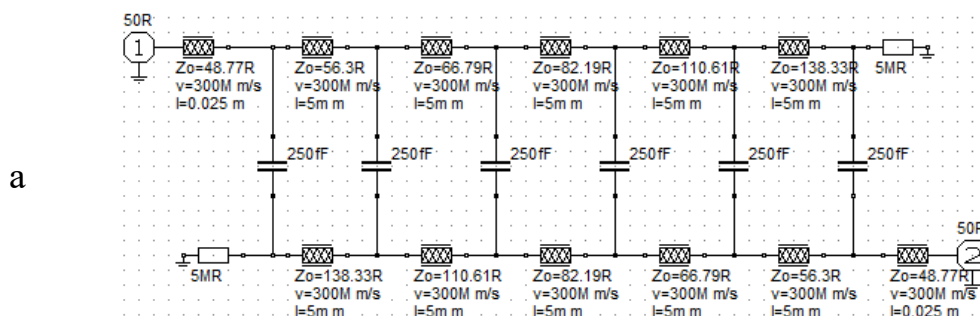


Рис. 1. типичная структура НО – а; модифицированная структура НО [3]

Подобные структуры сложны в расчетах и реализации, но действительно расширяют частотный диапазон, однако не избавляют от необходимости ставить согласованную нагрузку на изолированное плечо 4 (Рис.1.а).

Проверим предположение, что нерегулярные связанные линии имеют фильтровые характеристики, могут выполнять функции направленного ответвления сигнала, а длиной связи можно изменять АЧХ устройства, создав две модели с плечами связи равными $\lambda/4$. На конце линии устанавливается холостой ход (Рис. 2.а,б).



б

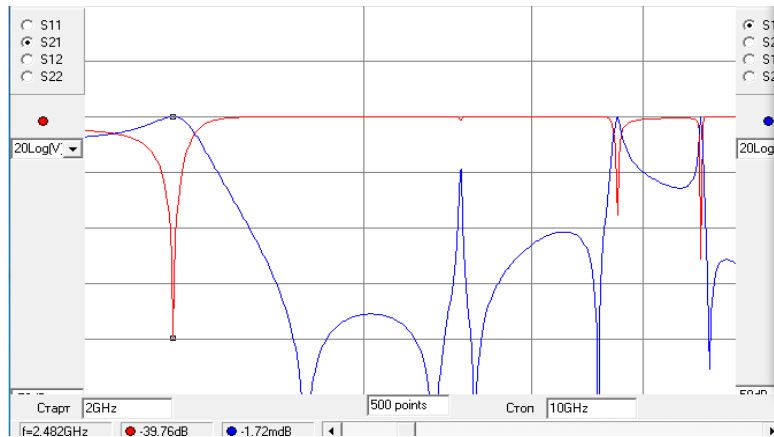
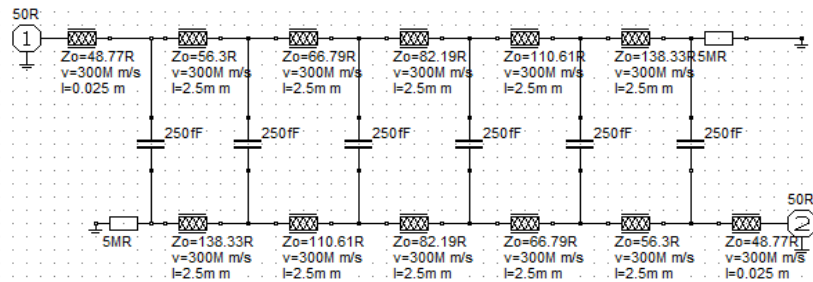


Рис.2. Схема устройства и результат моделирования с плечом связи на нерегулярных линиях

При уменьшения длины связи рабочий диапазон частот сужается и перемещается вверх (Рис. 3.а,б):

а



б

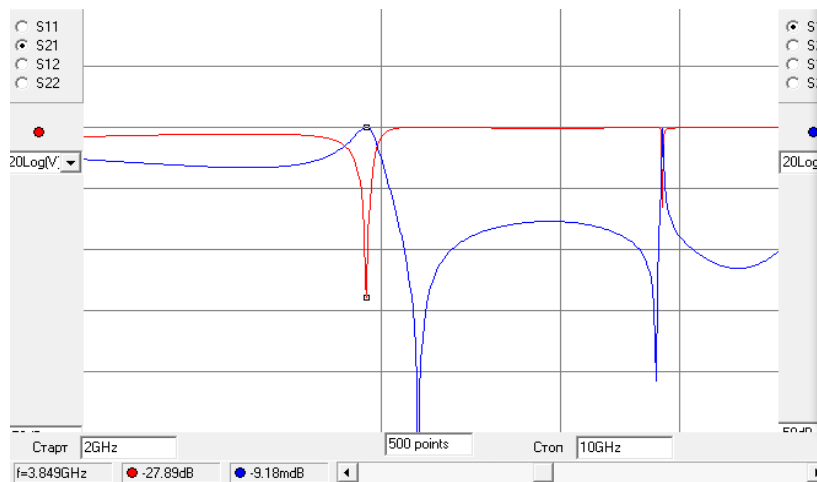


Рис.3. Схема устройства и результат моделирования с плечом связи на нерегулярных линиях

Приведенные характеристики подтверждают работоспособность устройства на нерегулярных связанных линиях.

Рассмотрим работу модели направленного ответвителя (Рис.4):

Сигнал поступает на канал 1 и далее распределяется за счет емкостного соотношения связанных линий на канал 2 – нижний диапазон частот; и 3 – верхний диапазон частот.

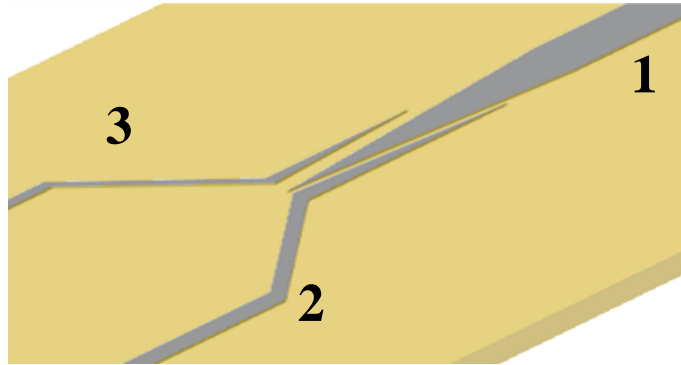


Рис.4. Первая 3D модель ответвителя мощности на связанных линиях

Топологическая связность поля обеспечивается небольшим расстоянием между линиями, емкости считаются по формуле [4]:

$$C = W \cdot \epsilon_0 \frac{2}{\pi} \ln \left(4 \frac{l}{s} \right) \quad (1)$$

Для реализации модели были выбраны следующие параметры линий:

Линия 1 – 47,92 Ом

Линия 2 – 61,8 Ом

Линия 3 – 87,94 Ом

Диэлектрическая проницаемость подложки $E = 2,5$

Нерегулярность линий выражена изменением сопротивления участка линии и взято по средней ширине отрезка.

Далее переходим к компьютерному анализу с помощью программы моделирования радиотехнических цепей — **RFSim99**, принимая во внимание параметры линий (Рис. 5).

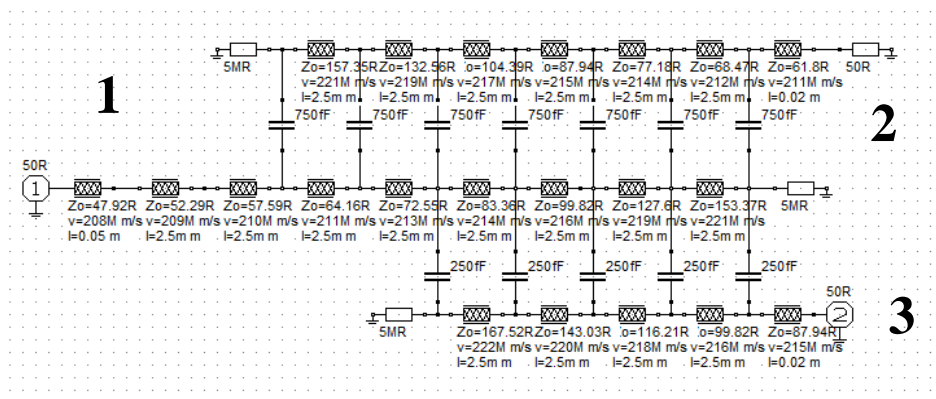


Рис.5. Схема исследуемого устройства

Важно отметить, что программа дает возможность оценить коэффициент прохождения только в одном направлении, поэтому на выводах второго канала ставится согласованная нагрузка.

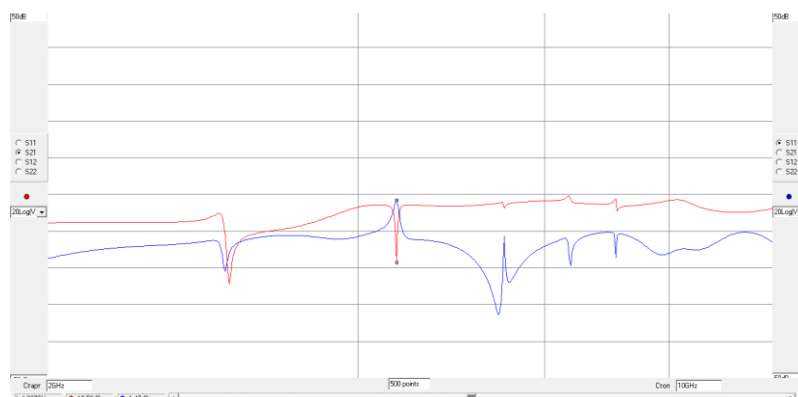


Рис.6. Результат моделирования при прохождении пути 1-3

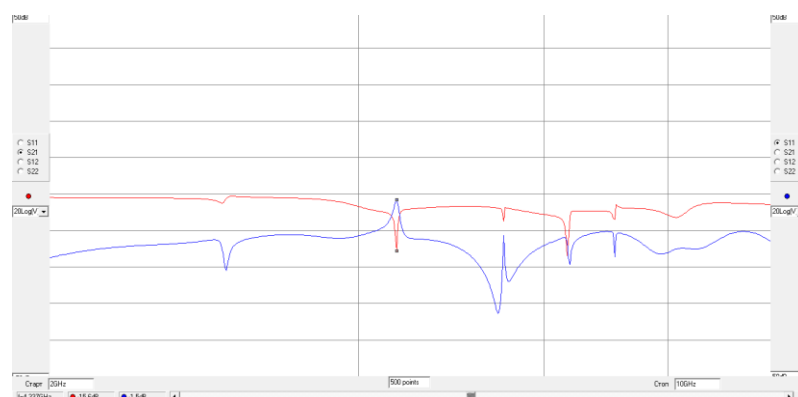


Рис.7. Результат моделирования при прохождении пути 1-2

На данном этапе исследования видно деление сигнала на определенной частоте, характерное для исследуемого устройства, с широким диапазоном и без использования согласующих элементов, что позволяет нам перейти к созданию компьютерной модели и синтезу масштабного макета по модифицированной структуре (Рис. 8).

Структура модели позволяет реализовать идею детектирования сигнала в тракте на разных частотах.

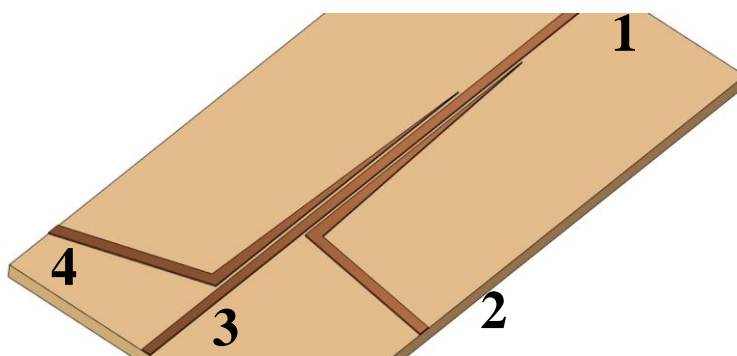


Рис.8. Вторая 3D модель ответвителя мощности на связанных линиях

Ведущий канал 1-3; направленное ответвление в каналах 1-2 и 1-4.

Перейдем к масштабному макету устройства и его характеристикам (рис.9, рис.10):

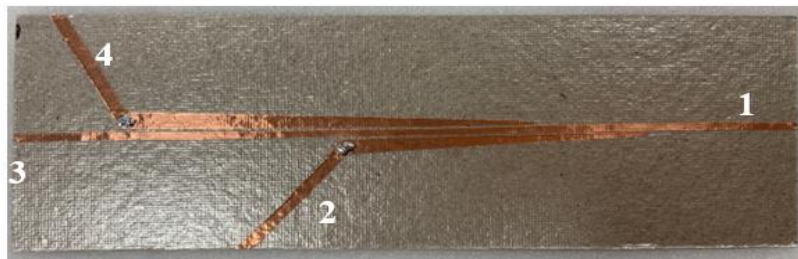


Рис.9. Масштабный макет НО

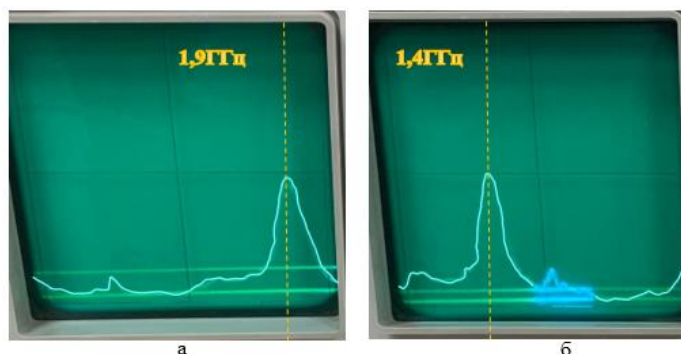


Рис.10. Результаты измерений макета по пути 1-4 – а; 1-2 – б

Результаты эксперимента представлены в диапазоне 1-2,1 ГГц на индикаторе КСВН и ослабления Я2Р-67.

В первом случае, резонанс на частоте 1,9 ГГц по уровню -5,5 дБ, во втором на частоте 1,4 ГГц по уровню -5,2 дБ.

Таким образом, на масштабном макете доказана реализация направленного ответвления по уровню примерно в -5 дБ на различных частотах. Такие структуры имеют перспективу для использования в делителях, сумматорах, направленных ответвителях, а также детекторах сигнала.

Последнее устройство весьма легко позволит неинвазивно детектировать сигнал в тракте, интегрировав микрополосковую структуру в волновод или другую волноведущую структуру.

Список используемых источников:

1. Иванищева Е.Ф., Седышев Э.Ю. Исследование свойств распределенной емкости на полосковой линии : материалы междунар. научно-метод. конф. АПИНО 2022, СПб, 15 фев. – 16 фев. 2022 г. : СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021, том 2. С. 572 – 578.

2. Покровский Н.А., Седышев Э.Ю. Исследование планарной спирали в ОИС СВЧ. СПб – XI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция АПИНО 2017. Научное направление теоретические основы радиоэлектроники и систем связи, подсекция микроволновая техника: материалы, элементы, устройства. С. 472 – 476.

3. Rasool KESHAVARZ, Masoud MOVAHHEDI. A Compact and Wideband Coupled-Line Coupler with High Coupling Level Using Shunt Periodic Stubs // RADIOENGINEERING, VOL. 22, NO. 1, APRIL 2013. С. 323 – 327.

4. Вендик О.Г., Зубко С.П., Никольский М.А. Моделирование и расчет емкости планарного конденсатора, содержащего тонкий слой сегнетоэлектрика // Журнал технической физики 1999, том 69. N 4. С. 1 – 7.

Ivanishcheva E., Sedyshev E.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Directional power offshoot device on connected irregular lines in integral design. The paper considers the implementation of a directional power coupler on coupled irregular lines, based on the properties of distributed capacitances on microstrip lines. A scheme has been created, a model has been calculated, and a scale model of a directional branch device has been created.

Key words: *microwave, directional tap, capacitance, microstrip line, frequency selection.*

УДК 621.373.5
ГРНТИ 47.45.00

ГИБРИДНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ СХЕМА ГЕНЕРАТОРА СВЧ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ

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

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

В данной работе представлены этапы синтеза управляемого генератора СВЧ на подложке из феррошпинели. Приведены некоторые особенности конструкции генератора, показана зависимость частоты выходного колебания от уровня внешнего магнитного поля.

СВЧ, несимметричная полосковая линия, феррошпинель, генератор СВЧ, управляемый генератор, ферритовая подложка, интегральная схема СВЧ

Первое описание кольцевых резонаторов на волноводах относится к 70-м годам прошлого века [1], резонанс бегущей волны в подобных системах можно получить, свернув отрезок передающей линии в кольцо.

Резонансными для таких устройств являются частоты, на которых длина кольца будет кратна длине волны, то есть будет выполнено условие 1:

$$l = \lambda n, \quad (1)$$

здесь $n = 1, 2, 3, \dots$

На рисунке 1 представлен способ возбуждения волноводного кольцевого резонатора с помощью направленного ответвителя [1]. Последний передает определенную часть мощности волны, распространяющейся в основном тракте, волне **одного направления** в

кольцевом резонаторе, таким образом, что в нем также создается бегущая волна.

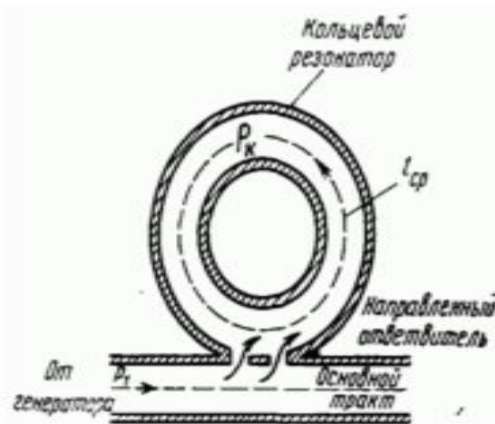


Рис.1. Кольцевой резонатор [1]

В ряде работ [2,3,4,5,6,7] сотрудников СПбГУТ им.проф.М.А.Бонч-Бруевича были детально исследованы кольцевые резонаторы на полосковых линиях, доказана возможность создания на таких элементах устройств частотной селекции, генераторов, усилителей, а также предложены некоторые системы питания фазированных антенных решеток. Некоторые устройства из этого ряда удалось сделать управляемыми.

Синтезированный кольцевой эллиптический резонатор на подложке из феррошпинели, чьи электрические характеристики меняются под действием внешнего магнитного поля, позволяет синтезировать управляемый генератор. Управление частотой будет осуществляться за счет **воздействия магнитным полем на сегмент резонатора**, за счет чего резонатор будет изменять свои характеристики, включая фазовую скорость распространения волны.

Влияние магнитной индукции на погонные параметры кольца на ферритовой подложке, позволяют менять электрическую длину кольца, тем самым изменяя рабочую частоту генератора. Абсолютное значение магнитной индукции напрямую связано с характеристиками резонатора, а значит и частотой генерации на выходе устройства.

Традиционные схемы управления частотой в общем можно поделить на два класса:

- с использованием элементов цифрового синтеза (стабилизация колебания внизу диапазона и повышение частоты за счет использования схем счетчиков, регистров, сумматоров (последнее время специальных процессоров));

- за счет введения в схемы управляемых элементов (варакторов, параметрических емкостей, нерегулярных линий и т. д.).

На рисунке 2 представлена структурная схема управляемого генератора, в котором присутствует колебательная система (резонатор), обратная связь (ОС), диод и источник питания (ИП).



Рис.2. Структурная схема генератора

Очевидно, что в диапазоне сверхвысоких частот пока нет возможности использовать цифровой синтез, так как быстродействие монолитных интегральных схем не превышает единицы пикосекунд, поэтому более 2...3 ГГц получить в таких структурах невозможно. Использование традиционных аналоговых схем с резонаторами дает ожидаемый результат вплоть до 100 ГГц.

В рамках данной работы синтезирована **рабочая модель** генератора на туннельном диоде АИ201Б (рисунок 3). Макет представляет собой объёмную интегральную схему, состоящую из 2 слоев феррошпинели и трех пленок металлизации (алюминий). Данную конструкцию с уверенностью можно отнести к интегральным схемам объемного исполнения (ОИС).

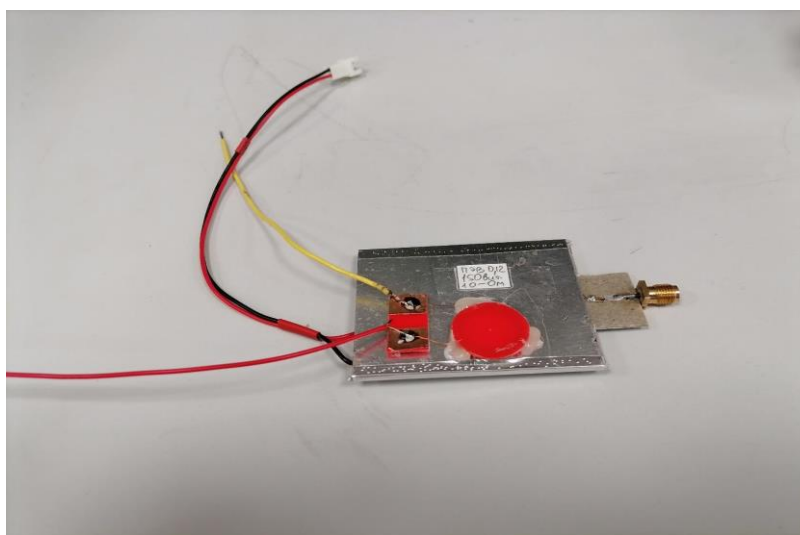


Рис.3. Экспериментальная модель

Макет генератора представляет собой кольцевой эллиптический резонатор, в который встроен туннельный диод. Цепи питания диода

представляют собой индуктивные линии (с шириной полоска порядка 100 мкм) и блокировочные емкости на землю.

При экспериментальных испытаниях макета на диод подавалось напряжение около 400 мВ и была получена основная гармоника колебания на частоте около 1400 МГц (рисунок 4).

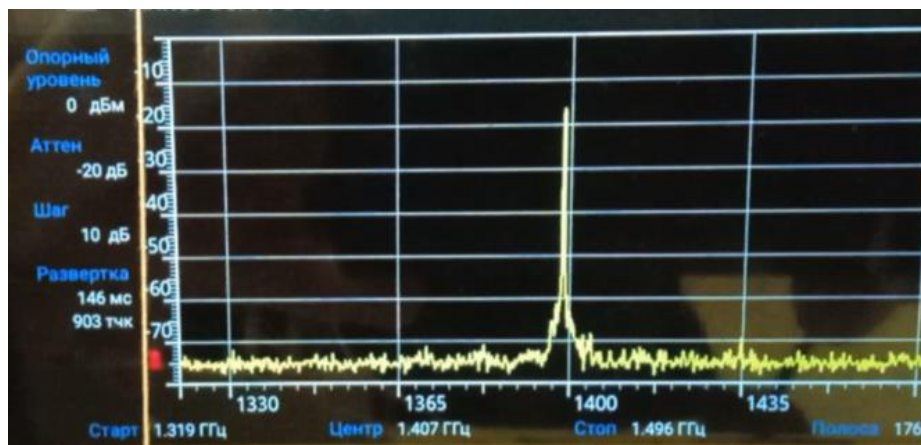


Рис. 4. Осциллограмма основного колебания генератора

Меняя внешнее магнитное поле встроенным соленоидом (увеличивая ток катушки), мы получили изменение основной частоты колебания в пределах единиц мегагерц (анализатор различает данный сдвиг только при условии ширины обзора 10 МГц на экран). Поэтому при увеличении внешнего магнитного поля за счет соленоида и дополнительного магнита удалось сместить частоту генерации на 10...25 МГц (рисунок 5).

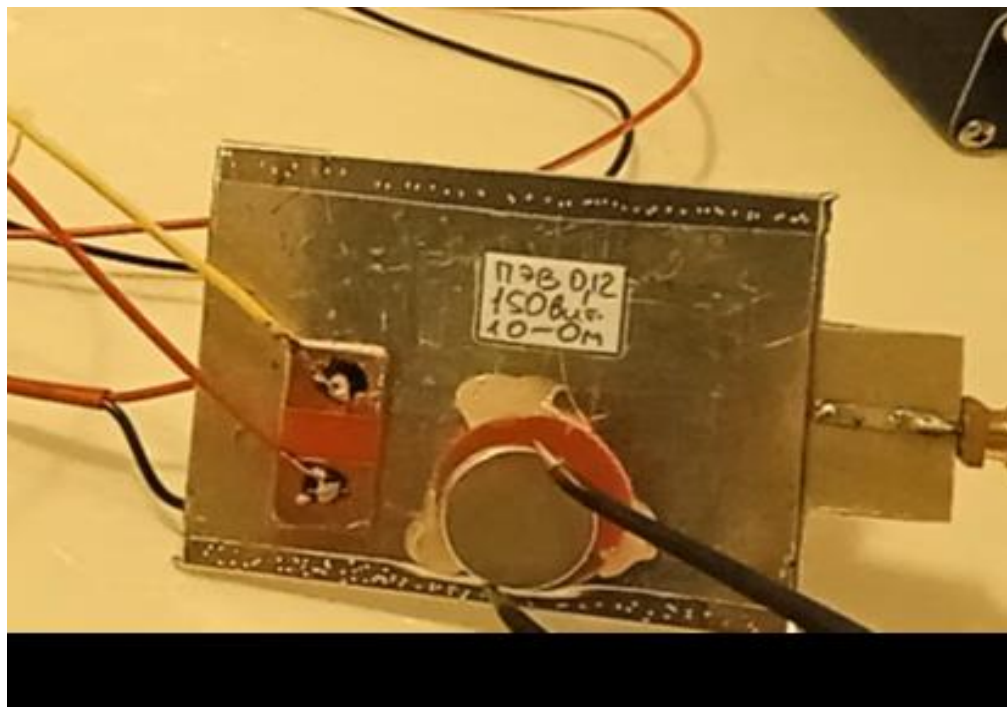


Рис.5. Управляемый генератор на феррошпинели

В результате проделанной работы был синтезирован управляемый генератор на феррошпинели [8] с генерацией основного колебания в районе 1...2 ГГц. Уровень генерации соответствует энергетике туннельного диода, а чистота колебания не вызывает нареканий. В дальнейшем будет установлено точное соответствие между уровнем магнитного поля и динамическим диапазоном регулировки частоты предложенной конструкции.

Список используемых источников:

1. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. - 1978 г. - 479 с.
2. Ланда А.Э., Никитина Т.В., Седышев Э.Ю. Генератор с управляемым резонатором на феррошпинели. / АПИНО 2022 – 2022 г. - 641- 644 с.
3. Каткова Т.О., Седышев Э.Ю. Генератор СВЧ на кольцевом эллиптическом резонаторе в объемном интегральном исполнении /X Всероссийская научно-техническая конференция «Электроника и микроэлектроника СВЧ» - 2021 г.
4. Улитина А.С., Седышев Э.Ю. Синтез кольцевого эллиптического резонатора на несимметричной щелевой линии А.С. – 2019г
5. Сазоненко Н.Ю., Седышев Э.Ю. Устройства частотной селекции на основе кольцевого эллиптического резонатора на микрополосковой линии - 2019 г.
6. Ланда А.Э., Мугу Л.Р., Седышев Э.Ю. Перестраиваемые резонаторы на подложке из феррошпинели – 2021 г
7. Седышев Э.Ю., Шомин А.Ю. Исследование возможности одновременного использования нескольких активных двухполюсников при создании СВЧ генераторов – 2020 г
8. Ланда А.Э., Никитина Т.В., Седышев Э.Ю. Управляемое устройство на феррошпинели в интегральном исполнении / Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей (ПКМ 2021) – 2021 г. – 41 - 45 с.

Landa A., Nikitina T., Sedyshev E.

The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications

Variable Frequency Microwave Generator Hybrid Integrated Circuit.

This paper presents the stages of synthesis of a controlled microwave generator on a ferrospinel substrate. Some features of the design of the generator are given, the dependence of the frequency of the output oscillation on the level of the external magnetic field is shown.

Key words: microwave, unbalanced strip line, spinel, microwave generator, controlled generator, ferrite substrate, microwave integrated circuit.

1.2. Промышленная электроника

УДК 621.391.82
ГРНТИ 47.41.29

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТАБИЛЬНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК LC – ФИЛЬТРОВ

Г. Ю. Герасимов

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

В настоящее время качество приема и передачи сигналов является очень важным аспектом радиотехнических устройств. Качество этих параметров зависит от фильтрующих цепей, находящихся в устройствах. Для того чтобы данные параметры соответствовали высоким требованиям качества необходимо анализировать фильтрующую цепь по стабильности ее характеристик.

фильтры, реактивная энергия, теория чувствительности

В современных радиотехнических, преобразовательных устройствах, устройствах автоматического управления и многих других задаются достаточно жесткие требования к качеству передаваемого и детектированию получаемого сигнала. За оба данных параметра в большей степени отвечают реактивные фильтрующие цепи, которые в том или ином виде присутствуют в вышеперечисленных устройствах. А чтобы заданные частотные требования реализовывались наилучшим образом, фильтрующая цепь должна обладать высокой стабильностью, то есть каким-то минимальным допустимым отклонением от номинальных значений.

Для начала, нужно определить с какими типами устройств нам предстоит столкнуться. Учитывая, что мы рассматриваем конкретно стабильность характеристик LC-фильтров, то под наш взор подпадают фильтры, линии задержки, корректоры частотных характеристик, формирующие цепи и другие устройства. Все вышеперечисленные устройства относятся к радиоэлектронным цепям (РЭЦ), в дальнейшем для удобства будем использовать именно это обозначение.

На схемах замещения элементы электрических цепей представлены с помощью четко детерминированных линейных резисторов, емкостей и индуктивностей, но в реальности все перечисленные элементы не обладают такими характеристиками.

Они обладают случайными отклонениями от номинальных или расчетных значений. Данные отклонения могут быть обусловлены огромным количеством факторов, но самые примечательные – это влияние

различных дестабилизирующих факторов, производственный разброс, неточность настройки и так далее.

К радиоэлектронным цепям предъявляются определённые требования по отношению к функциям цепи (АЧХ, ФЧХ, переходная характеристика, импульсная характеристика), а результирующие характеристики, в свою очередь, определяют функциональное назначение РЭЦ.

Введем функцию случайных параметров $F(x, \bar{l})$, где x – независимая переменная (частота или время), а $\bar{l} = \{l_1, \dots, l_N\}$ – вектор параметров элементов цепи. Функция $F(x, \bar{l})$ является функцией случайных параметров l_i и, соответственно, она будет выступать случайной величиной при любом значении независимой переменной x . По заданным вероятностным характеристикам отклонений параметров элементов схемы от их номинальных значений будет требоваться определить непосредственно вероятностные характеристики функции цепи $F(x, \bar{l})$. В этом и будет заключаться задача статистического анализа цепи. Один из вариантов решения данной задачи – это использовать уравнения теории чувствительности. В данном случае ничего не мешает использовать метод моментов, который заключается в том, что рассматриваемая функция цепи $F(x, \bar{l})$ будет представлена в виде усеченного ряда Тейлора, с помощью которого уже будут вычислены вероятностные характеристики отклонения от нормальных значений функции. Также стоит учитывать тот факт, что отклонения Δl_i являются такими величинами, что с достаточной степенью точности справедливо соотношение [2]:

$$\frac{\Delta F(x, \bar{l})}{F} \cong \sum_{i=1}^n S_i(x) \frac{\Delta l_i}{l_i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij}(x) \frac{\Delta l_i \Delta l_j}{l_i \Delta l_j}, \quad (1)$$

где $\Delta F/F$ – относительное отклонение функции цепи от номинального значения; $S_i = \frac{\partial F}{\partial l_i} * \frac{l_i}{F}$ и $S_{ij} = \frac{\partial^2 F}{\partial l_i \partial l_j} * \frac{l_i l_j}{F}$ – относительные функции чувствительности (ФЧ) первого и второго порядков (вычисляются при номинальных значениях параметров).

Аналогичное соотношение может быть записано для абсолютных отклонений функции цепи. Так, при умножении обеих частей равенства (1) на F , получим:

$$\frac{\Delta F(x, \bar{l})}{F} \cong \sum_{i=1}^n Q_i(x) \frac{\Delta l_i}{l_i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Q_{ij}(x) \frac{\Delta l_i \Delta l_j}{l_i \Delta l_j}, \quad (2)$$

где $Q_i(x) = \frac{\partial F}{\partial l_i} l_i$ и $Q_{ij}(x) = \frac{\partial^2 F}{\partial l_i \partial l_j} l_i l_j$ – полуотносительные ФЧ.

При малых вариациях параметров в представлениях (1) и (2) ограничиваются первыми (линейными) членами [1]:

$$\frac{\Delta F(x, \bar{l})}{F} \cong \sum_{i=1}^n S_i(x) \frac{\Delta l_i}{l_i}$$

$$\Delta F(x, \bar{l}) \cong \sum_{i=1}^n Q_i(x) \frac{\Delta l_i}{l_i}$$

Относительные отклонения параметров, обусловленные влиянием дестабилизирующих факторов, в большинстве случаев определяются соотношением:

$$\Delta l_i / l_i = \alpha_i \Delta \vartheta, \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где $\Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$ - отклонение дестабилизирующего фактора (например, температуры) от нормального значения ϑ_0 ; α_i - фактор влияния (например, температурный коэффициент) элемента l_i . Кроме температуры в качестве дестабилизирующих факторов может рассматриваться влажность, электромагнитная совместимость элементов, радиация, износ элементов и так далее.

Для амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) фильтра в качестве показателей стабильности относительно индуктивностей будем рассматривать следующие суммы [4]:

$$S_{1L}^{|H|}(\omega) = \sum_{i=1}^{N_L} S_{Li}^{|H|}(\omega); \quad S_{2L}^{|H|}(\omega) = \sum_{i=1}^{N_L} [S_{Li}^{|H|}(\omega)]^2,$$

где $S_{Li}^{|H|}(\omega) = \frac{\partial |H|}{\partial L_i} \cdot \frac{L_i}{|H|}$ - относительная ФЧ АЧХ по элементу L_i ; $|H|$ - нормированная (рабочая) АЧХ реактивного фильтра с резистивными нагрузками R_1 (со стороны генератора) и R_2 (на выходе); N_L - число индуктивностей фильтра.

Аналогичные показатели относительно емкостей C_k ($k=1, 2, \dots, N_C$) обозначим $S_{1C}^{|H|}(\omega)$ и $S_{2C}^{|H|}(\omega)$.

Для характеристики затухания $a = -20 \lg|H| = -8,686 \ln|H|$ дБ рассматриваются полуотносительные ФЧ, которые связаны с относительными ФЧ АЧХ известным соотношением

$$Q_{l_i}^a(\omega) = \frac{\partial a}{\partial l_i} \cdot l_i = -8,686 \cdot S_{l_i}^{|H|}(\omega) \text{ дБ.}$$

Аналогичная связь будет и между соответствующими суммарными показателями стабильности.

Определенные умозаключения о чувствительности реактивных фильтров могут быть произведены при помощи известных свойств инвариантности сумм функций чувствительности частотных

характеристик. Для сумм функций чувствительности по реактивным элементам справедливы следующие равенства:

$$\sum_{i=1}^{N_L} S_{L_i}^{|H|}(\omega) + \sum_{i=1}^{N_C} S_{C_i}^{|H|}(\omega) = S_L^{|H|} + S_C^{|H|} = \frac{\delta|H|}{\delta\omega} \frac{\omega}{|H|}$$

$$\sum_{i=1}^{N_L} Q_{L_i}^{\theta}(\omega) + \sum_{i=1}^{N_C} Q_{C_i}^{\theta}(\omega) = Q_L^{\theta} + Q_C^{\theta} = \frac{\delta\theta}{\delta\omega} \omega = -\tau \cdot \omega,$$

где τ - характеристика ГВЗ; $S_{L(C)}^{|H|}$ и $Q_{L(C)}^{\theta}$ - суммы ФЧ по элементам одного вида. Для затухания $a = -20 \lg|H|$ дБ аналогичное соотношение:

$$\sum_{i=1}^{N_L} Q_{L_i}^a(\omega) + \sum_{i=1}^{N_C} Q_{C_i}^a(\omega) = Q_L^a + Q_C^a = \frac{\delta a}{\delta\omega} \omega$$

Суммы функций чувствительности и стабильность частотных характеристик зависят от их дифференциальных свойств. Чем больше крутизна изменения АЧХ и ФЧХ в окрестности рассматриваемой частоты, тем сильнее будет влияние на эти характеристики нестабильности параметров элементов.

Для примера были взяты 8 фильтров с различными характеристиками[3].

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчета показателей стабильности для фильтров

№	Фильтр	Δa , дБ	a_0 , дБ	$S_{1Lm}^{ H }$	$S_{1Cm}^{ H }$	$S_{2Lm}^{ H }$	$S_{2Cm}^{ H }$
1	T7-25	0.28	28	1.65	1.45	1.2	1.3
2	T9-5	0.01	28	0.075	0.125	0.02	0.016
3	T14-25	0.28	74	6.1	6.1	10.1	10.1
4	T19 опт.	1.4 10^{-4}	74	7 10^{-3}	5 10^{-3}	8 10^{-4}	8 10^{-4}
5	C5-5	0.01	26	0.037	0.063	0.002	0.004
6	C9-5	0.01	73	0.137	0.185	0.05	0.026
7	C8-25	0.28	74	3.04	3.04	5.15	2.7
8	C13 опт.	1.5 10^{-7}	74	3 10^{-5}	4 10^{-5}	1.6 10^{-7}	10^{-7}

Кроме того, для удобства сравнения в таблице приведены неравномерность Δa затухания в полосе пропускания и затухание a_0 на частоте $\Omega = 1.3$, она характеризует крутизну нарастания затухания в полосе

задерживания. Параметры фильтров выбраны так, чтобы можно было произвести сравнительный анализ их стабильности и сделать обобщающие выводы. Эти выводы можно сформулировать в следующем виде.

1. Если уменьшать Δa , но при этом не менять a_0 , то чувствительность АЧХ будет уменьшаться (фильтры 1 и 2, 3 и 4, 6 и 7). А с увеличением a_0 в полосе задерживания и не меняя Δa чувствительность будет возрастать (фильтры 1 и 3, 5 и 6).

2. Фильтрующие цепи с характеристикой Золотарева-Кауэра демонстрируют меньшую чувствительность, чем фильтрующие цепи с характеристикой Чебышева при одних и тех же Δa и a_0 (фильтры 2 и 5, 3 и 7).

3. Фильтры с экстремально низким значением Δa , то есть оптимизированные по реактивной энергии, имеют гораздо меньшие значения сумм функций чувствительности, нежели неоптимизированные по реактивной энергии фильтры (фильтры 3 и 4, 7 и 8).

Список используемых источников:

1. Дмитриков В. Ф., Сергеев В.В. Самылин И.Н. Повышение эффективности преобразовательных и радиотехнических устройств // М. : Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2005. – 424 с.
2. Гехер К. Теория чувствительности и допусков электронных цепей.// М. Сов. радио, 1973, 200 с.
3. Зааль Р. Справочник по расчету фильтров. / Пер. с нем. под ред. Слепова Н.Н. // М. Радио и связь, 1983, 752 с.
4. Сергеев В.В. Теория электрических цепей. Расчет LC-фильтров с учетом эксплуатационных показателей.//СПб, Лань, 2021. – 116 с.

Gerasimov G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research and calculation of stability characteristics of LC-filters.

Currently, the quality of signal reception and transmission is a very important aspect of radio engineering devices. The quality of these parameters depends on the filtering circuits located in the devices. In order for these parameters to meet the high-quality requirements, it is necessary to analyze the filtering circuit according to the stability of its characteristics.

Key words: *filters, reactive energy, sensitivity theory.*

УДК 621.341.572

ГРНТИ 47.14.07

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА МНОГОЯЧЕЙСТЫХ ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

А. И. Кучерявый, Е. Ю. Передистов

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

В статье описано создание импульсного преобразователя для устройства зарядки литиевых аккумуляторов с несколькими последовательно соединенными ячейками. Разработка данного преобразователя позволит создать зарядное устройство, лишённое недостатков типичных зарядных устройств с пассивным балансиром. В работе кратко изложен процесс разработки и сборки преобразователя.

литиевые аккумуляторы, системы зарядки, импульсные преобразователи

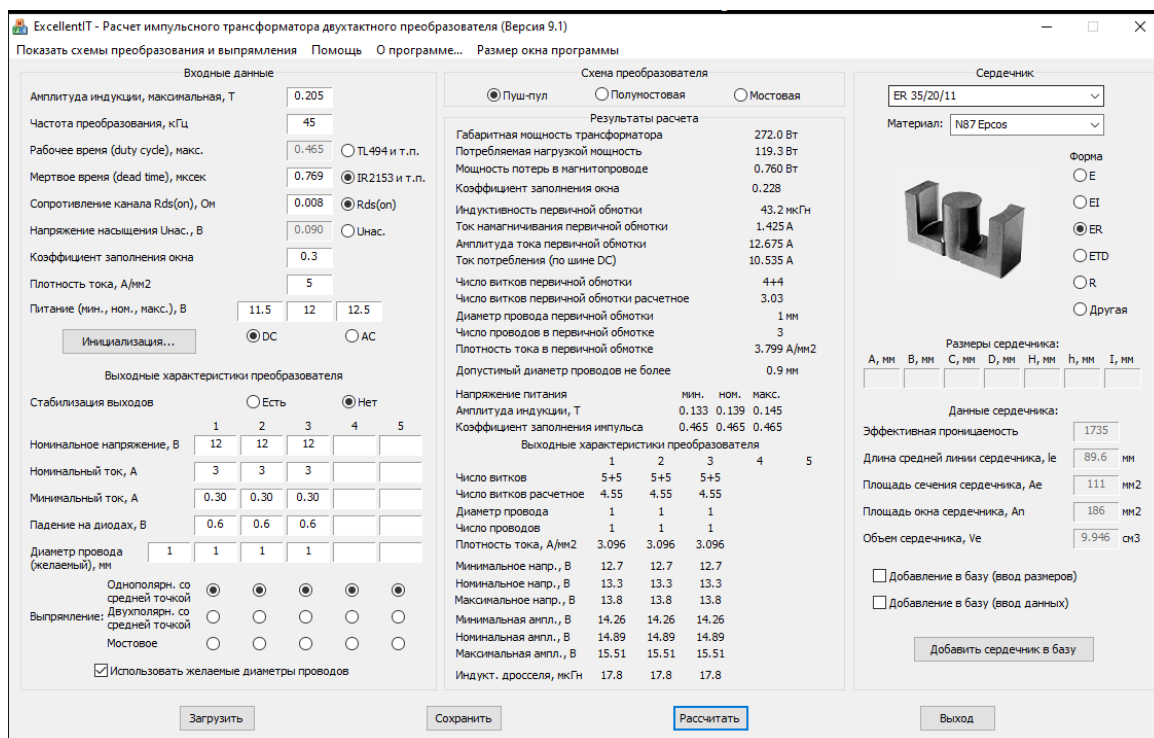
Одним из способов зарядки литиевых аккумуляторов состоящих из нескольких последовательно соединённых ячеек является применение зарядного устройства с гальванически развязанными выходами. Автор поставил цель разработать данный вид зарядного устройства. В основе устройства лежит самотактируемый полумостовой драйвер IR2153. На его основе была разработана схема DC/DC преобразователя. На вход преобразователя подается 12 В, а на выходе формируются три гальванически развязанных напряжения. Для упрощения схемы преобразователя стабилизация выходов реализована не будет. Частота тактирования драйвера задается с помощью конденсатора и резистора [1]. Частоту управляющих сигналов можно рассчитать по формуле 1:

$$f = \frac{1}{1.4 \cdot (R + 75) \cdot C}, \Gamma_{\text{ц}}(1)$$

Для преобразователя была выбрана частота 45.5 кГц, полученная с помощью резистора 18 кОм и конденсатора 870 пФ. В качестве силовых транзисторов были выбраны ключи IRF3205 с низким сопротивлением открытого канала равным 8 мОм и максимальной рассеивающей мощностью 200 Вт, однако из-за их большой емкости затвор-исток примерно равной 4 пФ напрямую управлять ими, используя IR2153 нельзя [2]. Поэтому перед каждым из силовых ключей установлен комплементарный эмиттерный повторитель из биполярных транзисторов VO139 и VO140.

В преобразователе будет использоваться трансформатор на основе сердечника ER35/20/11, демонтированный с компьютерного блока питания и отчищенный от клея и заводской обмотки путем кратковременного

нагрева в кипящей воде. Расчёт трансформатора был произведен в программе ExcellentIT 9.1. На рисунке 1 представлен результат расчетов программы.



ExcellentIT - Расчет импульсного трансформатора двухтактного преобразователя (Версия 9.1)

Показать схемы преобразования и выпрямления Помощь О программе... Размер окна программы

Входные данные

Амплитуда индукции, максимальная, Т 0.205

Частота преобразования, кГц 45

Рабочее время (duty cycle), макс. 0.465 TL494 и т.п.

Мертвое время (dead time), мксек 0.769 IR2153 и т.п.

Сопротивление канала Rds(on), Ом 0.008 Rds(on)

Напряжение насыщения Uнас., В 0.090 Uнас.

Коэффициент заполнения окна 0.3

Плотность тока, А/мм2 5

Питание (мин., ном., макс.), В 11.5 12 12.5

Инициализация... DC AC

Выходные характеристики преобразователя

Стабилизация выходов Есть Нет

	1	2	3	4	5
Номинальное напряжение, В	12	12	12		
Номинальный ток, А	3	3	3		
Минимальный ток, А	0.30	0.30	0.30		
Падение на диодах, В	0.6	0.6	0.6		
Диаметр провода (желаемый), мм	1	1	1		

Выпрямление: Однополярн. со средней точкой Двухполярн. со средней точкой Мостовое

Использовать желаемые диаметры проводов

Схема преобразователя

Пуш-пул Полумостовая Мостовая

Результаты расчета

Габаритная мощность трансформатора	272.0 Вт
Потребляемая нагрузкой мощность	119.3 Вт
Мощность потерь в магнитопроводе	0.760 Вт
Коэффициент заполнения окна	0.228
Индуктивность первичной обмотки	43.2 мкГн
Ток намагничивания первичной обмотки	1.425 А
Амплитуда тока первичной обмотки	12.675 А
Ток потребления (по шине DC)	10.535 А
Число витков первичной обмотки	4+4
Число витков первичной обмотки расчетное	3.03
Диаметр провода первичной обмотки	1 мм
Число проводов в первичной обмотке	3
Плотность тока в первичной обмотке	3.799 А/мм2
Допустимый диаметр проводов не более	0.9 мм

Выходные характеристики преобразователя

	мин.	ном.	макс.
Напряжение питания			
Амплитуда индукции, Т	0.133	0.139	0.145
Коэффициент заполнения импульса	0.465	0.465	0.465

Сердечник

ER 35/20/11

Материал: N87 Epcos

Форма E EI ER ETD R Другая

Размеры сердечника: А, мм В, мм С, мм D, мм H, мм h, мм I, мм

Данные сердечника:

Эффективная проницаемость 1735

Длина средней линии сердечника, le 89.6 мм

Площадь сечения сердечника, Ae 111 мм2

Площадь окна сердечника, Ap 186 мм2

Объем сердечника, Ve 9.946 см3

Добавление в базу (ввод размеров)

Добавление в базу (ввод данных)

Добавить сердечник в базу

Загрузить Сохранить Рассчитать Выход

Рис. 1. Результат расчета трансформатора

На нём можно увидеть, что первичная обмотка состоит из 8 витков со средней точкой. Первичная обмотка намотана тремя медными лакированными проводами сечением 1 мм соединёнными параллельно. Вторичные обмотки намотаны одиночным проводом того же сечения по 10 витков со средней точкой. Намотка была проведена вручную следующим образом: все обмотки намотаны по часовой стрелке; сначала были намотаны первые три витка первичной обмотки, после чего накладывался слой изоляции; затем были намотаны все вторичные обмотки и наложен еще один слой изоляции; на окончательном этапе была домотана первичная обмотка и наложен слой изоляции. Намотка обмоток таким образом повышает их магнитную связь и уменьшает индуктивность рассеяния [3]. Получившейся трансформатор изображен на рис. 2.

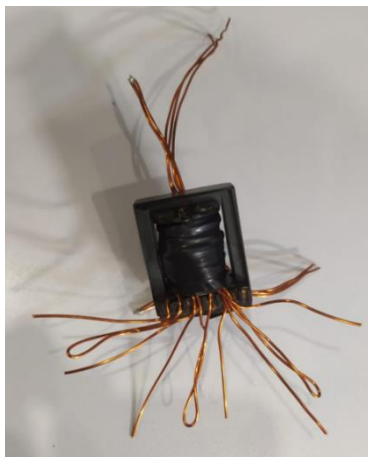


Рис. 2. Намотанный трансформатор

На рисунке 3 представлена схема разработанного преобразователя.

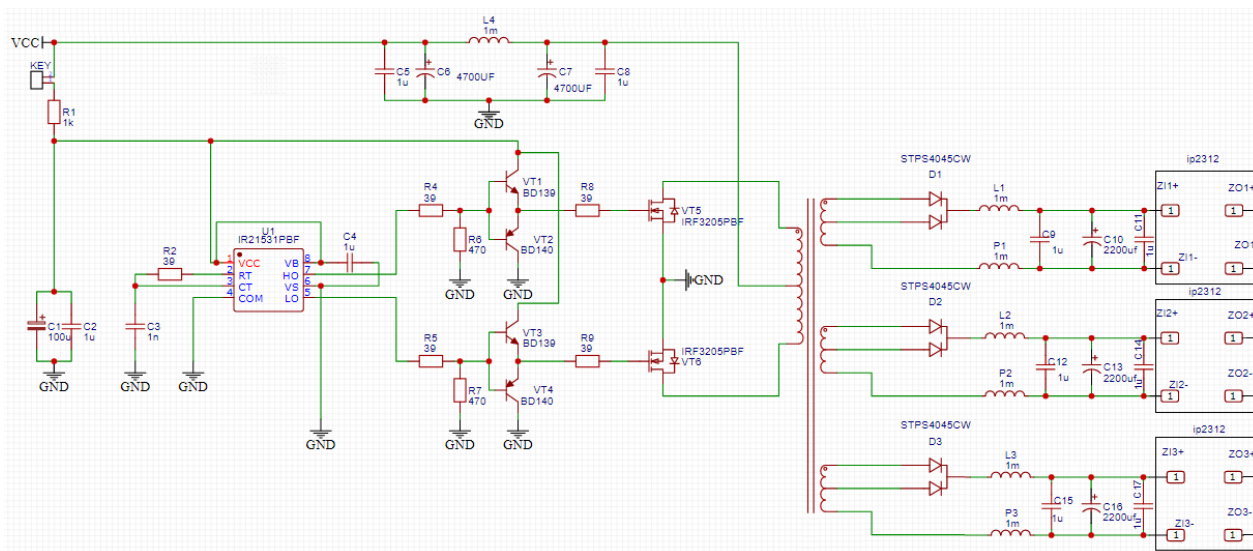


Рис. 3. Схема разработанного преобразователя

Выходные фильтры на схеме не представлены.

На рисунке 4 представлена верхняя и нижняя части разводки печатной платы, разработанной в программе easyEDA по схеме из рисунка 3.

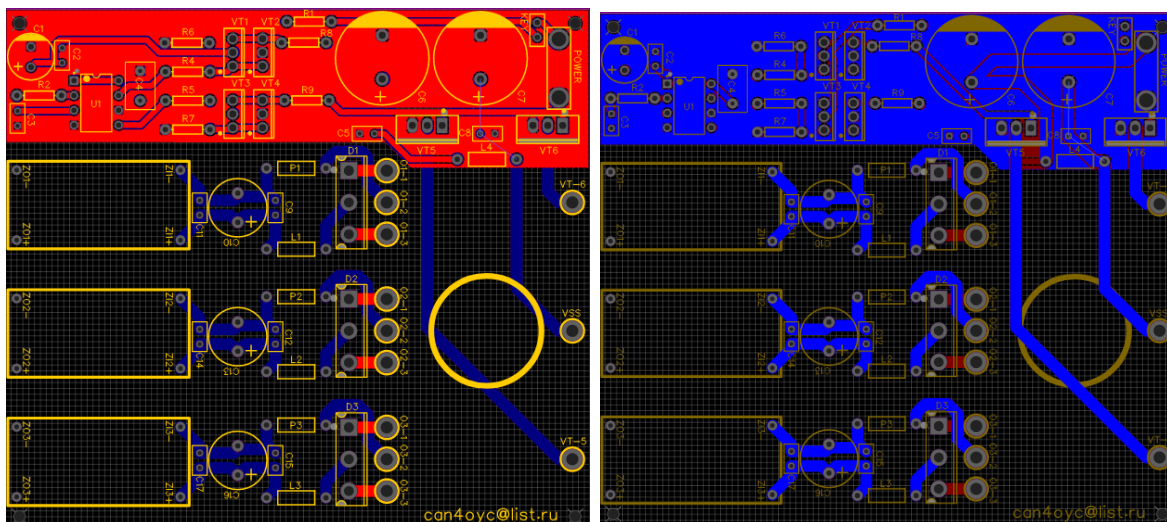


Рис. 4. Верхняя и нижняя часть печатной платы

На рисунке 5 представлен собранный на печатной плате из рисунка 4 преобразователь без выходных фильтров. С помощью осциллографа были измерены амплитуды выходных напряжений. Из-за отсутствия стабилизации выходов верхний порог выходных напряжений будет сильно отличаться от напряжения в рабочем режиме, поэтому необходимо все выходные элементы брать с большим запасом по напряжению.



Рис. 5. Собранный преобразователь без выходных фильтров

Ток холостого хода преобразователя оказался равен 187 мА. Формы выходных напряжений представлены на рисунке 6.

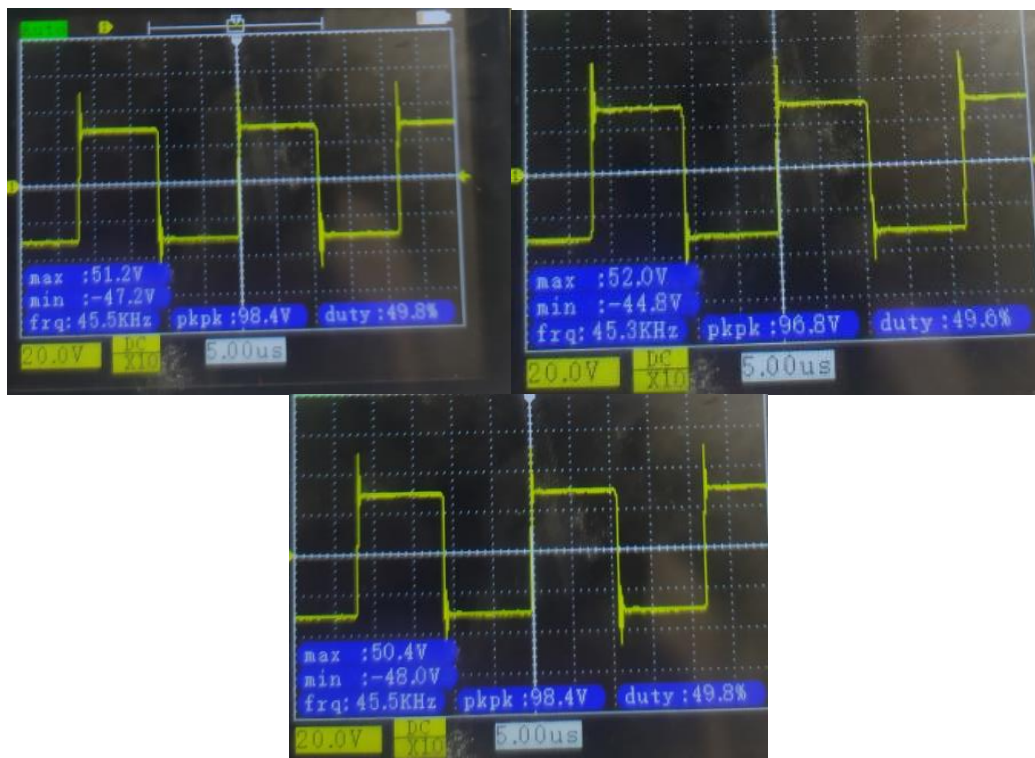


Рис. 6. Формы трех выходных напряжений

Выходные напряжения не сильно отличаются друг от друга по амплитуде, что говорит о правильности намотки трансформатора.

Следующим этапом будет подключение зарядных модулей xl4005e1 к выходным напряжениям и попытка зарядки трех последовательно соединённых аккумуляторов.

Список использованной литературы

1. Шустов М.А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы. М.: Альтекс-А, 2002. 189 с.
2. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. М.: Додэка-XXI, 2001. 384 с.
3. Раймонд Мэк. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению. М.: Додэка-XXI 2008. 272 с.

Kycheryavyy A., Peredistov E.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a pulse converter for a multi-cell lithium battery charger.

The article describes the creation of a pulse converter for a lithium battery charging device with several cells connected in series. The construction of this converter allows to create a charger that will be devoid of the disadvantages of typical chargers with a passive balancer. The article briefly describes the process of developing and assembling the converter.

Key words: *lithium batteries, charging systems, pulse converters.*

УДК 621.314.1
ГРНТИ 45.37.31

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ КЛАССА DE

П. С. Мельников

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

Использование импульсных преобразователей постоянного напряжения в постоянное становится все более повсеместным и чаще встречающимся в быту. Однако, в промышленных целях, как правило, требуется использование высокомошных универсальных преобразователей, обеспечивающих наибольшую эффективность. Решением данной проблемы становится импульсный резонансный DC-DC преобразователь класса DE.

DC-DC преобразователи, класс DE, высокомошные преобразователи, резонансные импульсные преобразователи

DC-DC преобразователи играют огромную роль в современных устройствах бытового и технического назначения. Они используются в энергетике, устройствах вычислительной техники, мощных радиопередающих устройствах, схемах управления и автоматики. Данный тип преобразователей разделяют на линейные и импульсные [1].

Линейный преобразователь имеет невысокий КПД, применяется в устройствах малых мощностей, где первостепенным является линейность получаемых характеристик. Для малых мощностей линейный преобразователь хорошо подходит: он структурно прост и не производит помех.

Импульсный DC-DC преобразователь характеризуется тем, что работает в ключевом режиме [2]. Потери в данном типе преобразователя можно поделить на статические, возникающие из-за остаточного заряда или напряжения во внутренних конденсаторах транзистора, и динамические – они же коммутативные потери, - обусловленные тем, что ток в транзисторе начинает течь до того, как напряжение на нем упадет до нуля.

Развитие импульсных преобразователей постоянного напряжения привело к созданию DE класса преобразователей, в которых практически отсутствует потери на переключение в следствие изменения состояния ключа в определенный момент, когда либо ток, либо напряжение равны нулю.

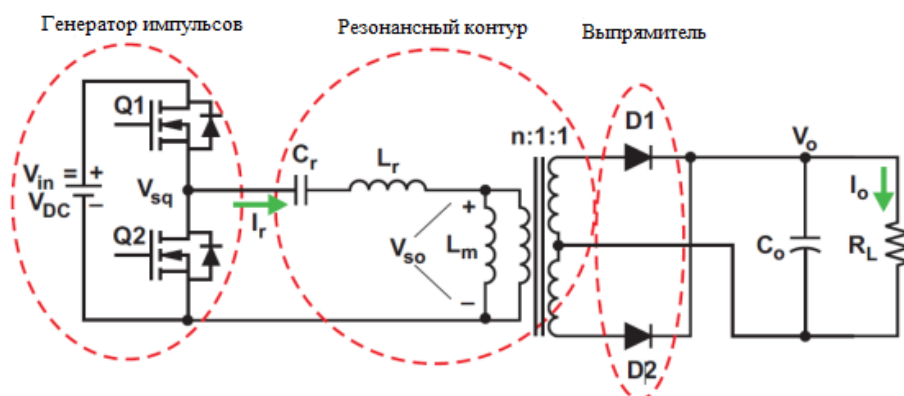


Рис.1. Принципиальная схема преобразователя

Любой импульсный преобразователь постоянного напряжения имеет следующую структуру: генератор импульсов, резонансный контур и выпрямитель. В данном типе преобразователя, изображенном на рисунке 1, резонансный контур состоит из трех элементов: двух индуктивностей и одной ёмкости. Одна из индуктивностей, подключенная параллельно к первичной обмотке трансформатора, не является физическим элементом, например, катушкой индуктивности, – в данном случае для образования резонансного контура в расчет был взят паразитный параметр трансформатора под названием индуктивность намагничивания. Используя в расчетах этот параметр трансформатора, можно создать резонансный контур с достаточно большой эффективностью в широком диапазоне частот.

Для синтеза и моделирования цепей можно использовать метод аппроксимации по первой гармонике, который широко используется для проектирования резонансных преобразователей [3]. В процессе аппроксимации происходит упрощение принципиальной схемы, как показано на рисунке 2.

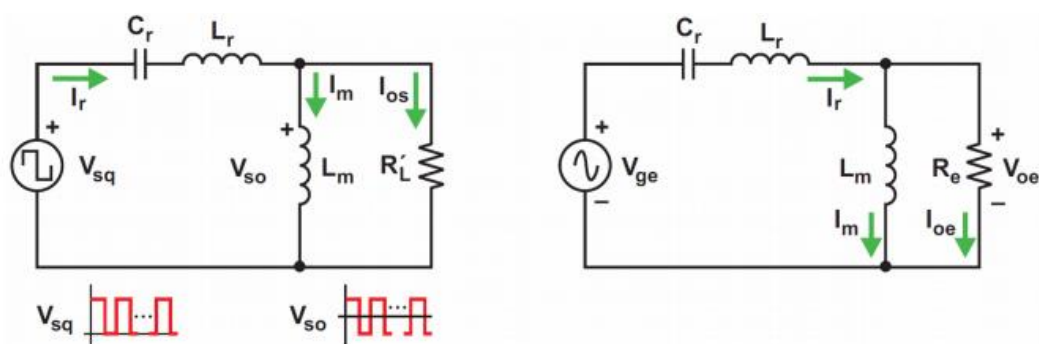


Рис.2. Модель резонансного полумостового LLC преобразователя

Таким образом, цепь, которая является нелинейной и несинусоидальной преобразуется в линейную и синусоидальную, где резонансный контур возбуждается источником синусоидального напряжения и передает энергию в эквивалентную нагрузку. Следует заметить, что и V_{ge} , и V_{oe} синусоидальной формы обладают одной и той же частотой – первой гармоникой квадратноимпульсного напряжения V_{sq} ,

которое генерируется ключами Q_1 и Q_2 . Из схемы справа на рисунке 2 можно получить передаточную характеристику преобразователя, хотя значения электрических переменных, которые изображены на рисунке нужно получить заранее [4].

Путем применения аппроксимации по первой гармонике определяются соотношения параметров в эквивалентной и реальной цепи и уравнение, которое описывает передаточную функцию (или функцию коэффициента передачи напряжения) следующим образом:

$$M_g = \left| \frac{(L_n * f_n^2) / (L_n + f_n^2)}{((L_n + 1) * f_n^2 - 1) + j((f_n^2 - 1) * f_n * Q_e * L_n)} \right|, \quad (1)$$

где L_n – нормализованное значение индуктивности, определяемое как отношение индуктивности намагничивания к индуктивности резонансного контура, Гн;

f_n – нормализованная частота, определяемая как отношение частоты переключения транзисторов (частоты коммутации) к резонансной частоте контура, Гц;

Q_e – добротность контура.

С помощью формулы 1 можно записать выражение отношения выходного напряжения V_o ко входному V_{in} в таком виде:

$$V_o = M_g(f_n, L_n, Q_e) * \frac{1}{n} * \frac{V_{in}}{2} \quad (2)$$

где n – соотношение витков обмоток трансформатора.

По полученным выражениям (формулы 1, 2) при дальнейшем анализе сделать вывод, что контролировать выходное напряжение возможно только через изменение частоты переключения транзисторов, так как другие параметры в процессе работы преобразователя невозможно изменять непосредственно. Однако, нормализованное значение индуктивности и добротности также вносят изменения во внешний вид характеристики коэффициента передачи, их влияние надо учитывать при моделировании и конструировании реального преобразователя.

По полученным характеристикам коэффициента преобразования по напряжению и их анализе можно определить рабочую область преобразователя на данной характеристике.

На рисунке 3 зеленой заливкой обозначена рабочая область коэффициента передачи M_g .

Требования к конструкции и характеристикам преобразователя обеспечивают тремя видами регулирования:

– Регулирование питания – исследование характеристики коэффициента преобразования при различных напряжения питания приводят нас к нахождению двух граничных случаев, кривые которых и

ограничивают рабочую область характеристики преобразователя на рисунке 3;

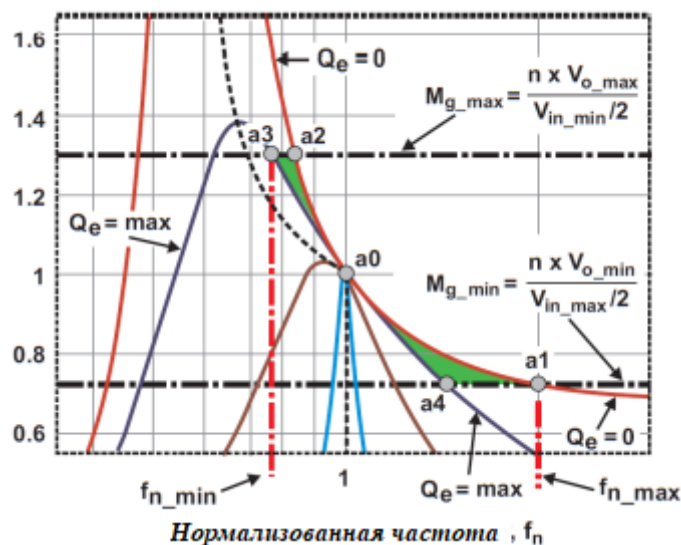


Рис. 3. Рабочая область на характеристике коэффициента передачи по напряжению

– Регулирование нагрузки – исследование модели при перегрузке и в состоянии короткого замыкания для определения граничных значений сопротивления нагрузки для преобразователя;

– Регулирование коммутаций при нулевом напряжении (Zero Voltage Switching – ZVS) – одно из главных достоинств преобразователя. Для достижения ZVS биполярный транзистор включается только после того, как соответствующее напряжение V_{ds} (сток-исток) было уменьшено до нуля внешним воздействием. Это осуществляют с помощью принудительного изменения тока через диод корпуса транзистора, когда с драйвера приложен сигнал отключения.

С использованием полученного набора подтвержденных данных можно составить алгоритм моделирования преобразователя и самостоятельно смоделировать его для экспериментального подтверждения данных. Соответствующая схема представлена на рисунке 4.

Значение КПД составляет более 92% и, хотя преобразователь очень чувствителен к значению подключенной нагрузки, при изменении входного напряжения без изменения значения сопротивления нагрузки можно увидеть достаточно стабильную работу, удовлетворяющую заданным техническим требованиям.

Таким образом, данный тип преобразователя – LLC-преобразователь класса DE является удачным применением для высокоомощных сетей и может быть использован, например, для заряда батарей электромобилей.

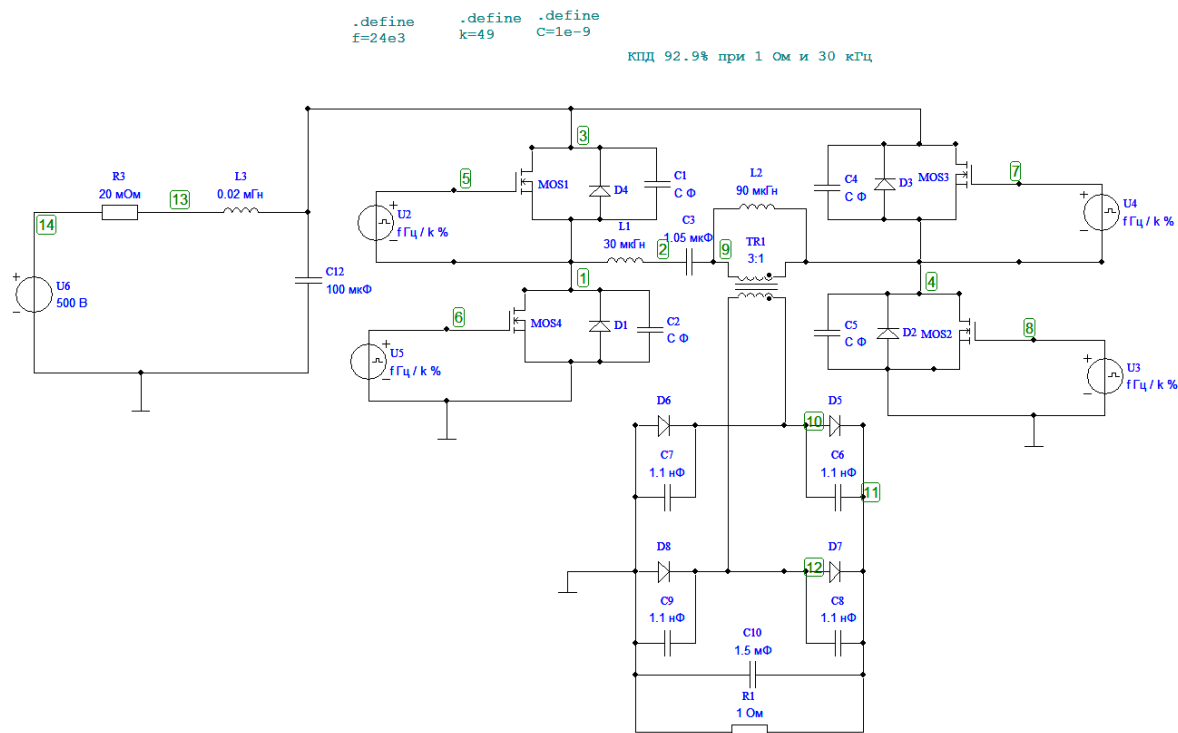


Рис. 4. Схема преобразователя, созданная в FASTMEAN

Список используемых источников:

1. Книга знаний. DC-DC преобразователи. – Третье издание. – RECOM Engineering GmbH & Co KG, Austria. Стив Робертс. 2016 – 287 с.
2. Транзисторные генераторы гармонических колебаний в ключевом режиме / Под ред. И.А. Попова. – М.: Радио и связь, 1985. – 192 с.
3. S. De Simone, et al., “Design-oriented steadystate analysis of LLC resonant converters based on first-harmonic approximation,” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM) 2006, pp. S41-16 to S41-23.
4. Thomas Duerbaum, First harmonic approximation including design constraints, Twentieth International Telecommunications Energy Conference (INTELEC) 1998, pp. 321–328.

Melnikov P.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Simulation of a resonant DC-DC converter of class DE.

During the research, an analysis of DE-class DC-DC converter’s electrical schematic was conducted. Results include a number of problems met and an algorithm that should be abided by while constructing a converter. With the use of an electric circuit design software a model of a given converter was created. By conducting a set of experiments an optimal operating mode was achieved that is essential to reach the required level of efficiency.

Key words: *DC-DC converters, pulse converters, resonance converters, high-power converters.*

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

2.1. Медиа-технологии и телерадиовещание

УДК 654.197.6
ГРНТИ 49.33.29

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

В. Д. Грачев, А. А. Кращенко, Д. Д. Королев

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

В 2015 году в нашей стране осуществлен переход на эксплуатацию стандарта цифрового вещания DVB-T2, а с 2019 года началось поэтапное отключение аналоговых передатчиков. С этого момента цифровое вещание осталось практически единственным, кроме отдельных программ (не входящих в состав первого и второго мультиплекса) вещающих в аналоговом формате в отдельных регионах нашей страны. За это время сотрудниками Российской телевизионной и радиовещательной сети накопился большой опыт по эксплуатации оборудования.

опыт, обучение, взаимодействие предприятий, цифровое телевизионное и радиовещание

В Российской Федерации ответственным предприятием за теле- и радиовещание является «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (РТРС). РТРС реализует наземное вещание общероссийских обязательных общедоступных теле- и радиоканалов, а также является узлом распространения программ для других операторов связи. Через сеть цифрового телевидения реализованы: система врезки региональных блоков новостей и программ, система вставки местной рекламы, система создания локальной версии мультиплексов для кабельных операторов, система экстренного оповещения населения.

С 2015 года у сотрудников РТРС накопился большой опыт по эксплуатации оборудования и ликвидации аварийных ситуаций. И на данный момент работники могут провести широкий спектр работ и решить многие проблемы. Но как всем известно – нет предела совершенству, так как периодически работники сталкиваются с новыми вызовами и проблемами, которые требуют оперативного реагирования и решения.

Авторы статьи не понаслышке знают о работе РТРС, так как являются инженерами предприятия Нижегородского филиала, филиала Республики Карелия и филиала Республики Крым.

Сеть цифрового вещания в отдельном регионе состоит из нескольких десятков объектов связи и более [1]. Каждый объект является обслуживаемым, но не на всех присутствует дежурный персонал. И для обслуживания и решения аварийных ситуаций данных объектов создана аварийно-профилактическая группа (АПГ) на базе объекта с постоянным нахождением персонала. Работники АПГ находятся на круглосуточном дежурстве и в случае аварии выезжают на объект.

За время существования АПГ определился спектр определенных проблем на оборудовании, которые решаются перезагрузкой. Возможность удаленной перезагрузки оборудования существенно облегчает работу: не требуется тратить 3-4 часа на выезд до объекта и обратно, экономия топлива, водитель и два сотрудника АПГ могут быть задействованы на другой аварии. Существенно сокращается время простоя вещания, что в лучшей степени сказывается на коэффициенте исправного действия (КИД).

Удаленную перезагрузку по электропитанию можно реализовать при помощи блока системы дистанционного контроля (СДК). Данный блок имеет в себе 4 выхода оптореле коммутации маломощных линий и 1 выход электромагнитного реле коммутации линий с током до 5А. Перезагрузку оборудования при помощи оптореле выполняется при использовании контактора. Сотруднику АПГ или отдела оперативного управления сетью (ОУС) достаточно открыть web-интерфейс СДК объекта и в несколько шагов произвести переключение реле или оптореле, что приведет к перезагрузке оборудования.

Так же в отдельных филиалах РТРС используется система удаленной перезагрузки оборудования на базе модуля сетевого реле с Ethernet интерфейсом Laurent-12. В составе данного модуля имеются реле в количестве 12 штук с максимальным током коммутации 8А. Данный модуль подключается напрямую к корпоративной сети передачи данных (КСПД). Схема подключения четырех устройств представлена на рис. 1.

При помощи данного модуля можно произвести перезагрузку до 12 устройств: спутниковые приемники, реплейсеры, сплайсеры, коммутаторы, устройства синхронизации, декодеры, возбудители. Для перезагрузки передатчиков или усилителей мощности следует использовать контакторы.

Одна из главных проблем для организации бесперебойного вещания является помеховая обстановка при использовании спутниковых каналов доставки сигналов. По этой причине разрабатываются и внедряются другие способы доставки, в частности оптические каналы связи. В филиале Нижегородской области реализуется система доставки сигналов по оптическим каналам до объектов с повышенной помеховой обстановкой.

Доставка сигналов по спутниковым и по оптическим каналам связи имеет ряд отличий. В случае доставки через искусственные спутники земли (ИСЗ) сигналы проходят одно и то же расстояние до каждого объекта связи. При использовании оптических каналов сигналы до каждого объектов проходят разное расстояние, в следствии чего на каждом объекте требуется производить корректировку задержки для синхронизации ОЧС.

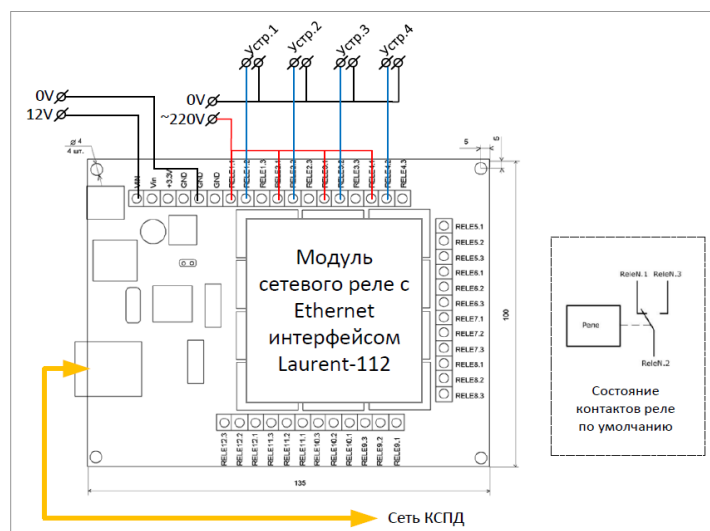


Рис. 1. Схема подключения модуля Laurent-112

Использование оптического канала обходится дешевле, чем спутниковый канал. Вследствие чего можно использовать более широкий канал для передачи полного сигнала 1 и 2 мультиплекса локальной версии. При такой схеме в Нижегородской области формирование локальной версии происходит в центре формирования мультиплекса (ЦФМ) цеха Н.Новгород [2], а не на каждом объекте. Схема формирования представлена на рис. 2.

В Нижегородском филиале помеховая обстановка присутствует на объектах двух ОЧС: Нижегородская (28 и 53 ТВК) и Арзамасская (40 и 57 ТВК). Для каждой ОЧС формируется своя локальная версия. На рис. 2 красными линиями показаны сигналы локальной версии для Нижегородской ОЧС, синими – для Арзамасской ОЧС. Приемниками RD1002 и PBI 5200P происходит преобразование сигнала из DVB-ASI T2-MI в MPEG-TS T2-MI. Далее сигналы передаются оператору связи ПАО «Мегафон» для доставки до объектов по оптическим каналам связи. В филиале Нижегородского региона нет собственных оптических линий связи, поэтому используются мощности сторонних организаций.

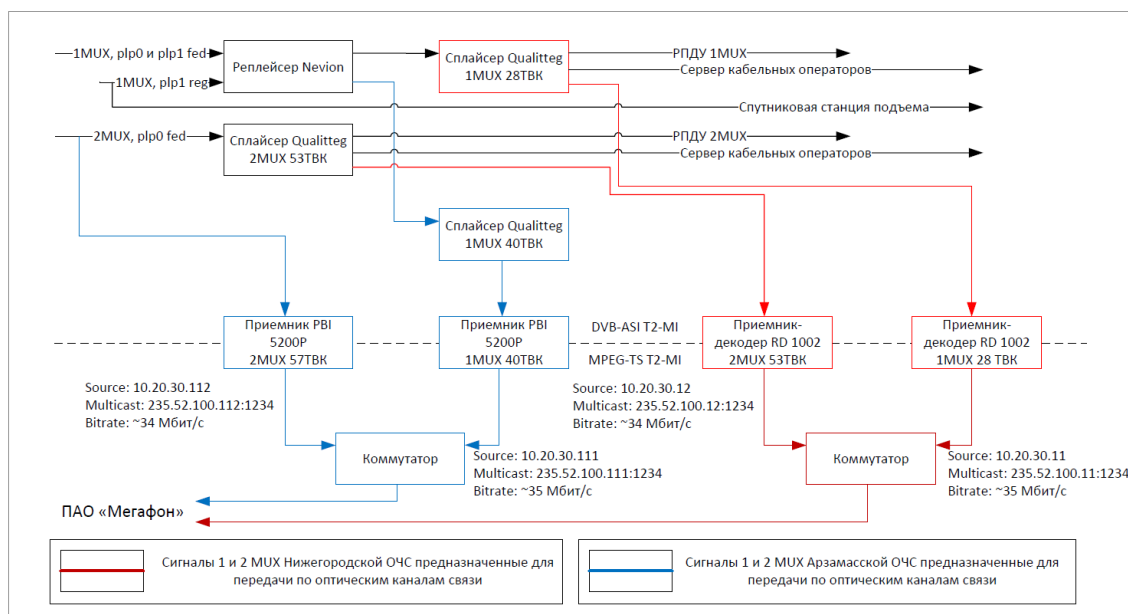


Рис. 2. Упрощенная схема формирования локальных версий 1 и 2 мультиплекса для доставки по оптическим каналам связи

На объект связи Нижегородской ОЧС населенного пункта Алеево сформированные сигналы доставляются по оптическому каналу связи. Схема прохождения сигнала представлена на рис. 3. Сигналы 1 и 2 мультиплекса поступают от ПАО «Мегафон» на спутниковые приёмники Harmonic 8105. Данные приёмники имеют лицензию на преобразование из MPEG-TS T2-MI в DVB-ASI T2-MI.

Дежурный отдела ОУС удаленно настраивает с какого входа приемника Harmonic 8105 преобразовывать в рабочий сигнал (выбор между спутниковым и оптическим каналом). В данном случае рабочим сигналом является доставленный по оптическим каналам. Далее сигналы поступают на вход TS2 передатчиков. В этом случае основной вход на передатчиках – TS2.

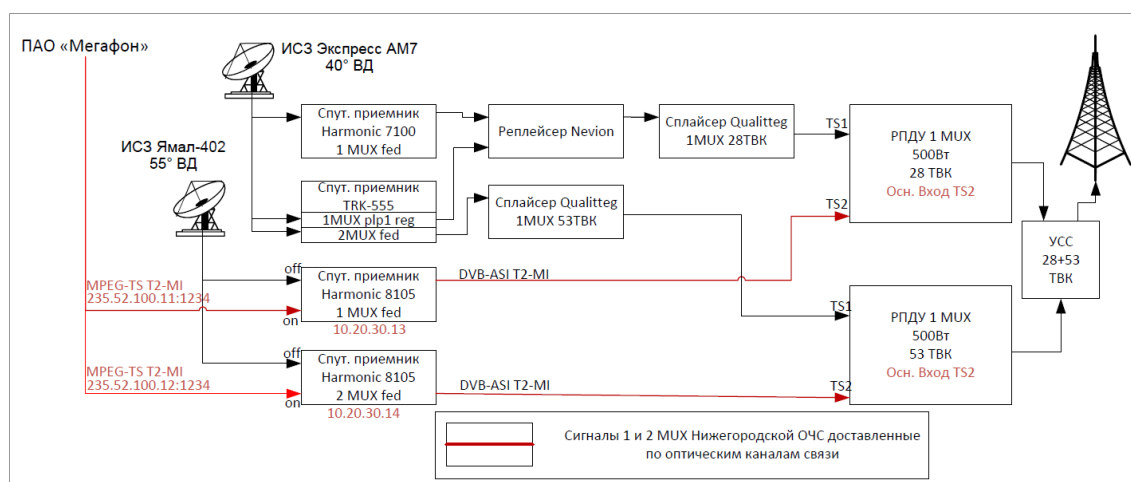


Рис. 3. Упрощенная схема доставки и прохождения локальных версий 1 и 2 мультиплекса в н.п. Алеево

Для Нижегородской ОЧС на объектах с повышенной помеховой обстановкой (н.п. Алеево, н.п. Городец, н.п. Павлово) основным рабочим сигналом является доставленный по оптическим каналам связи. При вводе в эксплуатацию данной схемы были проведены измерения на соблюдение требования по защитному интервалу и внесены соответствующие корректировки по задержкам [3].

На объектах Арзамасской ОЧС с повышенной помеховой обстановкой (н.п. Арзамас, н.п. Саров) используется аналогичная схема прохождения сигналов. Схема представлена на рис. 4.

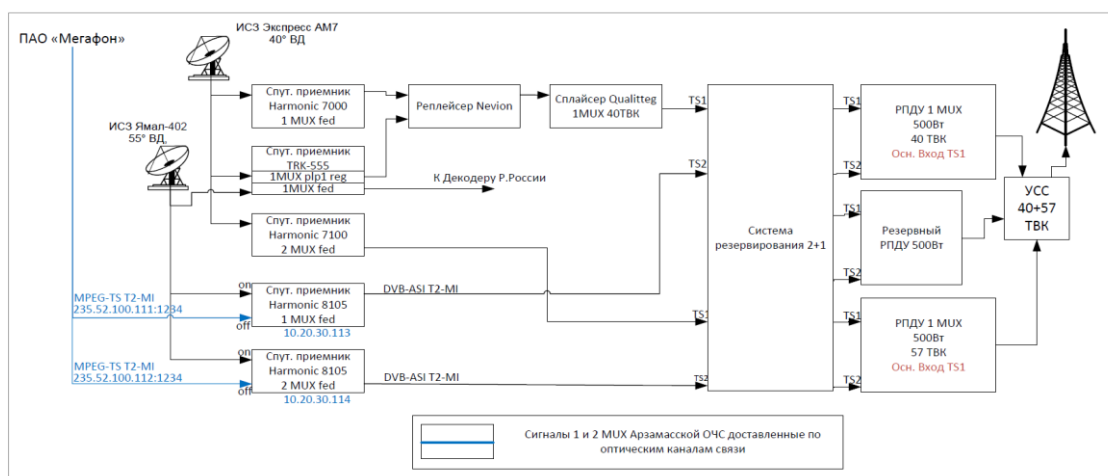


Рис. 4. Упрощенная схема доставки и прохождения локальных версий 1 и 2 мультиплекса в н.п. Саров

Но данная схема в Арзамасской ОЧС введена недавно, при этом не были проведены соответствующие измерения для корректировки параметров. По этой причине сигналы доставленные по оптическим каналам связи на данный момент являются вторым резервом.

В заключении необходимо отметить, что РТРС имеет большую сеть по всей стране более чем из 5 тысяч объектов. Поэтому перед работниками РТРС будут возникать новые вызовы, которые потребуют новые решения.

Список используемых источников:

1. ГОСТ Р 54715 – 2011 «Телевидение вещательное цифровое. Планирование наземных сетей цифрового телевизионного вещания»;
2. Карякин В.Л. Цифровое телевидение [Текст]: учебное пособие для вузов, 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Л. Карякин. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2013 – 448 с.;
3. ГОСТ Р 56452 - 2015 «Телевидение вещательное цифровое. Одночастотные сети системы цифрового телевизионного вещания второго поколения (DVB-T2). Основные параметры».

Grachev V., Kraschenko A., Korolev D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Experience In Organizing Uninterrupted Digital Terrestrial Television Broadcasting. In 2015, a full transition to the operation of the DVB-T2 digital broadcasting standard was carried out in our country, and since 2019, a phased shutdown of analog transmitters has

begun. Since that moment, digital broadcasting has remained almost the only one, except for individual programs (not included in the first and second multiplexes) broadcasting in analog format in certain regions of our country. For a long time, employees of the Russian Television and Radio Broadcasting Network have accumulated extensive experience in operating equipment.

Key words: *experience, training, interaction of enterprises, digital television and radio broadcasting.*

УДК 621.395.623.7
ГРНТИ 29.37.21

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НЕНАПРАВЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА

О. Ю. Ишутина

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

Рассмотрены основные требования, предъявляемые к ненаправленным источникам звука. Выявлена наилучшая форма прототипа и тип преобразователей для дальнейших исследований. Рассмотрено влияние количества излучателей в системе на диаграмму ее направленности. Проведено исследование зарубежного и отечественного рынка на предмет готовых решений ненаправленных источников.

ненаправленный источник звука, громкоговоритель додэкаэдр, акустические измерения

Проблема получения приближенных к реальности акустических характеристик помещений разного назначения стояла перед архитекторами, звукорежиссерами и инженерами-акустиками с давних времен. Исследователи понимали, что каждый из параметров оказывает определенное влияние на восприятие человеком получаемой звуковой информации. К примеру, правильно спроектированный конференц-зал, обеспечивающий хорошую разборчивость речи докладчика, позволяет доносить значительную часть информационной составляющей его повествования, что напрямую влияет на успешность мероприятия. А выработанные столетиями концепции проектирования церковных храмов, с куполообразными потолками и продолжительным временем затухания, позволяют прихожанам наслаждаться в них такой узнаваемой и умиротворяющей «струящейся» церковной музыкой.

За последнее столетие методы оценки акустических параметров помещений сильно усовершенствовались. От слухового анализатора и простых часов, используемых в качестве измерительных устройств, сначала наука пришла к микрофонам и самописцам – регистраторам уровня звукового давления, а потом к целому комплексу аналого-цифрового оборудования, позволяющего производить измерения, а также хранение и обработку полученной информации.

В наше время к измерительному оборудованию предъявляются жесткие технические требования. В соответствии с [1,2], при измерении времени реверберации и звукоизоляции помещений, требуется максимально ненаправленный источник звука с минимально допустимыми отклонениями диаграммы направленности, приведенными в документах. Существует два подхода к созданию такого источника:

- создание приближенных к функции Дирака псевдо-импульсных сигналов на основе импульсов электрического происхождения, сжатого воздуха или механического воздействия [3];
- воспроизведение псевдо-импульсов, шумовых помех или скользящего тона с помощью ненаправленного громкоговорителя.

В связи с тем, что первый подход подвержен таким проблемам как низкое отношение сигнал/шум в нижнем диапазоне исследуемых частот, а также высокой девиации значений при повторении измерений, предпочтительнее является использование ненаправленного громкоговорителя.

В данной работе будет представлено обзорное исследование информации, накопленной мировым научным сообществом по ненаправленным источникам звука. В частности, их оптимальной возможной форме, видам, влиянию количества головок громкоговорителя на диаграмму направленности, а также возможных инструментов моделирования. Также будут приведены результаты исследования по наличию коммерческих моделей ненаправленных громкоговорителей на мировом рынке и рынке РФ; наличию доступных моделей российского производства головок громкоговорителей, пригодных для экспериментальной модели.

По виду ненаправленные громкоговорители подразделяются на электроакустические и параметрические громкоговорители. В первом случае в качестве излучателей используются электродинамические преобразователи, благодаря чему ДН (диаграмма направленности) получаемых громкоговорителей имеет равномерную характеристику на нижних и средних частотах [3]. Однако, существуют некоторые проблемы с равномерностью в исследуемом верхнем диапазоне частот. Также их преимуществом является простота сборки (рис.1,а). Во втором варианте в качестве излучателей служат пьезоэлектрические ультразвуковые преобразователи [4]. Преимущества таких громкоговорителей в равномерной ДН на высоких частотах, однако они проигрывают в воспроизведении нижних частот, в силу малого размера преобразователей. Также, из-за большого количества излучателей, они имеют сложную конструкцию, в связи с чем сложны в производстве (рис.1,б).

По форме ненаправленные громкоговорители обычно представлены в виде сферы или доэкаэдра. Однако, бывают и нестандартные, вполне рабочие решения конусных, кубических и сложных форм (рис. 2). Что касается предпочтительной конструкции, в источнике [6] приведены результаты исследований по характеристикам направленности

громкоговорителей разной формы, в ходе которых выявлено, что наилучшей формой для ненаправленного громкоговорителя является доэкаэдр.

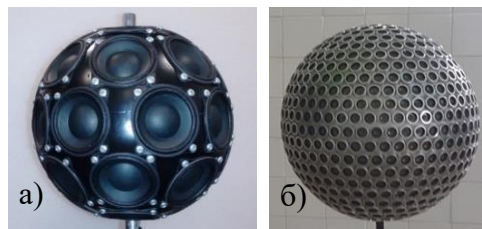


Рис.1. а) Электроакустический громкоговоритель [5]; б) параметрический громкоговоритель [4]

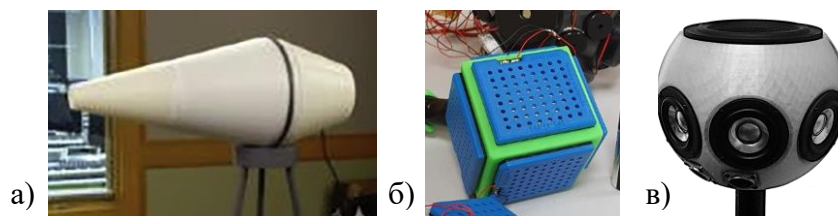


Рис.2. а) конусовидный громкоговоритель [7]; б) кубический миниатюрный громкоговоритель [8]; в) полусферический громкоговоритель [9]

Одной из важнейших характеристик ненаправленного источника является его ДН. В случае с использованием электродинамических головок в качестве излучателей, ДН имеет хорошую равномерность на нижнем и среднем диапазоне частот, но может быть ухудшена в области верхних частот, ввиду явления дифракции. Одним из возможных путей решения этой проблемы является увеличения числа преобразователей в акустической системе. В источнике [10] приведено исследование зависимости равномерности ДН от числа громкоговорителей. Было выполнено моделирование для $n=6$, $n=12$ и $n=28$ головок системы, в ходе которого выявлено, что с увеличением числа преобразователей, ДН в области верхних частот сглаживается. Однако, ухудшается другой важный параметр: из-за повышения добротности системы, частота среза сдвигается в область более высоких частот, что отрицательно сказывается на рабочем диапазоне громкоговорителя. Это стоит учитывать при проектировании, находя компромисс между равномерностью ДН и широким частотным диапазоном системы.

В наше время для большинства сфер научной деятельности, изучающих физические процессы, существуют готовые программные решения для их моделирования. Акустика не стала исключением. Далее приведем ПО, специализированное под задачи моделирования громкоговорителей и их характеристик: ПО COMSOL [12], EASE [13], WinISD [14]. Также существует возможность моделирования с помощью

пакетов прикладных программ, таких как MATLAB [15] или Octave Forge [16].

В ходе исследования был также проведен обзор коммерческих моделей, представленных на мировом рынке и рынке РФ. Выявлено, что в англоязычной среде наиболее популярными являются ненаправленные громкоговорители таких производителей как Qsources [17] с их моделью Qohm (рис.3,а), Larson Davis [18] с их моделью BAS001 (рис.3,б), Brüel & Kjær [19] с их моделью TYPE 4292-L (рис.3,в) и Outline [20] с их моделью GSR (рис.3,г). К сожалению, удалось найти лишь один громкоговоритель российского производства: фирма Октава-ЭлектронДизайн [21], где представлена модель OED-SP360 (рис.3,д). В связи с чем выявлено, что вопрос интегрирования знаний о ненаправленных источниках в российское инженерное сообщество стоит еще более остро.

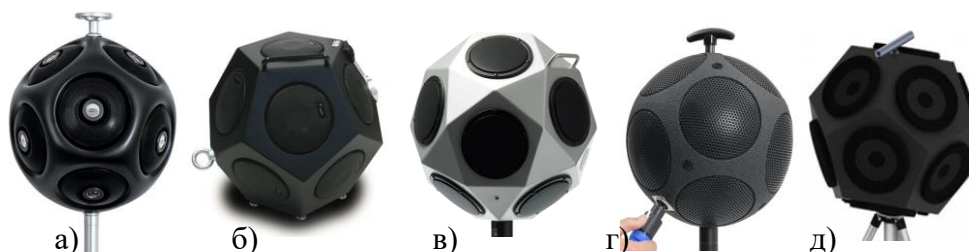


Рис.3. а) Qsources; б) Larson Davis; в) Brüel & Kjær; г) Outline; д) Октава-ЭлектронДизайн

Наиболее широкий ассортимент электроакустических преобразователей представлен на российском рынке такими компаниями как Урал [22], РусАудио [23] и RUICHI (Китай) [24]. При проектировании, необходимо подобрать наилучший вариант излучателя для использования в экспериментальной модели. Основные характеристики, на которые необходимо будет обратить внимание, - частотный диапазон головки, добротность, размер, а также излучаемая мощность и номинальное сопротивление.

В дальнейшей работе планируется провести эксперимент с прототипом ненаправленного громкоговорителя, разработанного на кафедре ТВиМ [11], который не в полной мере удовлетворяет требованиям [1,2]. Целью эксперимента ставится исследование влияния демпфирования внутреннего объема на уменьшение неравномерности АЧХ. На основе полученных результатов будет сформировано техническое задание на изготовление нового прототипа.

Список используемых источников:

1. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013. Акустика. Измерение акустических параметров помещений. 1. Зрительные залы. М. : Стандартинформ, 2014. 28 с.
2. ГОСТ Р 54579-2011. Акустика. Применение новых методов измерений в акустике зданий и помещений. М. : Стандартинформ, 2012. 24 с.
- 3 San Martin R, Arana M, Machin J, Arregui A. Impulse source versus dodecahedral loudspeaker for measuring parameters derived from the impulse response in room // The Journal of the Acoustical Society of America 2013. Vol. 134. N. 1. С. 275–284

4. Arnela M et al. Construction of an Omnidirectional Parametric Loudspeaker Consisting in a Spherical Distribution of Ultrasound Transducers: [Электронный ресурс] // Sensors 2018, 18, 4317; doi:10.3390/s18124317. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/12/4317> (Дата обращения 11.11.2022)
5. AES Farina A., Chiesi L. A novel 32-speakers spherical source // Journal of The Audio Engineering Society 2016.
6. Quedsted C., Moorhouse A., Piper B., Hu .B. An analytical model for a dodecahedron loudspeaker applied to the design of omni-directional loudspeaker arrays // Applied Acoustics V. 85, P. 161-171.
7. Ibarra D., Ledesma R., Lopez E. Design and construction of an omnidirectional sound source with inverse filtering approach for optimization // HardwareX 2018 V. 4. e00033
8. Chojnacki B., Kamisiński T., Flach A. Miniature omnidirectional sound sources for measurements applications // Audio Engineering Society V. 148.
9. Drack V., Zotter F., Barrett N. A personal, 3D printable compact spherical loudspeaker array // Audio Engineering Society V. 148
10. 20 AES Chojnacki B., Kamisinski T., Flach A. Omnidirectional sound sources based on multiple transducers design method // Audio Engineering Society V. 149
11. Свинына О. А., Прасолов А. А. Разработка громкоговорителя-додекаэдра для проведения акустических измерений (АПИНО 2021). – 2021. – С. 276–281
12. Multiphysics software from COMSOL [Электронный ресурс] – URL: <https://www.comsol.com> (дата обращения 11.11.2022)
13. EASE 4 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.afmg.eu/en/ease-enhanced-acoustic-simulator-engineers> (дата обращения 11.11.2022)
14. Linestream Home of WinISD [Электронный ресурс] – URL: <http://www.linearteam.org> (дата обращения 11.11.2022)
15. MATLAB [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mathworks.com> (дата обращения 11.11.2022)
16. Octave Forge [Электронный ресурс] – URL: <https://octave.sourceforge.io> (дата обращения 11.11.2022)
17. Qohm Omni-directional sound source [Электронный ресурс] – URL: <https://www.qsources.be/infra-qsources/qohm/> (дата обращения 11.11.2022)
18. Larson Davis [Электронный ресурс] – URL: <http://www.larsondavis.com> (дата обращения 11.11.2022)
19. Brüel & Kjær [Электронный ресурс] – URL: <https://www.bksv.com/en> (дата обращения 11.11.2022)
20. Outline Professional audio [Электронный ресурс] – URL: <https://outline.it> (дата обращения 11.11.2022)
21. Октава-ЭлектронДизайн [Электронный ресурс] – URL: https://www.octava.info/sound_sources (дата обращения 11.11.2022)
22. URAL SOUND [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ural-auto.ru/shop/> (дата обращения 11.11.2022)
23. РусАудио [Электронный ресурс] – URL: https://rusaudio.pro/product_type/головки-громкоговорителей/ (дата обращения 11.11.2022)
24. RUICHI Динамики [Электронный ресурс] – URL: <https://ruichi.ru/akusticheskie-komponenty/dinamiki/> (дата обращения 11.11.2022)

Ishutina O.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A review in the field of omnidirectional sound sources.

This paper provides a quick review of designs and technical parameters of existing omnidirectional sound sources. Conclusions on the best enclosure shape and transducer type for designing a prototype speaker are drawn. The effect of the number of transducers on the directivity pattern is studied. Commercial models of omnidirectional sound sources are discussed.

Key words: *omnidirectional sound source, the dodecahedron loudspeaker, acoustic measurements.*

УДК 004.032.26

ГРНТИ 28.23.37

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОМПРЕССИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ STABLE DIFFUSION

А. П. Лосев, Д. А. Поленова, Е. И. Туманова

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

Искусственные нейронные сети за последние несколько лет стали одним из самых обсуждаемых, применяемых и часто исследуемых в науке направлений. Этому способствовал стремительный рост вычислительных ресурсов современных средств цифровой обработки данных. Одним из перспективных направлений применения нейронных сетей является генерация изображений. Так, например, наилучшие результаты при генерации изображений из текста реализует модель Stable Diffusion. Принцип работы такой нейронной сети заключается в кодировании текста, нахождении соответствующей визуальной репрезентации закодированного текста в латентном пространстве сети и последующем декодировании информации из этого пространства в двумерное изображение. Сохранение нейронной сетью визуальной информации в сжатом виде в латентном пространстве может быть использовано для компрессии изображений на основе предобученной сети с детерминированными весами. Исследование сфокусировано на работе с экспериментальным кодеком на основе Stable Diffusion с последующей объективной оценкой полученных результатов на основе алгоритмов PSNR и SSIM.

GAN, свёрточная нейронная сеть, кодирование изображения, объективная оценка качества изображения, text-to-speech

Современные нейронные сети являются на данный момент примером искусственно сформированной семантической связи, позволяющей получать высококачественные изображения на основе входного текста [1]. Данная модель работы нейросети получила название «text-to-speech», из наиболее известных современных моделей стоит выделить Midjourney AI, DALL-E 2, Google Imagen и Stable Diffusion. Общая архитектура каждой из разработок — последовательная работа нескольких отдельных нейронных сетей, чаще всего, вариационного автоэнкодера, сети U-Net и энкодера

текста. Следует подробнее рассмотреть данные шаги на примере Stable Diffusion [2].

Вариационный автоэнкодер служит для кодирования и декодирования изображений из общего датасета в описание, находящееся в скрытом пространстве [3]. Механика энкодирования изображения заключается в понижении исходного размера изображения с повышением точности представления (например, исходное изображение имеет размер 256x256 пикселей и глубину 8x3 бита на входе, при переходе в скрытое пространство приобретает размер 64x64 и глубину 4x32 бита). При данном процессе сохраняются основные признаки объектов на изображении, однако мелкие детали устраняются. Поэтому процесс вариационного энкодирования является процессом с потерями, при котором утрачивается информация о мелких деталях.

Текстовые описания, являющиеся входными аргументами для сети с архитектурой, подобной сети Stable Diffusion, являются запросом к описанию изображения в скрытом пространстве. При таком запросе нейронная сеть первоначально извлекает фрагмент случайного шума, который итеративно обрабатывается при помощи сети U-Net, выявляющей прогнозы на основе фрагмента шума. После определённого количества итераций нейронная сеть представляет результат, наиболее коррелирующий с текстовым запросом, и выделяет наибольшее совпадение в скрытом пространстве изображений. Именно комбинация нескольких нейронных сетей позволяет добиться наибольшего качества итераций [4].

Пример архитектуры нейронной сети Stable Diffusion представлен на рис. 1:

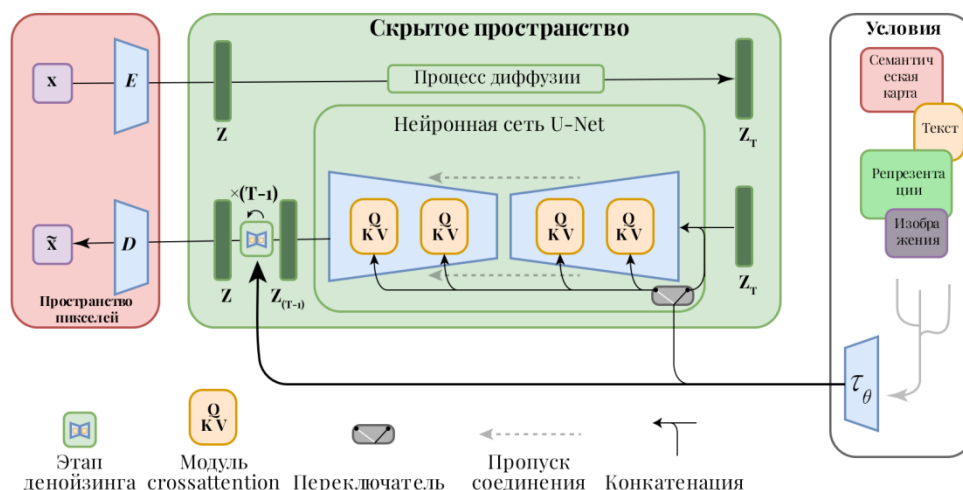


Рис.1. Архитектура нейронной сети Stable Diffusion

Сжатие исходного изображения (a) при помощи модели Stable Diffusion (b) по сравнению со сжатиями в JPG (c) и WebP (d)

продемонстрировано на рисунках 2-4. При этом, все изображения имеют размеры 512 x 512.

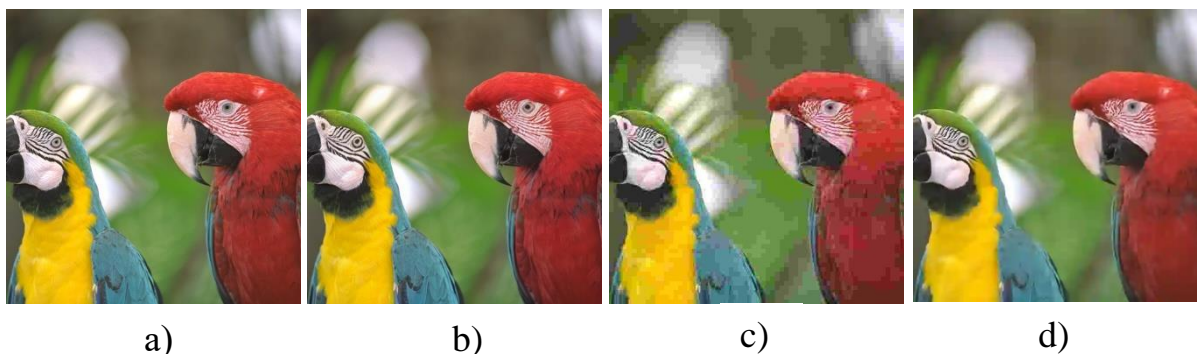


Рис.2. Сжатие изображения с птицами

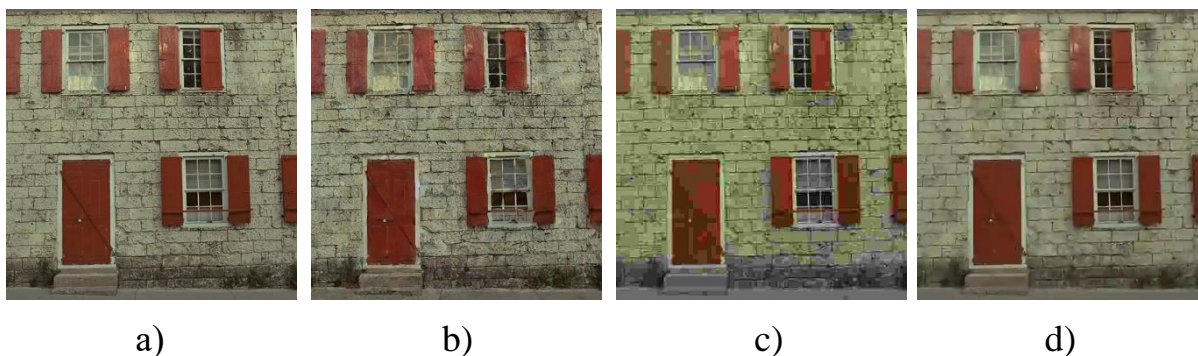


Рис.3. Сжатие детализированного изображения

Анализ сжатых изображений показал, что модель Stable Diffusion качественнее сохраняет аспекты изображения, в том числе более детализированные, по сравнению с другими моделями. Однако, стоит отметить и недостаток модели – искаженная передача лиц.

Для подробного анализа модели Stable Diffusion и объективной оценки необходимо рассмотреть алгоритмы PSNR и SSIM. Алгоритм SSIM определяет качество сжатого изображения на основе исходного [5]. Алгоритм PSNR обозначает соотношение между максимальным возможным значением сигнала и мощностью шума, который искажает значение сигнала. Обычно его определяют через показатель MSE по формуле:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i,j) - K(i,j)|^2 \quad (1)$$

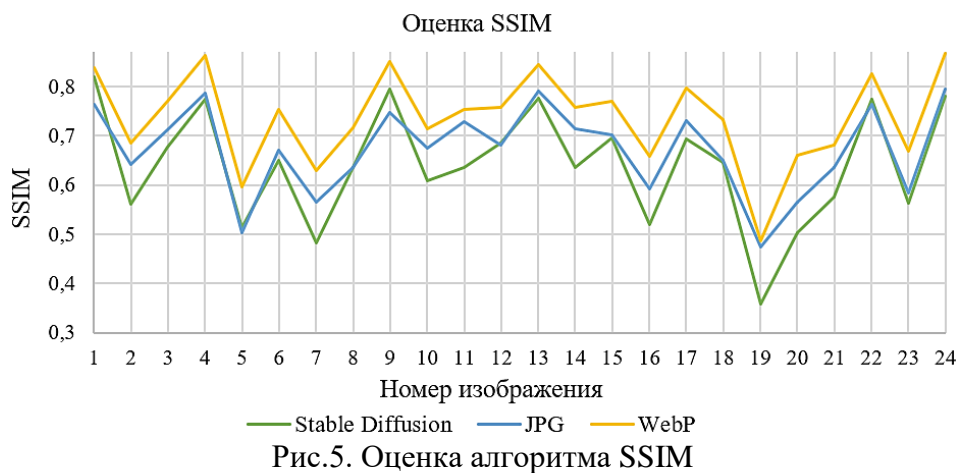
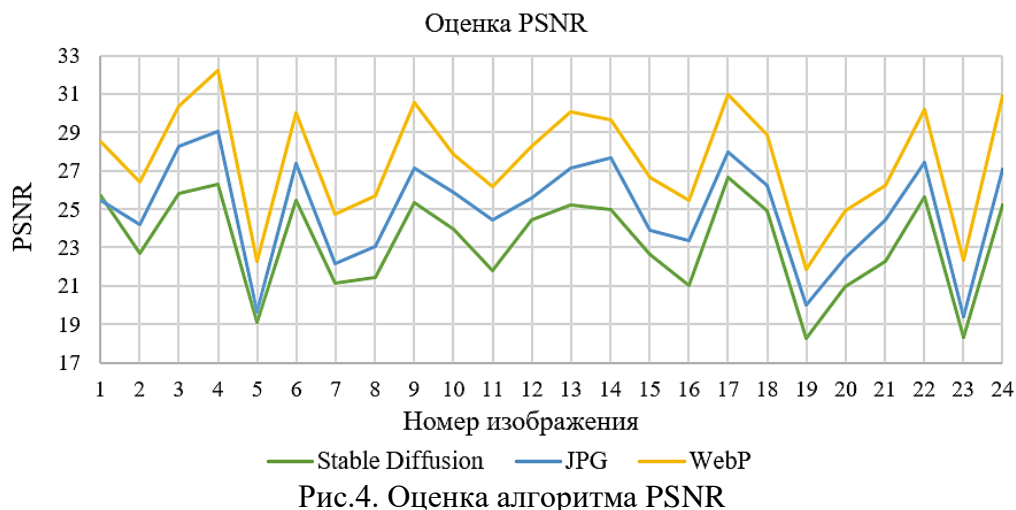
где I , K – два монохромных изображения размера $m \times n$, i – номер строки, j – номер столбца.

При этом, PSNR определяется как:

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{MAX}_I^2}{\text{MSE}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{\text{MAX}_I}{\sqrt{\text{MSE}}} \right) \quad (2)$$

где MAX_I – максимальное значение пикселя изображения.

Графики алгоритмов PSNR и SSIM, а также размеров сжатия изображений, необходимо построить, как минимум, на основе 20 экспериментов для более объективной оценки. В нашем исследовании проводится сжатия 24 изображений (рисунки 4-5).



Полученные при компрессии результаты продемонстрировали наглядный выигрыш метода сжатия с использованием Stable Diffusion перед наиболее распространёнными методами сжатия изображений: JPEG и WebP. Методы объективной оценки качества изображений также выявили, что компрессия с использованием Stable Diffusion обладает большим соотношением сигнал-шум (PSNR-оценка) и большим индексом структурного сходства (SSIM-оценка).

Сжатие изображений с использованием нейронных сетей является новым методом эффективной компрессии, однако, с учётом того, что

программные реализации многослойных нейронных сетей получили широкое распространение лишь в последние годы, данная технология является экспериментальной. Данная методика компрессии обладает определёнными недостатками, такими как сильные искажения надписей и лиц, однако результаты работы экспериментального кодека показывают эффективные результаты в наиболее часто применяемых методах субъективной оценки. На основе получаемых результатов можно сделать вывод, что методы сжатия видеoinформации при помощи свёрточных нейронных сетей имеют перспективы в развитии и внедрении в реальные программные системы.

Список используемых источников:

1. Robin Rombach, Andreas Blattmann, Dominik Lorenz, Patrick Esser, Björn Ommer High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models / Электронный ресурс arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2112.10752> (дата обращения 02.11.2022).

2. Andreas Stöcki Evaluating a Synthetic Image Dataset Generated with Stable Diffusion / Электронный ресурс arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.01777> (дата обращения 26.10.2022).

3. Zijie Lou, Gang Cao, Man Lin Black-Box Attack against GAN-Generated Image Detector with Contrastive Perturbation / Электронный ресурс arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.03509> (дата обращения 29.10.2022).

4. Måns Larsson, Muhammad Usman Akbar, Anders Eklund Does an ensemble of GANs lead to better performance when training segmentation networks with synthetic images? / Электронный ресурс arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.04086> (дата обращения 07.11.2022).

5 Бабкин, П. С. Анализ и сравнение объективных методов оценки качества изображений / П. С. Бабкин, Ю. Н. Павлов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 9. – С. 203-215.

Losev A., Polenova D., Tumanova E.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Estimation of an Image Compression Quality Using the Stable Diffusion Neural Network Model.

Artificial neural networks over the past few years have become one of the most discussed, most used, most frequently researched areas in science, thanks to the computing resources of modern digital data processing tools. Image generation is one of the promising areas of application of neural networks, one of the models that provides the best results when generating images from text is Stable Diffusion. The principle of operation of a neural network generating images based on text is to encode text, find the appropriate visual representation of the encoded text in the latent space of the network and then decode information from the latent space into a two-dimensional image. This feature, in which a neural network stores visual information in a compressed form, in a latent space, can be used for image compression based on a pre-trained network with determined weights. The study focuses on working with an experimental codec based on Stable Diffusion, followed by an objective assessment of the results obtained based on PSNR and SSIM algorithms.

Key words: *convolutional neural network, image encoding, objective assessment of an image quality, text-to-speech.*

УДК 534.843.12
ГРНТИ 29.37.35

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СОЗДАНИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАЛОВ

Д. М. Сучкова

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

На сегодняшний день в мире набирают популярность многофункциональные помещения, в которых возможно проведение концертов, трансляций, тематических встреч, в связи с чем растет и важность акустического комфорта для слушателей. Существуют рекомендации для создания таких залов, однако на практике результат сильно отличается от заявленного. В данной статье рассматриваются проблемы, возникающие при проектировании многофункциональных залов и их возможное решение.

архитектурная акустика, многофункциональные залы, оптимальное время реверберации

Строительство и акустическое оформление залов различного назначения на сегодняшний день является важной составляющей жизни. За практичностью, актуальностью и большим количеством вариантов и способов использования многофункциональных помещений кроется сложность их проектирования.

Существующие параметры оценки качества помещений.

В формировании звука от любого источника в зале можно определить три стадии: атака, насыщение и реверберация. От соотношения длительностей каждой стадии, характера отраженного звука и траектории падающей звуковой волны зависят субъективные ощущения слушателей от воспринимаемой акустической насыщенности зала, жизненность и полнота звучания помещения.

На основе проведения большого объема исследований была установлена связь между ощущениями слушателей и основными параметрами качества звучания помещения.

Основными ощущениями являются:

1. Пространственное впечатление, прозрачность, естественность, звучность и протяженность звучания;
2. Баланс громкостей музыкальных инструментов и вокала;
3. Ощущение фронта и глубины сцены;
4. Восприятие гулкости, камерности и других особенностей звучания помещения [1].

Рассмотрим некоторые из перечисленных выше ощущений.

Индекс пространственного впечатления определяется по формуле:

$$SJ = 10 \lg \frac{\int_{25ms}^{\infty} E(t) dt - \int_{25ms}^{80ms} E(t) dt}{\int_0^{25ms} E(t) dt - \int_{25ms}^{80ms} E(t) dt} \quad (1)$$

где $E(t)$ – плотность звуковой энергии. Рекомендуемые значения для данного индекса от 2 до 5 дБ.

Прозрачность звучания музыки определяется индексом прозрачности, который рассчитывается следующим образом:

$$C_{80} = \frac{10 \lg \left(\int_0^{80ms} E(t) dt \right)}{\int_0^{80ms} E(t) dt} \quad (2)$$

Звучность, т.е. полнота тона, находится как отношение энергии ревербирующих звуков после 80 мс к энергии ранних отражений до 80 мс и прямого звука.

Эти и другие объективные параметры акустического качества помещений были получены с помощью статистической, волновой и геометрической теорий, каждая из которых имеет особое значение в расчете структуры звуковых полей [2].

Актуальные проблемы, возникающие при акустическом проектировании многофункциональных залов, и способы их решения.

На этапе создания проекта объем зала, пропорции, внутренние поверхности, дополнительные конструкции, а также значения параметров (время реверберации, коэффициенты звукопоглощения и др.) должны быть выбраны и рассчитаны в соответствии с определенными требованиями [3], которые были выявлены на основании исследований в области изучения распространения звука. При создании многофункционального помещения требования могут не иметь конкретного значения, использование диапазона оптимальных значений позволяет отразить в проекте возможность редактировать и изменять эксплуатацию зала.

Однако это одна из причин сложности создания многофункциональных помещений с хорошим акустическим оформлением. Учитывая опыт строительства и дальнейшей эксплуатации помещений, выделяют также такие причины:

– отсутствие в действующих нормативных документах [4,5] четких указаний на принципы акустического проектирования многофункциональных залов современного типа, т. е. с широкой

программой использования, от концертов классической музыки до спортивных состязаний, в том числе с трансформацией их функциональных объемов;

– недостаточно продуманное использование в настоящее время специалистами-акустиками рекомендаций по акустическому проектированию многоцелевых залов, разработанных в XX в., в приложении к программам эксплуатации подобных объектов того времени;

– формальное применение действующего программного обеспечения по акустическому проектированию зальных помещений различного назначения без четкого представления о специфике расчетных операций при математическом моделировании акустики залов и особенно о соотношении между получаемыми массивами графических и табличных данных с реальной акустической обстановкой в проектируемом объекте [6].

Проблемы, вытекающие из данных причин, остаются актуальными на данный момент, однако, существуют и создаются новые возможные решения для их устранения.

Существующий метод акустического проектирования – выбор размеров помещения с установлением требований при возможном дальнейшем их изменении в процессе эксплуатации, расчет акустических параметров и проверка полученных значений с помощью компьютерного моделирования – позволяет достаточно точно узнать акустические свойства проектируемого зала ввиду своей простоты и практичности в исполнении.

Выбор оптимального времени реверберации является важной составляющей при создании акустического комфорта в многофункциональных залах. На рис. 1 приведена зависимость оптимальных значений времени реверберации от объема многофункциональных помещений, которая может быть использована при проектировании.

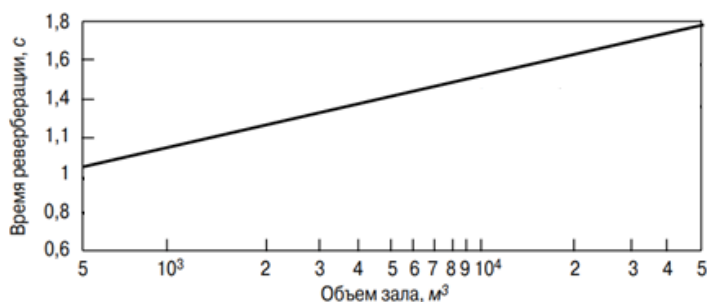


Рис. 1. Рекомендованные объемные оптимумы времени реверберации многофункциональных залов (без использования средств звукоусиления) [1]

Стоит отметить, что не для каждого многофункционального зала определенного объема целесообразно применять конкретное значение

оптимального времени реверберации, применение диапазона значений позволяет раскрыть больше возможностей использования зала. Выбранный диапазон может увеличиться или уменьшиться для готового проекта помещения, в связи с рядом причин. Во-первых, ввиду многофункциональности, помещение предполагает не только прослушивание музыки и вокала, но и возможных встреч с музыкантами, проведение семинаров и др., следовательно, нужно включить в диапазон время реверберации, соответствующее речевому жанру. Во-вторых, для быстрого и медленного темпа воспроизведения композиций, которые во время концерта могут звучать друг за другом, может потребоваться разное время реверберации, например, быстрый темп польки предполагает минимальную реверберацию, чтобы звучание не казалось кашеобразным, чтобы каждый звук прозвучал точно и естественно; в то время как для симфонии требуется реверберационный диапазон 1.6 – 2.2 с, чтобы услышать шлейф каждой ноты.

Таким образом, актуальными проблемами для инженеров-акустиков при проектировании многофункциональных помещений на данный момент являются выбор значения оптимального времени реверберации (в том числе использование диапазона оптимальных значений), создание рекомендаций по его выбору, улучшение компьютерных программ для точного определения ключевых параметров, а также усовершенствование существующих рекомендаций по архитектурному проектированию.

Список используемых источников:

1. Вахитов Ш.Я., Ковалгин Ю.А. Акустика. Учебник для вузов: издательство «Горячая линия – Телеком», 2009
2. Алдошина И. А., Приттс Р. Музыкальная акустика. Учебник для вузов: издательство «Композитор», 2006.
3. Руководство по акустическому проектированию залов многоцелевого назначения средней вместимости. М.: Стройиздат, 1981. 45 с.
4. СП 51.13330.2011 Актуализированная версия СНиП 2303–03 «Защита от шума». Минрегион России. М.: ОАО «ЦПП», 2010.
5. СП 415.1325800.2018. Здания общественные. Правила акустического проектирования. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. 2018.
6. Щиржецкий Х.А., Сухов В.Н., Щиржецкий А.Х., Алёшкин В.М. К проблеме акустического проектирования современных залов многоцелевого назначения // Жилищное строительство. 2019

Suchkova D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Problems arising when creating multifunctional halls.

Today, multifunctional premises are gaining popularity in the world, in which concerts, broadcasts, thematic meetings can be held, and therefore the importance of acoustic comfort for listeners is growing. There are recommendations for creating such halls, but in practice the result is very different from the declared one. This article discusses the problems that arise in the design of multifunctional halls and their possible solution.

Key words: *architectural acoustics, multifunctional halls, optimal reverberation time.*

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UNREAL ENGINE ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СТУДИИ

Д. А. Татаренков

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

Технология смешивания нескольких сцен в одном кадре носит название композитинг и имеет достаточно длинную историю развития. Рир-проекция, хромакей – техники съёмки, которые используются для комбинирования отдельно снятых сцен в единый образ довольно давно. В последнее время возможности генерации сцен в реальном времени позволили расширить сферу применения композитинга в телевизионном производстве. В том числе появилась возможность создания виртуальных телевизионных студий с изменяемой точкой съёма в реальном времени. Одним из главных инструментов, позволяющим это реализовать является среда Unreal Engine. В статье разбирается один из сценариев применения этой среды в телепроизводстве.

unreal engine, виртуальная студия, 3d моделирование, ракурс съёмки, телепроизводство

Виртуальная телевизионная (ТВ) студия обеспечивает естественную связь между участниками и сгенерированным на компьютере окружением или декорациями, реализуя коррекцию сгенерированных с компьютера декораций. Синтезированные компьютером декорации имеют визуальный вид реального декора на заднем плане. Таким способом можно создавать различные декорации, в том числе и сюрреалистичные. Это создает визуальное впечатление, что телестудия намного больше, чем она есть на самом деле [1]. Технология виртуальной студии основана на процессе хромакей [2]. Он представляет собой способ микширования двух видеосигналов, при котором монохромный фон, как правило, зелёный (green screen) или синий (blue screen) в одном видеосигнале (живой видеосигнал со сцены) заменяется другим видеосигналом. Замена осуществляется схемой быстрого переключения, которая переключает видеосигнал переднего плана и фоновый видеосигнал, или применением программных пакетов, таких как Vmix, Adobe Premiere, After Effects, Nuke, DaVinci Resolve, Natron и др. Процесс замены фона называется кеингом [3]. Вставка видеосигнала нового фона в монохромный фон видеосигнала переднего плана производится в момент сканирования, на границе между объектом или участниками переднего плана и монохромными фонами. Это создает впечатление, что объекты на переднем плане находятся в сцене другого источника. Монохромный фон может быть любого цвета при условии, что такой же цвет не встречается в коже, волосах, одежде или других аксессуарах и сопутствующих объектах действующих лиц.

Область применения виртуальных студий уже вышла за рамки телепроизводства. Существует множество способов интеграции телевизионных студий для проведения онлайн-мероприятий, соревнований, телемостов, метавселенных и т.п. Справедливо и обратное утверждение: в настоящее время применение игровых технологий становится всё более тесно связано с производством видеоматериала. Особое место в построении виртуальных студий занимает среда разработки Unreal Engine, изначально создаваемая компанией Epic для производства компьютерных игр. Но инструменты и средства разработки движка Unreal Engine в процессе их эволюции стали востребованы не только в области создания видеоигр. Улучшение характеристик вычислительных систем, а именно центральных процессоров, видеоускорителей, систем хранения данных и т.д. также внесло свой вклад в распространение технологии.

Особенно важным шагом развития видеоускорителей стало применение производителем Nvidia технологии рейтрейсинг (raytracing) в платах видеоускорения серии RTX и Titan. Эта технология позволяет просчитывать в реальном времени распространение, отражение и поглощение лучей источника света, что позволяет рендерить реалистичное изображение в режиме реального времени. Сейчас многие, в том числе крупные, телевизионные компании используют движок Unreal Engine для создания виртуальных студий (Рис. 1).



Рис. 1. Пример применения виртуальной студии на федеральном канале “Матч ТВ”

Для освещения обычно используется установка, включающая три источника света (спереди, сбоку и сзади) [4]. Фронтальный (прямой) свет выставляется в направления камеры от 0° до 30° , в каждую сторону угол по вертикали составляет около 45° . При такой настройке света освещается

большая часть лица, а меньшая часть остается в тени. Боковой свет устанавливается от 45° до 90° с любой стороны камеры, либо 90° от основного луча. Безопаснее всего расположить его под углом 45° от камеры. Он должен быть ниже основного света. Подсветка устанавливается против камеры от 135° до 180° с каждой стороны. Она размещается непосредственно позади снимаемого объекта и по отношению к камере, на которой делаются крупные планы (Рис. 2).

Цветовая температура контрового света не так критична, как для основного и дополнительного света, поэтому интенсивность можно уменьшить за счет димеров. Изменение цветовой температуры на $\pm 1500\text{K}$ допустимо, так как человеческий глаз их не замечает. Подсветка подчеркивает третье измерение изображения, отделяет объект от фона и отделяет передний план от фона. Интенсивность яркости фона должна составлять около $2/3$ от основной яркости элементов сцены. Этим достигается отделение центрального объекта записи от фона. Источники света характеризуются цветовой температурой.

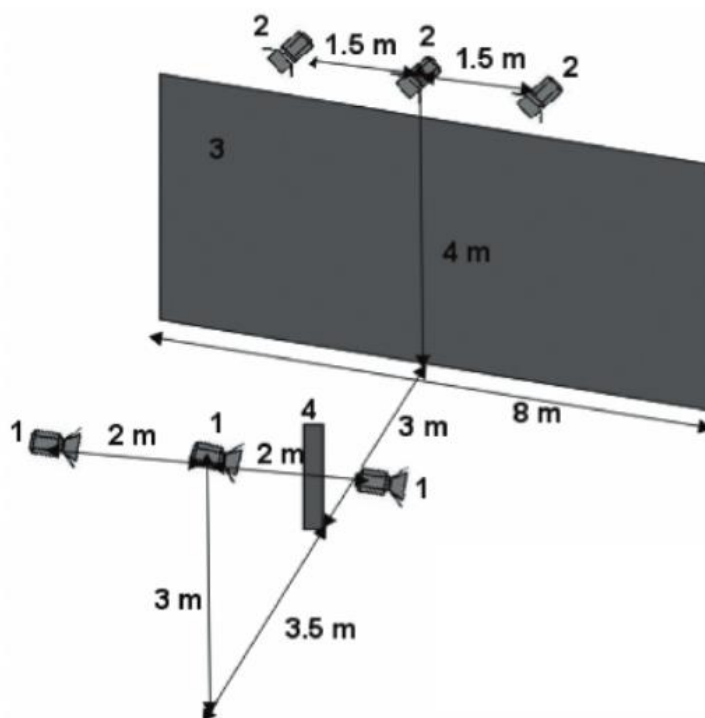


Рис. 2. Расположение источников освещения для съёмки с использованием хрома-кея

В случае использования статичных ракурсов, задача композитинга не является трудноразрешимой. Достаточно подготовить несколько ракурсов для кеинга. Однако в более сложном, но гораздо более интересным с эстетической точки зрения случае, с динамическим изменением точки съёма, подготовить заранее ракурсы не является возможным. Поэтому необходимо производить рендер необходимых ракурсов в реальном

времени. Для этого необходимо учитывать положение камеры в пространстве и параметры оптической системы камеры.

Определение положения и направления камеры в пространстве осуществляется при помощи применения систем трекинга, которые позволяют отслеживать несколько камер одновременно и передавать данные на сервер подготовки виртуального ракурса. Среди таких систем можно выделить решение от компании Vive, позволяющее отслеживать положение до четырёх камер одновременно и передавать эти данные на сервер. Система носит название Mars CamTrack.

Данные от системы Mars CamTrack могут быть переданы в Unreal Engine 5 для рендеринга ракурса в реальном времени и комбинирования этого ракурса с персонажами студии, отделёнными от стены хромакея.

Существуют и другие системы трекинга камер в съёмочном павильоне. Однако среди них для построения бюджетной студенческой студии можно отдать предпочтение системам, построенным на более дешёвых устройствах сбора данных. К таким системам можно отнести смартфоны с их встроенными датчиками и обработкой визуальной информации встроенными процессорами. Но точность и скорость работы таких систем не достигает желаемых характеристик. Другой класс бюджетных устройств – контроллеры шлемов виртуальной реальности. Для бесперебойного трекинга камер в пространстве потребуется система виртуальной реальности Oculus CV1 или HTC Vive. Особенностью таких систем является наличие отдельных сенсоров-устройств, которые отслеживают положение контроллеров в пространстве без использования самого шлема.

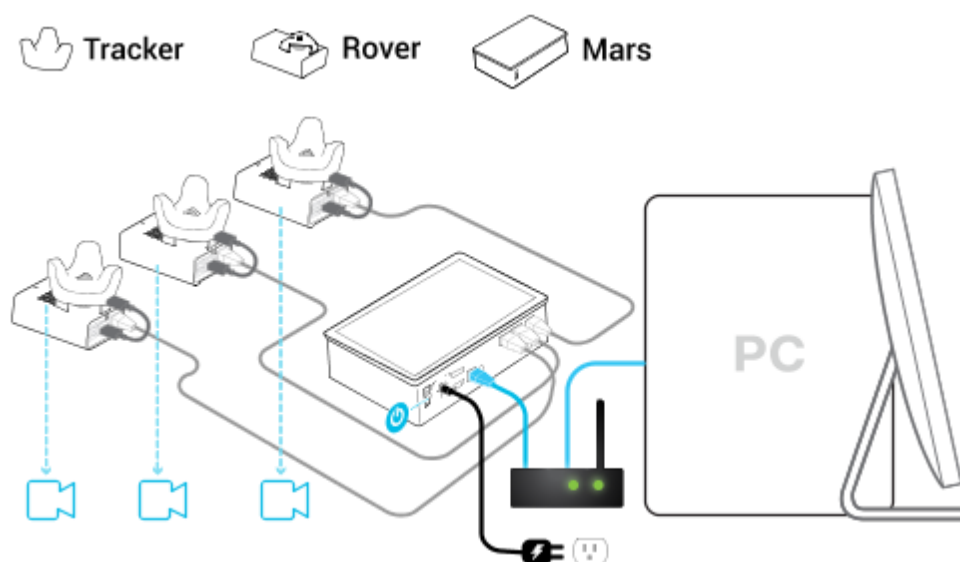


Рис. 3. Система трекинга Vive Mars CamTrack

Первым шагом необходимо произвести калибровку контроллеров в пространстве посредством последовательного помещения их в

определённые точки пространства. Далее следует определить параметры оптической системы камер. Для этого используется калибровочная шахматная доска. Все полученные данные вносятся в систему Unreal Engine и производится вычисление ракурса для рендеринга соответствующей сцены.

Производить композитинг реальной сцены и виртуальной сцены можно прямо внутри Unreal Engine. Для этого следует использовать платформу видеозахвата. Однако это также возможно делать и при помощи внешних устройств (видеомикшеров, других рабочих станций).

Потенциал таких решений может быть расширен при помощи использования видеостен, на которые выводится синтезированное изображение. Это позволяет избежать появления на лицах актёров или ведущих прямых эфиров бликов от хромакея и даёт возможность актёрам видеть окружающее виртуальное пространство в реальном времени. Развитие технологий 3D-сканирования, процедурных материалов, рейтрейсинга и увеличения вычислительной производительности систем ведёт к улучшению качества и увеличению скорости рендера, а следовательно вовлечённости зрителя. Поэтому можно с уверенностью говорить о больших перспективах данной технологии в сфере телепроизводства.

Список используемых источников:

1. Moshkovitz M. The virtual studio. – Boston: Focal Press, 2000. – 241 p.
2. Vidal B. Chroma Key Visual Feedback Based on Non-Retroreflective Polarized Reflection in Retroreflective Screens//IEEE Transactions on Broadcasting - IEEE Trans. on Broadcast., 2012, Vol. 58, P. 144-150.
3. Maksimović V., Petrovic M., Jakšić B., Ivković R., Milošević I. Effect of Illumination in Chroma Key Effect in the Realization of Virtual Television Studio. – 2018. – P. 182-188.
4. Dyer C.R. Volumetric Scene Reconstruction from Multiple Views//Foundations of Image Understanding : The Springer International Series in Engineering and Computer Science/ ed. L.S. Davis. – Boston, MA: Springer US, 2001. – P. 469-489.

Tatarenkov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Using the Unreal Engine to create a virtual studio.

The technology of mixing several scenes in one frame is called compositing and has a fairly long history of development. Rear projection, chromakey - shooting techniques that are used to combine separately scenes into a single image. Recently, real-time scene generation capabilities have expanded the scope of real-time compositing. In particular, it became possible to create virtual television studios with a variable view point in real time. One of the main tools to implement this is the Unreal Engine environment. The article deals with one of the scenarios for the use of this environment in television production.

Key words: *unreal engine, virtual studio, 3d modeling, view angle, TV production.*

УДК 654.197.6
ГРНТИ 49.45.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОШИБОЧНЫХ БИТ В ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРЕДАТЧИКА HARRIS

А. И. Швец

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

В ФГУП РТРС одним из самых распространённых телевизионных передатчиков считается передатчик Harris. Необходимо провести исследование влияния разного рода ошибок в транспортном потоке на стабильность работы данного передатчика, чтобы в дальнейшем знать одну из причин падения мощности передатчика.

транспортный поток, ошибка, передатчик, время падения мощности

Данный передатчик встречается практически в каждом филиале РТРС, поэтому будет актуально рассмотреть влияние ошибок на его работу.

В ходе исследования были поставлены следующие задачи:

1. Изучить ошибки первого приоритета транспортного потока *Moving Picture Experts Group - 2 Transport Stream (MPEG-2 TS)* и ошибки в структуре интерфейса модулятора *DVB-T2 (T2-MI)* потока;
2. Записать поток *T2-MI* с помощью измерительного приемника *Enensys ReFeree II*;
3. Внести ошибки разного рода в транспортный поток с помощью программного обеспечения *Hex Editor Neo*;
4. Ознакомиться с передатчиком Harris и изучить его веб-интерфейс;
5. Проанализировать транспортный поток на выходе передатчика с помощью анализатора телевизионных (ТВ) сигналов *Rohde&Schwarz (R&S) ETL*;
6. Выявить время падения мощности передатчика до нуля в журнале записи;
7. Рассчитать коэффициент готовности передатчика *Harris* и найти время восстановления, при котором коэффициент готовности передатчика выйдет за норму.

Сперва был записан *T2-MI* поток РТРС-1 с помощью измерительного приемника *Enensys ReFeree II*, длительностью три минуты [1]. Затем с помощью 16-ричного редактора *Hex Editor Neo* были созданы ошибки в транспортном потоке [2]. Далее транспортный поток был загружен и отправлен на передатчик *Harris*. С помощью анализатора ТВ сигналов *R&S ETL* транспортный поток контролировался с выхода передатчика [3]. Также с помощью ПК просматривался интерфейс передатчика, а именно журнал событий. Синхронизация передатчика и анализатора

осуществлялась через ГЛОНАСС. На рис. 1 представлена схема выполнения исследования.

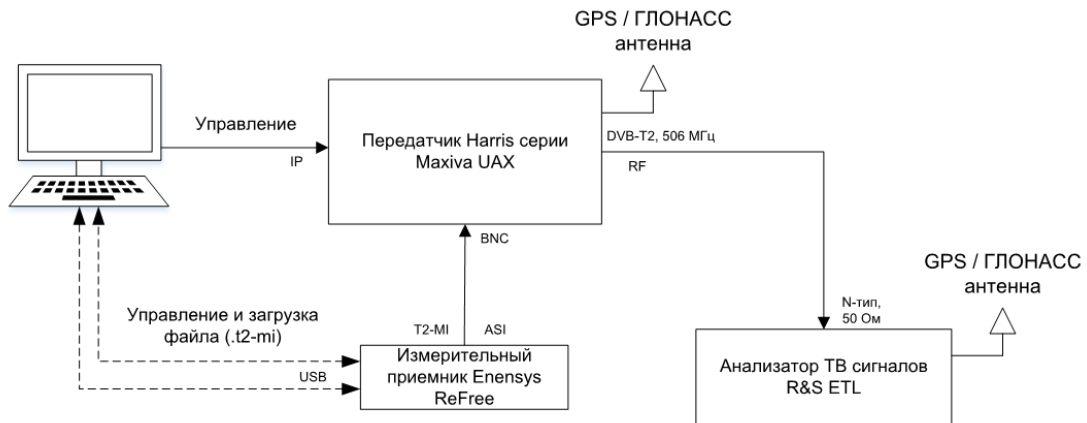


Рис. 1. Схема выполнения исследования

Эксперимент состоит из 2 частей. В первой части ошибки сделаны в заголовке транспортного потока *MPEG-TS*.

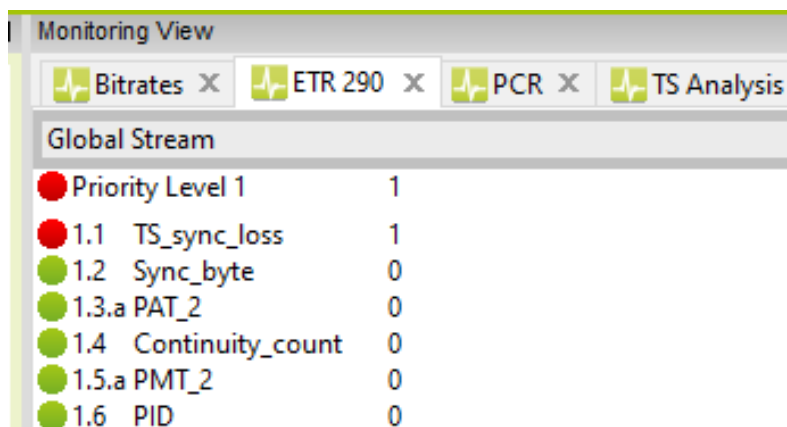
Ошибки первого приоритета:

- TS sync loss*
- Sync byte error*
- PAT error*
- Continuity count error*
- PMT error*

Пример внесения ошибки *sync loss* в программе *Hex Editor Neo* представлен на рис. 2. На рис. 3 показан мониторинг ошибок, обнаруженных программой *DiviSuite*.

133912c8	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0a	0b	0c	0d	0e
1338fec8	47	10	00	10	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	ff	f
1338ff84	47	10	00	11	ee	f1	06	dc	9c	aa	42	74	e2	3c	c
13390040	47	10	00	12	dd	6b	df	f7	1d	0d	71	16	62	98	f
133900fc	47	10	00	13	c5	2a	61	ed	da	d5	37	05	0d	05	k
133901b8	47	10	00	14	28	58	85	b2	df	a7	4e	9f	71	c1	3
13390274	47	10	00	15	48	42	4c	ff	50	0d	24	58	8a	1f	a
13390330	47	50	00	16	68	bb	2b	ad	18	05	f5	d8	8a	23	J
133903ec	34	10	00	17	62	19	cd	25	65	a6	67	27	e6	3d	e
133904a8	41	10	00	18	a8	5c	6a	17	1a	c9	ac	9a	16	61	€
13390564	24	10	00	19	d3	d3	34	65	d6	70	04	0b	df	18	4
13390620	23	10	00	1a	02	d3	2c	8c	76	cc	e3	82	51	1d	€
133906dc	27	10	00	1b	5e	64	87	7f	62	9b	69	f4	c1	6d	2
13390798	57	10	00	1c	5e	16	96	0a	26	69	d7	76	11	8a	1
13390854	45	10	00	1d	e5	aa	84	17	e9	c3	ae	e7	1f	27	f
13390910	41	10	00	1e	48	ce	5f	b5	bf	2c	2d	39	3f	4c	€
133909cc	48	10	00	1f	9f	18	5f	32	cc	bb	6b	04	94	c6	J
13390a88	49	10	00	10	d9	79	99	36	c2	39	d6	2d	fb	95	c
13390b44	41	10	00	11	c6	06	a4	49	58	5d	a7	45	d8	4f	2
13390c00	55	10	00	12	14	f5	f0	01	b8	01	58	33	e7	28	€
13390cbc	43	10	00	13	1f	41	90	c3	66	d2	df	b6	f1	72	J
13390d78	13	10	00	14	76	1a	dc	7f	32	b5	53	06	bc	99	c
13390e34	59	10	00	15	2a	c5	58	69	9d	7b	25	03	54	7b	f
13390ef0	47	10	00	16	51	b8	e3	71	a6	dc	6d	f3	e7	1a	€

Рис. 2. Внесение ошибок в редакторе *Hex Editor Neo*

Рис. 3. Ошибки в *Divisuite*

На рис. 4 представлены показания ТВ анализатора *R&S ETL* при падении мощности передатчика из-за появления ошибки *sync loss*.

R&S ETL Digital Overview		S/N 102204, FW 2.80	
Ch: 1 1 RF 506.000000 MHz DVB-T2 8 MHz			
* Att 0 dB			
ExpLvl -33.00 dBm			
Fail	Limit	Results	Unit
Level	-60.0	* -86.3	dBm
Sideband		(Normal)	
FFT Mode		-----	
Guard Interval		-----	
Carrier Freq Offset	-30000.0	-----	Hz
Ext Bit Rate Offset	-100.0	-----	ppm
MER (L1,rms)	24.0	-----	dB
PLP Data (Decoded PLP ID ---)			
OLim MER (PLP,rms)	24.0	-----	dB
BER before LDPC		-----	1.0e-2
LDPC Iterations		-----	
BER before BCH		-----	1.0e-5
PS BBFRAME Error Ratio		-----	1.0e-10
Errored Second Ratio		-----	10 %
TS Packet Error Ratio		-----	1.0e-7
Lvl -86.3dBm --- ---		DEMOD PLP:---	

Date: 2.FEB.2022 14:25:42

Рис. 4. Скриншот из *R&S ETL* с ошибкой *sync loss*

В таблице 1 приведены значения времени падения мощности передатчика из-за разных ошибок в зависимости от их количества. Из таблицы 1 видно, что при увеличении ошибок *sync loss*, увеличивается время падения мощности. У ошибки *sync byte* время равномерно при любом количестве ошибок. Ошибки *PAT* и *PMT* в количестве 300 штук и больше привели к падению мощности передатчика. При 1000 ошибках в счетчике передатчик начал понижать мощность.

ТАБЛИЦА 1. Зависимость времени падения мощности от количества ошибок

Ошибки	Время падения мощности, с			
	15 ошибок	40 ошибок	300 ошибок	1000 ошибок
<i>Sync loss</i>	6	7	13	14
<i>Sync byte</i>	7	7	7	7
<i>PAT</i>	0	0	7	7
<i>Countinuity count</i>	0	0	0	7
<i>PMT</i>	0	0	7	7

Во второй части эксперимента ошибки были внесены в:

- *VB-frame*
- во временной штамп: *bandwidth, T2_timestamp*

Удаление ВВ-кадров производилось путем внесения нулей вместо полезной информации в программе *Hex Editor Neo*. Было удалено порядка 30 ВВ-кадров с *PLP1*.

В программе *DiviSuite* производился мониторинг внесённых ошибок. Получено 30 ошибок у счетчика пакетов и у контрольной суммы.

Так как изменения касались только *PLP1*, то провала в скорости *PLP0* не ожидалось, а у *PLP1* был провал в скорости потока.

В журнале событий передатчика было зафиксировано время падения мощности на 7 секунд.

Во временном штампе ошибки были связаны с изменением ширины полосы ТВ канала и изменением параметра *subseconds*. Этих ошибок было сделано в количестве 1 и 15 штук. Исследование показало, что при одной ошибке в полях *bw* и *subseconds* у передатчика падала мощность на 6 и 7 секунд соответственно. Мощность передатчика упала на 63 с при ошибках в *bandwidth* и 65 с при *subseconds*. Видно, что передатчик практически одинаково реагировал на ошибки, названные ранее. Но все же изменение ширины полосы ТВ канала влекло за собой меньшее время падения мощности передатчика.

Далее был рассчитан коэффициент готовности передатчика Harris по формуле 1.

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_B} = \frac{T - T_B}{T}, \quad (1)$$

где T_0 – среднее время наработки на отказ; T_B – среднее время восстановления; $T = T_0 + T_B$ – длительность отчетного периода – сумма среднего времени наработки на отказ и среднего времени восстановления работоспособности сети в течение данного периода времени [4].

За длительность отчетного периода принимается срок амортизации 85 месяцев или 61200 часов. За среднее время восстановление следует

принять максимальное время падения мощности передатчика, т.е. 65 секунд в день или 45.5 часов за 7 лет.

Норма на коэффициент готовности не менее 0,99 по ГОСТ Р 53111-2008. Исходя из полученных данных, коэффициент готовности при падении мощности на 65 секунд в день не выходит за норму. Следовательно, при всех исследованных ошибках коэффициент готовности не будет выходить за норму.

Далее произведен расчет времени падения мощности, при котором коэффициент готовности передатчика выйдет за норму. Среднее время восстановления равно 961.7 секунд или 16 минут в день.

В заключение хочется сказать, что из всех исследованных ошибок, большое влияние в работу передатчика вносят ошибки во временном штампе *T2-MI* потока. Меньшее влияние оказывают ошибки в заголовке транспортного потока *MPEG-TS*. Также передатчик может прерываться не больше, чем на 16 минут в день по нормам на коэффициент готовности. Если же падение мощности передающего устройства в течение 16 минут будет непрерывно, то для телезрителей это время будет критичным, так как они потеряют суть программы.

Список используемых источников:

1. ReFeree II DVB-T/T2_C/C2 Datasheet Russian. — Текст : электронный // testtree : [сайт]. — URL: https://www.test-tree.com/wp-content/uploads/2016/08/TestTree_Referee_II_DVB-TT2_CC2_Datasheet_HD_RUS.pdf (дата обращения: 12.05.2022).
2. Hex Editor Neo. — Текст : электронный // HHD Software : [сайт]. — URL: <https://www.hhdsoftware.com/hex-editor> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Краткое руководство по эксплуатации часть 1: Анализатор спектра ТВ-анализатор R&S@ETL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rohde-schwarz.com> (дата обращения: 16.05.2022)
4. ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. – М.: Стандартинформ, 2018. – 16 с

Shvets A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of erroneous bits in the transport stream based on the Harris blocking function.

In FSUE RTRN, one of the most common television transmitters is the Harris transmitter. It is necessary to conduct a study of the influence of various kinds of errors in the traffic flow on the stability of this transmitter in order to further know one of the reasons for the drop in transmitter power.

Key words: *traffic stream, error, transmitter, power down time.*

2.2. Подвижная связь и радиодоступ

УДК 621.396.721

ГРНТИ 49.43.29

ПОСТАНОВКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ В СЕТЯХ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ

Е. С. Багаев

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

На сегодняшний день в телекоммуникационных сетях требования к частотному спектру постоянно растут, эффективное управление спектром становится одной из наиболее важных задач в беспроводных телекоммуникационных сетях. В статье формулируется оптимизационная задача, приводятся основные параметры, определяемые для решения.

электромагнитная обстановка, сети высокой плотности

В течение долгого времени основным предназначением сети связи являлась передача информации. На сегодняшний день эволюция сетей привела к тому, что все устройства, входящие в их состав, могут быть сконцентрированы на небольшой площади. К числу таких сетей можно отнести практически все технологии, относящиеся к группе SRWC (Short-Range Wireless Communication). Наиболее популярные среди них – ZigBee, WirelessHart, MiWi, 6LoWPAN, а также Bluetooth low energy, NFC, WLAN (Wi-Fi) [1].

Создание сетей с высокой плотностью устройств неизбежно будет приводить к тому, что для функционирования системы понадобится максимально эффективное распределение частотного ресурса [2].

Постановка оптимизационной задачи требует заранее определенного для данной сети набора параметров и характеристик текущей электромагнитной обстановки.

Предположим, что существует сеть, которая состоит из некоторого числа точек доступа (Access Point) AP_k , где $k = 1, 2, 3, \dots, K$ – номера точек доступа. Стоит отметить, что все эти устройства находятся в непосредственной близости друг от друга, и сигналы от других AP являются помеховыми [3]. Необходимо помнить, что в группе SRWC многие технологии работают в одной и той же полосе частот, например, Wi-Fi и Bluetooth low energy. Как следствие, при исследовании ЭМО в сети относящейся к одной технологии, немаловажным является факт

правильного обнаружения помехового сигнала, относящегося к другой технологии. Методы такого обнаружения и распознавания сигналов приведены в [4].

Также, помимо других устройств, на электромагнитную обстановку могут влиять различные препятствия, их появление на пути распространения сигнала зачастую может иметь случайный характер. Таким образом, для управления электромагнитной обстановкой, необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы.

Расстояние между AP будем обозначать как R , м. Обозначим уровень сигнала, исходящего от точки доступа с номером k как S_{mk} , дБм. Уровень помехового сигнала, исходящего от соседних передатчиков и принимаемый рассматриваемой точкой доступа, будем обозначать как S_{nk} , дБм. В определенный момент времени t , каждая точка доступа может занимать один из возможных частотных каналов Ch_p , где $p = 1, 2, 3, \dots, P$ – номер канала. Для наглядности, схема такой сети приведена на рисунке 1.

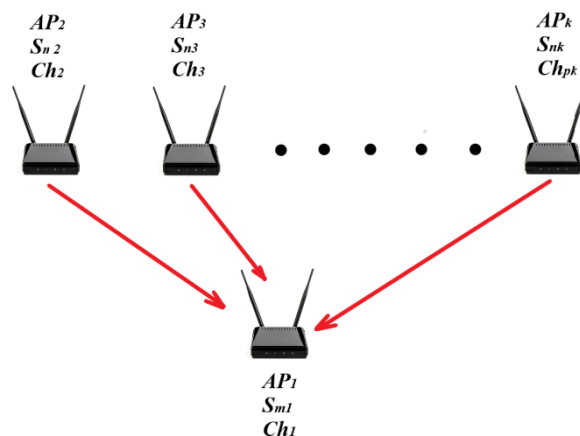


Рис. 1. Схема сети

Как видно из схемы, для точки доступа AP_1 , мешающими сигналами будут сигналы, исходящие от AP_2, AP_3, \dots, AP_k .

Для того, чтобы представить влияние точек доступа в сети на исследуемую, удобно воспользоваться матричным представлением. Пример такой матрицы представлен на рисунке 2.

$S_{11} Ch_{11}$	$S_{12} Ch_{12}$	$S_{13} Ch_{13}$	$S_{14} Ch_{14}$	$S_{15} Ch_{15}$
$S_{21} Ch_{21}$
...
...
...	$S_{mk} Ch_P$

Рис. 2. Матрица влияния на AP

Каждый элемент в этой матрице состоит из двух составляющих – уровень сигнала точки доступа и частотного канала, на котором она работает. Все элементы матрицы могут быть условно помечены либо зеленым, либо красным цветом. Зеленый цвет обозначает тот случай, когда уровень сигнала, исходящий от AP_k , не превышает минимальный порог. Красный цвет применяется для выделения тех случаев, когда электромагнитная обстановка в сети не позволяет добиться выполнения этого условия для исследуемой AP_k .

Учитывая определенные выше параметры, можем задать функцию, связывающую все обозначенные характеристики:

$$S_{mk}(t_2) = f(S_{mk}(t_1), Ch_p, S_{nk}, R), \quad (1)$$

где $S_{mk}(t_2)$ – уровень сигнала исследуемой AP в момент времени t_2 , $S_{mk}(t_1)$ – уровень сигнала исследуемой AP в момент времени t_1 , Ch_p – номер частотного канала, на котором работает AP, S_{nk} – уровень сигнала мешающей AP, R – расстояние между AP.

Эта функция позволяет сформулировать задачу оптимизации, которая заключается в распределении частотного ресурса между AP таким образом, чтобы добиться наилучшего уровня сигнала S_{mk} на всех исследуемых AP.

В дальнейшем предполагается использование нейросетевого подхода для решения этой задачи. С помощью такого метода возможно прогнозирование электромагнитной обстановки и, как следствие, более гибкое и своевременное изменение характеристик сети.

Список используемых источников:

1. Персональные беспроводные сети стандартов IEEE 802.15.3 и 802.15.4 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electronics.ru/journal/article/1109> (дата обращения 13.11.22).

2. Ле Ч.Д., Симонина О.А. Анализ проблем обеспечения QoS в высокоплотной Wi-Fi сети // 71-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная дню радио (СПБНТОРЭС, Санкт-Петербург, Россия, 20–28 апреля 2016). СПб: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина), 2016. С. 203–204.

3. Казьмин О.Ю., Симонина О.А. Использование нейронных сетей для решения задачи оптимизации электромагнитной обстановки в сетях радиодоступа // Труды учебных заведений связи. 2021. Т. 7. № 3. С. 25–37. DOI:10.31854/1813-324X-2021-7-3-25-37.

4. Рекомендация МСЭ-R SM.1600-3 (09/2017). Техническая идентификация цифровых сигналов.

Bagaev E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Statement the problem of Optimizing the Electromagnetic Environment in a High-Density Networks.

Today, in telecommunication networks, the requirements for the frequency spectrum are constantly growing, effective spectrum management is becoming one of the most important tasks in wireless telecommunication networks. The optimization problem is formulated in the article, the main parameters determined for the solution are given.

Key words: *electromagnetic environment, high-density networks.*

УДК 621.396.677

ГРНТИ 47.45.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПРИХОДА В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОГО ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ СЕТЕЙ 5G

О. С. Барышев, Н. В. Шеремет

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

Можно с уверенностью сказать, что тема сетей подвижной связи пятого поколения является одной из самых актуальных и широко обсуждаемых в сфере цифровых технологий. Непрерывный рост потребностей пользователей и плотности сетей являются проблемами для существующих сетей подвижной связи, изначально не рассчитанных на работу в новых условиях. Для решения данных задач перспективные сети 5G должны обеспечить существенные прирост пропускной способности, надёжности соединения и снижение сетевых задержек. Уплотнение сетей, являющееся одним из основных векторов развития сетей подвижной связи пятого поколения, требует применения пространственного уплотнения одновременных передач SDMA, реализация которого возможна методом адаптивного диаграммообразования, неотъемлемой процедурой которого является определение направления прихода сигнала (DOA).

сверхплотные сети, адаптивное диаграммообразование, алгоритмы DOA, ESPRIT, MUSIC

Важным отличием сетей подвижной связи пятого поколения от существующих на сегодняшний день является их ориентированность на работу в условиях сверхплотного территориального распределения сот, вследствие перехода в диапазон миллиметровых волн. Увеличение частоты пагубно влияет на проникновение и дальность распространения волн, что приводит к уплотнению сети, а значит к внушительному росту уровня внутрисистемных помех. Обеспечение заданных параметров качества соединения в этой ситуации заметно затрудняется. Решением данной проблемы может выступать применение направленной радиосвязи, - пространственного уплотнения сигнала SDMA на основе адаптивного диаграммообразования в системах Massive MIMO, для которых уменьшение используемой длины волны является необходимым условием [1].

В основе адаптивного диаграммообразования лежит процедура определения направления прихода сигнала (DOA). Алгоритмы DOA позволяют формировать диаграмму направленности устройства,

устанавливая её максимум и минимумы таким образом, чтобы достичь наибольшей энергетической эффективности приёмно-передающего устройства и минимизировать помехи, в том числе внутрисистемные, а также предотвратить вклад устройства в ухудшение помеховой обстановки.

В настоящее время особенно популярны алгоритмы пеленгации, которые используют эффект сверхразрешения. Когда говорят о «сверхразрешении» подразумевают разрешение источников излучения в статистическом смысле, которое численно больше разрешения по детерминистскому критерию Рэля. Среди алгоритмов сверхразрешения можно выделить два наиболее известных — это алгоритмы MUSIC и ESPRIT. Объектом данного исследования является последний. *ESPRIT* («*Estimation of Signal Parameters via Rotational Techniques*» – оценка параметров сигналов с использованием преобразований, инвариантных относительно оператора поворота). Отличительной особенностью *ESPRIT* перед другими методами «сверхразрешения» является то, что алгоритм позволяет получать оценки направлений расчётным путём при этом не выполняя поиск локальных максимумов по координатам, что значительно снижает вычислительную сложность оценки. Для работы ESPRIT при ЦОС необходимо не менее трёх приёмных элементов (ПЭ) [1].

Как уже отмечалось выше, среди алгоритмов сверхразрешения можно выделить два основных: *MUSIC*, *ESPRIT*. Метод *ESPRIT* похож на метод *MUSIC* корректностью используемой модели данных, но в свою очередь *ESPRIT* также позволяет снизить вычислительную нагрузку и издержки на хранение данных. Это реализуется благодаря наложению ограничения на структуру матрицы приёмных элементов (ПЭ). Это делается с целью обеспечения инвариантности смещения. ПЭ представляют собой согласованные пары с одинаковыми векторами смещения. Дополнительно можно отметить, что метод *ESPRIT* также не так чувствителен к дефектам решётки, как прочие алгоритмы. Этот метод обеспечивает одновременную оценку нескольких источников и направлений прихода сигнала. В рамках исследования алгоритмов *DOA* вопрос разрешающей способности при разделении нескольких источников был рассмотрен в статье [2], где проводилось моделирование прихода лучей от двух источников с разных направлений.

Для корректной работы *ESPRIT* требуется информация о размерности сигнального подпространства (в виде результата разложения ковариационной матрицы принятых колебаний и последующего разделения пространства собственных векторов на пространство сигналов и пространство шума).

Как правило, для оценки *DOA*, необходимо полностью знать матрицу отклика решётки $A(\theta)$ для вектора θ . Этого можно достичь с помощью аналитических средств с использованием информации о положении и

отклике каждого отдельного приемного элемента или непосредственной калибровкой в полевых условиях. Первый вариант применяется для универсальных антенных решеток ULA. Как показано на рисунке 1, *ESPRIT* допускает, что N -элементная решётка состоит из двух идентичных смещённых N' -элементных подрешеток. У каждого отдельного элемента каждой подрешетки могут быть произвольные коэффициенты направленного действия (КНД) и фазовые отклики при этом в каждой паре подрешеток должны быть аналогичные двойники, которые называются дуплеты. Двойники в дуплете разнесены на фиксированный вектор смещения D . Подрешетки могут как пересекаться, то есть элемент решётки может относиться к обоим подрешеткам сразу (рис 1.1), так и не иметь общих элементов как показано на рис. 1.2 [3].

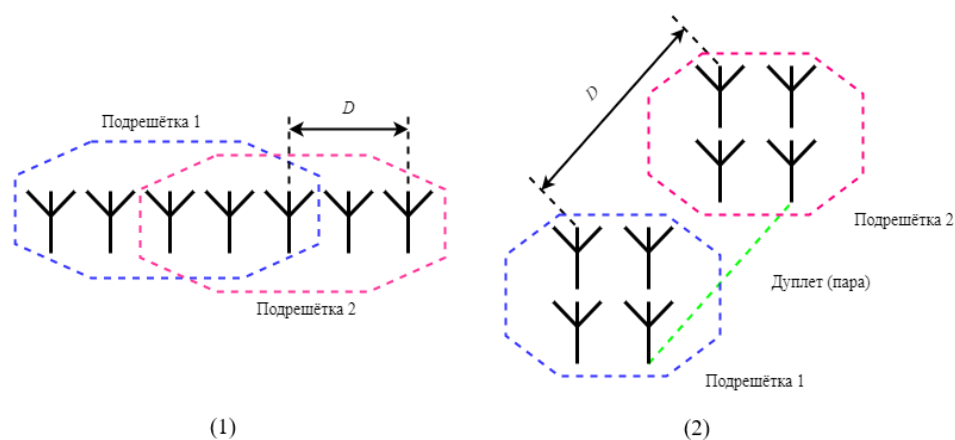


Рис. 1. Геометрия решётки сенсоров в методе *ESPRIT*: (1) одна решётка состоит из двух перекрывающихся решёток, а другая (2) - из двух идентичных и неперекрывающихся решёток [3]

Формулу для расчета углов прихода сигнала на основании собственных значений оператора ψ можно представить в следующем виде:

$$\theta_k = \sin^{-1} \left\{ \frac{\arg \{ \psi_i \}}{\frac{2\pi}{\lambda} D} \right\},$$

где $i = 0, 1, \dots, K$, ψ_i - каждое собственное значение матрицы ψ (ψ относительный сдвиг фазы между соседними элементами), D - вектор смещения между подрешётками.

Для оценки разрешающей способности метода проведено моделирование в программном комплексе *Matlab*. При моделировании задавались углы прихода сигналов от двух источников (далее «оригинал») для их имитации, а в результате работы программы были получены значения углов прихода сигналов, рассчитанные алгоритмом *ESPRIT*

(далее «моделирование»). Наглядная демонстрация DOA оригиналов и результата моделирования представлена на рисунке 2.

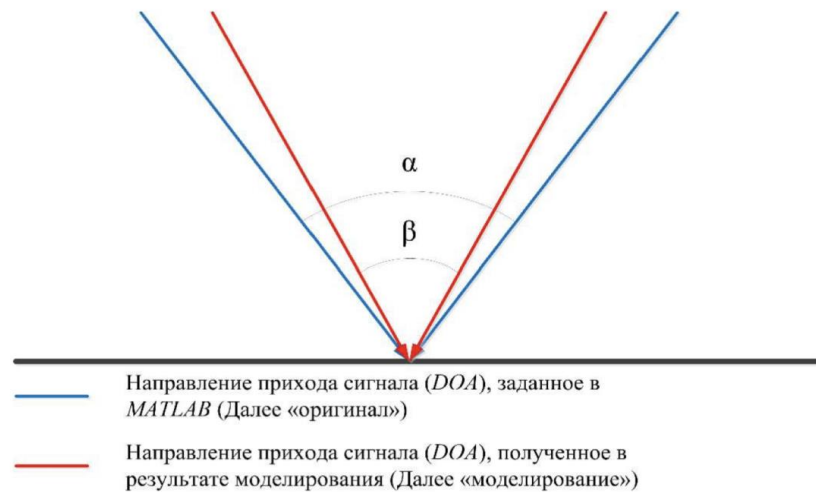


Рис. 2. Схематическое представление углового разноса направлений прихода оригинального сигнала и рассчитанного алгоритмом *ESPRIT* [2]

Результат моделирования для прямоугольной AP размером 8 на 8 элементов с использованием алгоритма сверхразрешения *ESPRIT* при уменьшении разноса между лучами представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результат моделирования для AP из 64 элементов методом *ESPRIT*

<i>SOI</i>				<i>SNOI</i>				Шум	
Моделирование		Оригинал		Моделирование		Оригинал			
Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	Величина шума	Дисперсия шума
29,97	20,01	30,00	20,00	33,01	19,98	33,00	20,00	0,30	0,10
29,98	20,00	30,00	20,00	31,93	20,02	32,00	20,00	0,30	0,10
29,96	20,02	30,00	20,00	31,01	20,04	31,00	20,00	0,30	0,10

Примечание - Все значения углов приняты в градусах

Как видно по данным из таблицы 1, *ESPRIT* обладает большей разрешающей способностью, чем наиболее точный *MUSIC*, рассмотренный в [2].

Результат моделирования для прямоугольной AP размером 8 на 8 элементов с использованием алгоритма сверхразрешения *ESPRIT* при различном значении шума представлен в таблице 2.

Основываясь на результатах моделирования в таблице 1 можно сказать, что метод *ESPRIT* обладает достаточно высокой разрешающей способностью для работы в сетях 5G с использованием AP из 64 элементов и более.

По данным из таблицы 2 полученным в результате моделирования, можно сделать вывод о том, что при среднем значении шума 0.7 алгоритм

резко теряет свою точность, а при увеличении значения шума и вовсе прекращает определять направления прихода сигналов.

ТАБЛИЦА 2. Результат моделирования для AP из 64 элементов методом *ESPRIT*

SOI				SNOI				Шум	
Моделирование		Оригинал		Моделирование		Оригинал		Величи на шума	Диспе рсия шума
Азим ут	Угол места	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места		
30,00	20,00	30,00	20,00	31,00	20,00	31,00	20,00	Нет	Нет
30,01	20,02	30,00	20,00	31,00	19,99	31,00	20,00	0,00	0,10
29,99	20,00	30,00	20,00	31,00	20,00	31,00	20,00	0,10	0,10
30,00	19,99	30,00	20,00	30,99	20,02	31,00	20,00	0,20	0,10
29,97	20,03	30,00	20,00	30,99	19,95	31,00	20,00	0,30	0,10
29,97	20,03	30,00	20,00	31,00	19,98	31,00	20,00	0,40	0,10
29,89	20,03	30,00	20,00	30,96	19,98	31,00	20,00	0,50	0,10
29,70	20,08	30,00	20,00	30,95	20,01	31,00	20,00	0,60	0,10
17,68	21,63	30,00	20,00	20,37	21,56	31,00	20,00	0,70	0,10
0,30	18,38	30,00	20,00	0,29	19,94	31,00	20,00	0,80	0,10
0,12	11,72	30,00	20,00	0,08	12,67	31,00	20,00	0,90	0,10

Примечание - Все значения углов приняты в градусах

Список используемых источников:

1. Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования. СПб. : СПбГУТ, 2020. 558 с.
2. Барышев О. А. Адаптивное диаграммообразование в сетях 5G Исследование алгоритмов DOA // Сборник научных статей : материалы научно-технич. конф. Студенческая весна - 2021, Санкт-Петербург, 25-26 мая 2021 г. СПб. : СПбГУТ, 2021. С. 4-9.
3. Баланиц К., Иоанидес П. Введение в смарт-антенны. М. : Техносфера, 2012. 101 с.

Baryshev O., Sheremet N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The use of methods for determining the angle of arrival in the problems of 5G networks digital beamforming.

It is safe to say that the topic of fifth generation mobile networks is one of the most relevant and widely discussed in the field of digital technologies. Continuous growth in user demand and network density are challenges for existing mobile networks that were not originally designed to handle the new environment. To solve these problems, promising 5G networks should provide a significant increase in throughput, connection reliability and reduce network delays. Network densification, which is one of the main vectors for the development of fifth generation mobile networks, requires the use of spatial multiplexing of simultaneous SDMA transmissions, which can be implemented by the adaptive beamforming method, an integral procedure of which is the determination of the signal direction of arrival (DOA).

Key words: superdense networks, adaptive diagramming, DOA algorithms, ESPRIT, MUSIC.

УДК 654.1
ГРНТИ 49.34.06

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И СЕТИ СВЯЗИ «БИЛАЙН»

Д. В. Мещеряков

Санкт-Петербургское отделение ПАО «ВымпелКом»

Значительный рост потребления мобильного интернет-трафика и необходимость обеспечения оператором сотовой связи качественного сервиса передачи данных для своих клиентов, подразумевают постоянный мониторинг текущих показателей работы сети, усиление фокуса на развитие сетей связи 4-го поколения, а также запуск новых технологий на сети «билайн».

билайн, развитие сети связи, рефарминг, VoLTE, VoWiFi

Объёмы потребления трафика передачи данных в мобильных сетях оператора продолжают постоянный рост, что связано с неуклонным увеличением потребления трафикоёмких сервисов со стороны абонентов. В основном это видео с различных платформ, таких как YouTube, RuTube, Vkontakte и т.п., а также трафика социальных сетей и мессенджеров. Так, на сети оператора «билайн» за прошедшие 3 года мобильный трафик вырос в 2,5 раза, также растёт и средний трафик на абонента. Данное обстоятельство ставит перед оператором серьёзные вызовы в части кратного увеличения ёмкости сети сотовой связи, планомерная работа над которой позволила за это же время удерживать утилизацию элементов радиосети в приемлемых пределах, а также сохранять неизменно высокую скорость скачивания, обеспечивающего комфортный доступ абонентов к любым типам сервисов и приложений.

Контроль показателей качества на постоянной основе, стратегическое развитие сети по сформированному плану является одной из ключевых задач всех подразделений технического блока оператора связи. Для удобства оценки, помимо стандартных показателей производительности сети (Key Performance Indicator), технические службы и службы оценки качества клиентского опыта «билайн» используют интегральные показатели в привязке к выделенным для мониторинга отдельным зонам, будь то исторический центр Санкт-Петербурга, курортные районы Ленинградской области или даже отдельные населённые пункты, например, Выборг, Гатчина и т.п. Интегральные показатели включают в себя оценку качества сети радиодоступа с учётом деления на показатели качества голосовых услуг, услуг передачи данных в сетях 3-го поколения (3G, UMTS) и 4-го поколения (4G, LTE), а также доступности сети в целом, являющейся оценкой надёжности работоспособности сети и отсутствие в ней отказов, влияющих на предоставление сервисов абонентам. Помимо этих величин отдельное внимание уделяется

состоянию транспортной сети, без своевременного расширения элементов которой невозможно удерживать стабильно высокое качество сети «билайн» в условиях значительного роста трафика. Дополнительная оценка показателей качества голосовой и пакетной коммутационных подсистем завершает верхнеуровневую картину оценки интегрального «здоровья» сети оператора, что позволяет в свою очередь расставлять приоритеты для работы технических специалистов компании.

Помимо оценки статистических показателей невозможно представить полноценную картину мониторинга сети без выполнения периодических драйв-тестов с применением специальных измерительных комплексов, которые позволяют проводить оценку качества, покрытия своей сети, а также множества других показателей с точки зрения взаимодействия мобильного телефона с сетью, в том числе обеспечивают сравнение сетей всех операторов на исследуемой территории. В качестве примера: проводимые ежеквартальные измерения сети «билайн» в Санкт-Петербурге и его окрестностях длятся порядка двух недель, в ходе которых измерительный комплекс в составе 12 смартфонов совершает более 10 тысяч тестов голосовых вызовов и тестов передачи данных, протяжённость маршрута при этом превышает 5000 км по улицам города в его административных границах. По Ленинградской области аналогичные измерения охватывают все крупные населённые пункты, важные автомагистрали, а протяжённость маршрута измерений составляет при этом более 7000 км. Данные, полученные в ходе этих измерений, используются для выявления зон необходимого улучшения сети, как в части ёмкости существующей сети, так и в части нового покрытия, а также проверки эффективности проводимых работ на сети в целом.

Ключевыми активностями, которые поддерживают ёмкость сети, а также обеспечивают покрытие новых локаций в городе, области и улучшают покрытие в новых жилых комплексах является строительство новых площадок базовых станций, запуск новых технологий на существующей сети, а также запуск базовых станций для индор покрытия крупных торговых и бизнес-центров

В условиях расширения парка 4G телефонов у абонентов и увеличения трафика передачи данных, более 95% которого составляет трафик 4G, акцент в развитии сетей «билайн» (как, впрочем, и других операторов), делается на развитие сети 4-го поколения. Именно поэтому в «билайн» мы продолжаем строительство базовых станций 4G в Петербурге и Ленинградской области, как в рамках новых площадок, так и с добавлением этого диапазона на существующих базовых станциях.

Так, ключевым проектом в текущем году был проведённый рефарминг сети 2100 диапазона в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Суть проведённого рефарминга в том, что часть спектра, которая раньше использовалась для 3G, была переведена в стандарт 4G.

Проведённый рефарминг позволил повысить пропускную способность сети и увеличить средние скорости мобильного интернета 4G в Ленинградской области на 25%, а в Петербурге на 30%. Если же говорить о пиковых скоростях, то в рамках измерений были зафиксированы значения более 250 Мбит/с за счёт существенного увеличения ёмкости сети, а также за счёт появления возможности использования агрегации сразу 3-х диапазонов LTE на сети «билайн».

Дальнейшее развитие сетей связи в условиях повышения требований абонентов, которые ожидают от оператора обеспечение высоких скоростей, вне зависимости от места своего нахождения, - даже в тех местах, где раньше были доступны услуги лишь прошлых стандартов, - побуждает нас рассмотреть возможность запуска сетей 4-го поколения в нижних диапазонах, например, LTE 800. Проведённые тесты подобных базовых станций в Ленинградской области показали обеспечение уверенного уровня сигнала 4G на расстоянии более 4 км, при этом обеспечивается возможность скачивания данных на скоростях более 15 Мбит/с. Помимо областных локаций, станции LTE 800 могут уверенно использоваться и в городских условиях для создания покрытия в глубоком индоре - там, где невозможно, по различным причинам, уплотнение сети сотовой связи новыми площадками. Тем самым может быть создан базовый слой 4-го поколения, который обеспечит для абонентов непрерывный высокоскоростной мобильный интернет.

Стратегией будущего развития сетей связи видится и возможный отказ от сети 3-го поколения в пользу предельного рефарминга всех частот, например, 2100 диапазона. Конечно же главным условием для этого является возможность пропуска голосового трафика в оставшейся ёмкости сети 2G для абонентов со старыми моделями телефонов, не поддерживающими LTE, а также самодостаточное количество абонентов 4G в локации, в том числе с учётом обеспечения непрерывности услуг бизнес-пользователей оператора. Проводимые тесты на сети «билайн» в 2022 году в одном из населённых пунктов Ленинградской области показали практическую возможность такого рефарминга, главными результатами которого стало повышение пользовательской скорости в сети 4-го поколения на 20%, а также увеличение общего пакетного трафика абонентов. Стоит отметить, что предельный рефарминг требует синхронизации всех подразделений оператора связи, как технических, осуществляющих конфигурационные мероприятия на сети, так и коммерческих, в части работы с возможными жалобами абонентов и вопросами замены их старой SIM-карты, а также замены телефонов на более современные, с целью улучшения пользовательского опыта в сети 4G по сравнению с сетями прошлых поколений.

Говоря о работах на сети оператора, не стоит забывать и о тех технологиях, запущенных в работу в последнее время, которые

существенно повлияли на улучшение пользовательского опыта абонентов сети «билайн», а именно, VoLTE и VoWiFi. Технология VoLTE (Voice over LTE – «голос через LTE») даёт возможность совершать голосовые звонки в сети 4G, что гарантирует пользователю наилучшее качество голоса за счёт использования широкополосных кодеков, почти мгновенное установление соединения при звонках внутри сети LTE, а также возможность одновременно пользоваться голосовыми и дата сервисами в сети LTE. Оператор же при этом получает увеличение ёмкости сети, т.е. большее количество звонков на одну базовую станцию, а также снижение утилизации сети 2G и 3G для обеспечения возможности дальнейшего рефарминга на сети. Так, в сети «билайн» в Санкт-Петербурге доля VoLTE в общем объёме голосовых вызовов по состоянию на сейчас уже превысила 40% и продолжает планомерно расти.

Многие сталкивались с тем, как снижается уровень сигнала сети в помещениях с толстыми кирпичными стенами, в подвальных помещениях или на подземной парковке. Технология VoWiFi (Voice over Wi-Fi – «голос через Wi-Fi») в такой ситуации будет очень кстати, т.к. помимо всех преимуществ VoLTE обладает ещё одним важным преимуществом, а именно - расширением покрытия сети для конкретного абонента путём использования любой доступной сети Wi-Fi. Замечу, что эта технология также активно используется абонентами, что мы видим по увеличению базы пользователей VoWiFi, которая в октябре текущего года выросла почти в 2,5 раза по сравнению с октябрём прошлого года.

Резюмируя стоит отметить основные фокусы развития сети «билайн» как оператора сотовой связи на ближайшее будущее, а именно - строительство новых площадок для покрытия вновь возводимых жилых комплексов, дальнейшее расширение сети 4G, в том числе за счёт запуска сетей в нижних диапазонах, а также возможный локальный отказ от сетей 3G в пользу предельного рефарминга. Отдельное внимание следует уделить работе с абонентской базой в части обновления парка мобильных телефонов до 4G и запуска новых технологий, помогающих абонентам получать качественные сервисы вне зависимости от своего местонахождения

Meshcheriakov D.

Saint-Petersburg branch OJSC «VimpelCom»

Development of Beeline technologies and communication network.

A significant increase in the consumption of mobile Internet traffic and the need for a mobile operator to provide a high-quality data transmission service for its customers imply constant monitoring of current network performance, increased focus on the development of 4th generation communication networks, as well as the launch of new technologies on the Beeline network.

Key words: beeline, network development, refarming, VoLTE, VoWiFi.

УДК 621.375.026

ГРНТИ 47.47.31

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕАРИЗАЦИИ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ КВ ДИАПАЗОНА МЕТОДОМ ЦИФРОВЫХ ПРЕДЫСКАЖЕНИЙ

Д. А. Сопов

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

Изложен способ линеаризации усилителей КВ диапазона методом цифровых предискажений и приведены основные проблемы, которые должен устранить указанный метод. Был промоделирован данный метод и сделаны выводы по целесообразности его использования.

нелинейные искажения, линеаризация усилительного тракта, цифровые предискажения

Спецификация 3GPP TS 38.211 V1.2.0 (2017-11) определила новые полосы радиочастот для 5G, частоты от 24 ГГц до 71 ГГц. С точки зрения увеличения пропускной способности целесообразно использовать 2 блок частот, так как при этом можно использовать ширину канала от 50 до 400 МГц. При этом, ошибка позиционного кодирования должна быть мала, а модуль векторной ошибки не должен превышать 8% для модуляции 64QAM и 3.5% для 256QAM [1]. Для достижения этого показателя, при проектировании передающего устройства необходимо бороться с различными источниками шумов, которые будут влиять на сигнал, а также улучшать амплитудно - частотную характеристику усилителя и фазо – частотную характеристику усилителя и бороться с его нелинейными эффектами. Несмотря на то, что эти параметры могут быть приемлемыми и линейными, они могут не учитывать инерционные свойства усилителя, такие как инерционные элементы или тепловой эффект.

Одним из способов, позволяющим решить данную проблему – является метод цифровых предискажений. В системах с использованием предискажений имеется блок корректор, отвечающий за корректировку сигнала до поступления в усилитель. Данный блок реализует корректировку амплитудно-амплитудной характеристики и фазо-амплитудной характеристики таким образом, чтобы компенсировать нелинейные искажения, вносимые усилителем. Блок адаптации необходим для того, чтобы подстраивать ААХ и ФАХ характеристики исходя из работы усилителя мощности [2]. Наличие двух этих блоков позволяет компенсировать нелинейные искажения, вносимые многими рядами причин, что делает систему более устойчивой.

В данной работе система предискажений была основана на модели Вольтера. В этой модели каждый отсчет сигнала умножается на

созвездий испытательного сигнала без использования цифровых предсказаний с полученными значениями EVR.

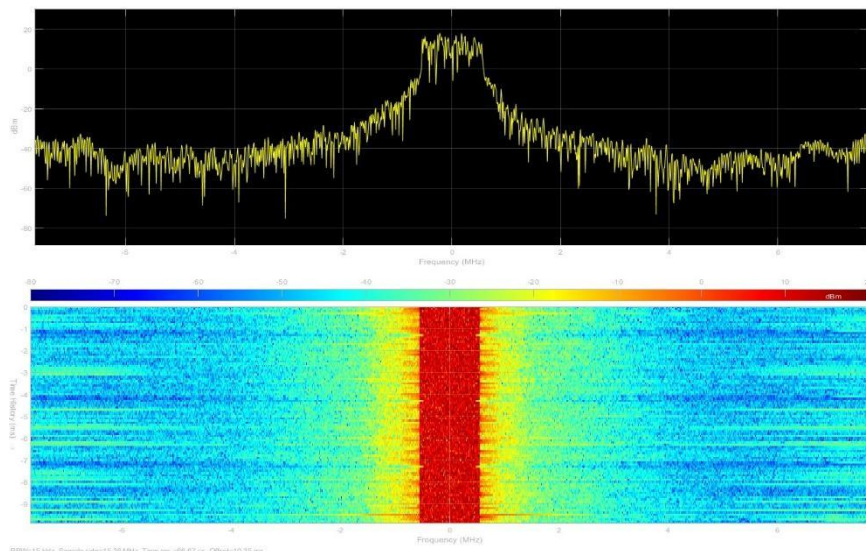


Рис. 2. Спектр и спектрограмма испытательного сигнала без использования цифровых предсказаний

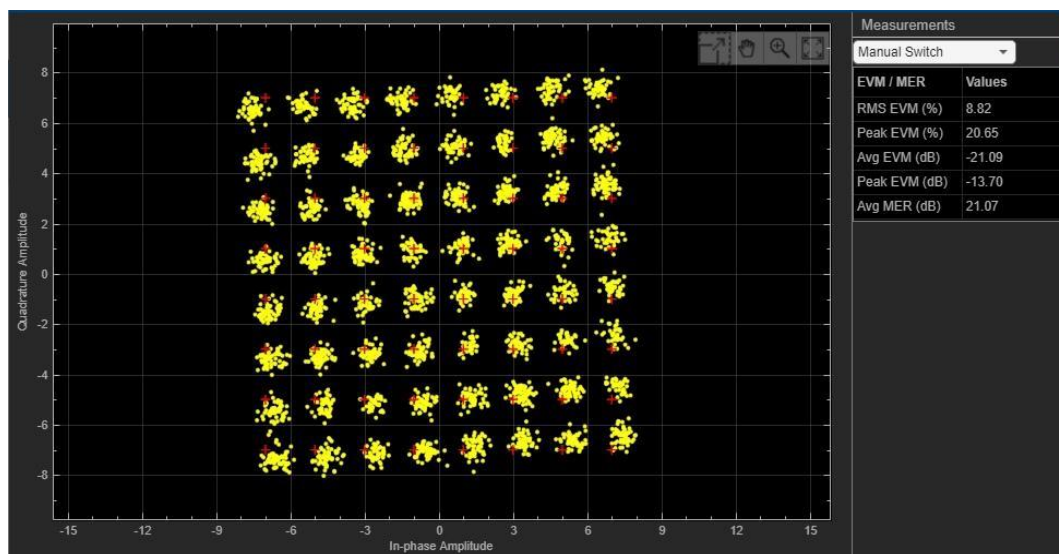
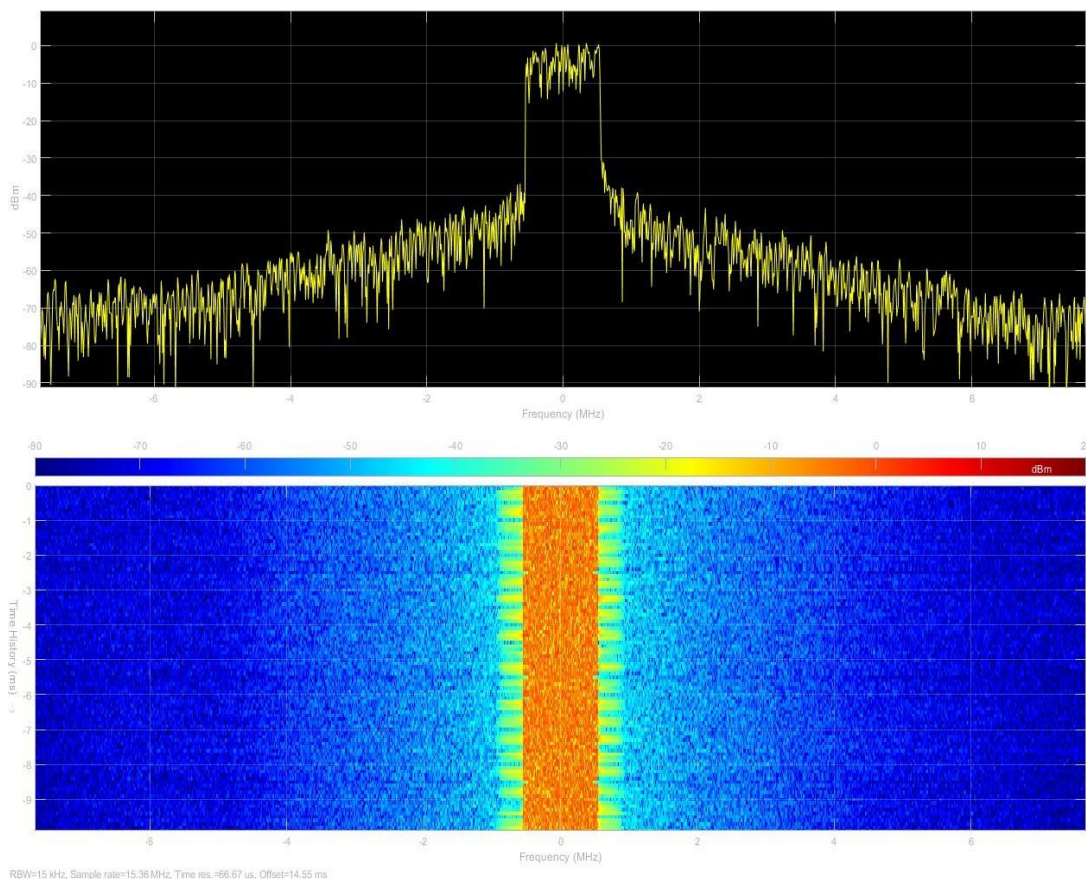


Рис. 3. Диаграмма созвездий испытательного сигнала без использования цифровых предсказаний

Для данного случая максимальное значение EVM составляло 20.65%, что по рекомендации 3GPP TS 38.211 V1.2.0 является недопустимым для стандарта 5G NR.

При моделировании внесения цифровых предсказаний в передающий тракт, корректор реализовывался с глубиной памяти равной 5. Полученный спектр и спектрограмма испытательного изображены на рисунке 4, диаграмма созвездий и EVR представлены на рисунке 5.



RBW=15 MHz, Sample rate=15.36 MHz, Time res.=66.67 us, Offset=14.55 ms

Рис. 4. Спектр и спектрограмма испытательного сигнала с использованием цифровых предискажений

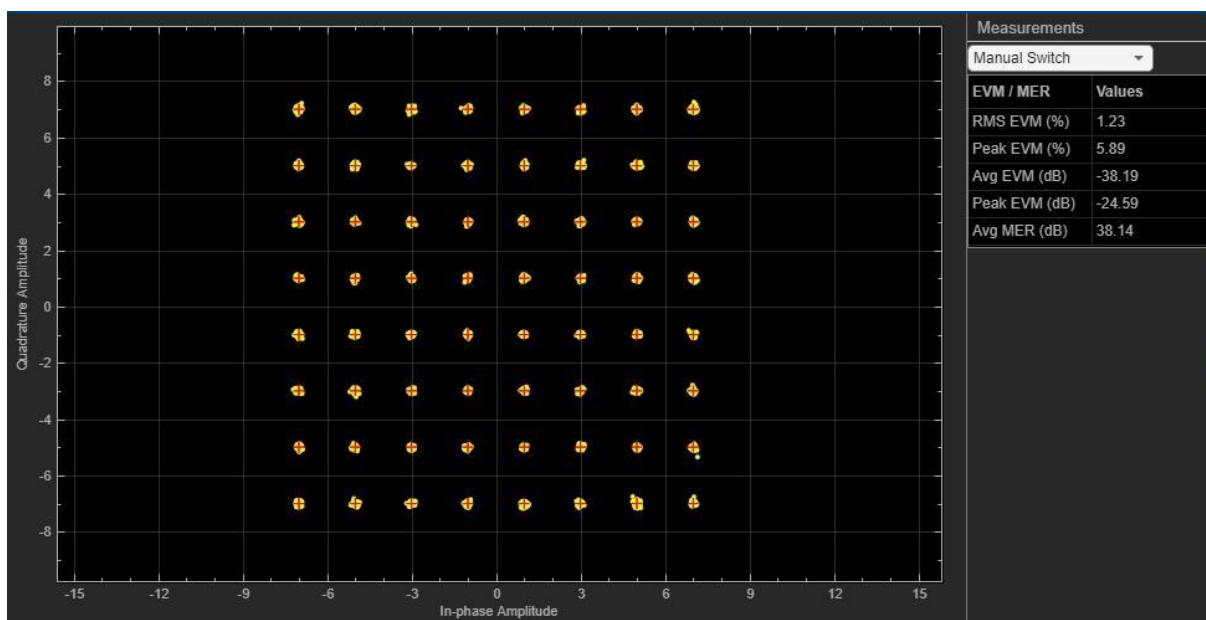


Рис. 5. Диаграмма созвездий испытательного сигнала с использованием цифровых предискажений

Как видно из рисунка 4, пиковое значение EVM составило 5.89%, что для указанных ранее рекомендаций является допустимы, конечный выигрыш от использования предискажений составил 20% для параметра

модуля векторной ошибки. В данном случае можно сказать, что глубина памяти равная 5 является даже излишней. Исходя из этого, при разработке блока цифровых предскажений выбор глубины памяти и степень полинома модели позволит добиться компромисса между улучшением параметров сигнала и сложностью, и стоимостью реализации блока корректора и блока адаптации.

Список используемых источников

1. 3GPP Specification S38.211 V1.2.0: Springer, 2017.
2. Кожемякин И.И., Семушин И.В. Линеаризация с предскажением для исправления дефектов работы радиочастотного усилителя мощности в сетях 5G с массивным ММО. Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2018, № 2, с. 28-34.
3. Шутов В.Д. Линеаризация СВЧ усилителей мощности методом цифровых предскажений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. 2015, с. 24-30.

Sopov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of methods for linearization of kv band power amplifiers by digital pre-stimulation method.

A method for linearization of HF amplifiers is presented, a digital pre-distortion method is presented, and the main problems that should be solved by this method are identified. This method was modeled and made to optimize its use.

Key words: *Tnon-linear distortions, linearization of the amplifying path, digital pre-distortion.*

УДК 621.396.965, 621.396.41
ГРНТИ 49.43.29, 49.33.31

ОЦЕНКА ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛА СВЯЗИ В МІМО-РАДИОСИСТЕМЕ МЕТОДОМ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Р. Ф. Халиуллин, А. И. Сулимов

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Для достижения максимальной эффективности использования ресурсов канала связи в МІМО-радиосистемах требуется точная оценка матрицы импульсных характеристик частичных каналов между массивом передающих и массивом приемных антенн. В работе выполнено моделирование процесса синтеза оценки матрицы импульсных характеристик МІМО-радиосистемы размерности (4 x 4) методом максимального правдоподобия по выборке измерений отклика канала на сверхширокополосный зондирующий радиосигнал с псевдослучайной квадратурной манипуляцией QAM16. Описывается методика моделирования массива импульсных характеристик пространственно-коррелированных радиоканалов, образованных близкорасположенными передающими и приемными антеннами.

МІМО, импульсная характеристика канала, многолучевое распространение радиоволн, сверхширокополосное зондирование канала

В настоящее время, технология МІМО (Multiple Input Multiple Output) находит широкое применение при анализе качества канала 5G, а также при создании физических генераторов случайных последовательностей [1]. Данная технология может применяться и для изучения пространственно-временной структуры физической среды распространения радиосигналов. Преимуществом МІМО-технологии является возможность сканирования среды одновременно с нескольких пространственных точек наблюдения [2].

При распространении радиоволн в городских условиях и замкнутых пространствах возникает эффект многолучевости [3], который заключается в возникновении нескольких независимых путей распространения сигнала [4]. На входе приемной антенны наблюдается несколько копий переданного сигнала со случайными задержками и ослаблениями. При этом многолучевая обстановка создается ближайшим случайным окружением антенны.

Для учета многолучевого эффекта была разработана компьютерная имитационная модель среды в приближение пространственной марковской цепи с пуассоновским распределением числа рассеивателей.

Исчерпывающую информацию о свойствах среды содержит импульсная характеристика (ИХ), для точной оценки которой может использоваться метод сверхширокополосного (СШП) зондирования. ИХ среды может быть восстановлена по отклику на СШП-зондирующий сигнал с псевдослучайной манипуляцией методом максимального правдоподобия. В МІМО-системах оценке подлежит матрица импульсных характеристик \hat{H} [2].

Для апробации метода оценки матрицы ИХ [2] требовалось смоделировать тестовую многолучевую среду. В рамках данной работы моделировалась ММО-радиосистема, состоящая из 4-х передающих и 4-х приемных антенн. Генерация многолучевой среды выполнялась в приближении пространственной марковской цепи с пуассоновским распределением числа рассеивателей. При переходе от одной антенны к соседней состояние канала изменялось в соответствии с пространственной коррелированностью характеристик многолучевой среды. Для учета этого эффекта на первом этапе генерировались рассеиватели для опорного радиоканала между первой передающей (TX1) и первой приемной (RX1) антеннами. Затем, с учетом коэффициента пространственной корреляции $R(d_2)$, генерировались рассеиватели для соседнего канала TX1-RX2, где d_2 – расстояние между антеннами RX1 и RX2. Данный процесс повторялся для каждой пары соседних каналов TX1-RXi и TX1-RX(i+1), что схематично показано на рис.1.

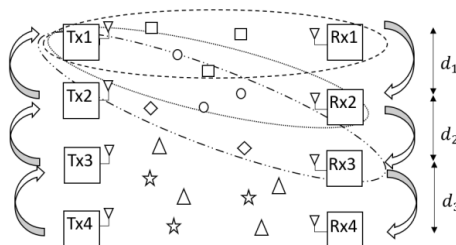


Рис. 1. Схематичный план многолучевой среды

Количество рассеивателей в канале TX1-RXi вычисляется согласно:

$$n_i = \bar{n} + R(d_i) * (n_{\text{оп}} - \bar{n}) + \sqrt{1 - R(d_i)^2} * (n_{\text{оп}} - \bar{n}), \quad (1)$$

где $R(d_i) = \text{Exp}[d_i/l_{\text{cor}}]$ – пространственный коэффициент корреляции, \bar{n} – среднее количество рассеивателей в среде, $n_{\text{оп}}$ – число рассеивателей в опорном канале TX1-RX1, l_{cor} – радиус корреляции (м), d_i – расстояние между антеннами RX1 и RXi, ($1 \leq i \leq 4$). В формуле (1) учтено, что у соседних каналов часть рассеивателей являются общими, но часть – независимыми. С учетом коэффициента пространственной корреляции, количество общих рассеивателей в каналах TX1-RX1 и TX1-RXi:

$$n_{\text{общ}} = n_i * R(d_i)^2. \quad (2)$$

Учитывая взаимность канала относительно приемных и передающих антенн, аналогичная пространственная марковская цепь, определяемая формулами (1)-(2), может быть использована и на стороне передающих антенн TXi-RXj, ($1 \leq \{i, j\} \leq 4$). В результате, генерируется 16 частично перекрывающихся наборов рассеивателей, на основе которых далее моделируется матрица импульсных характеристик частных каналов TXi-RXj.

Каждый частный канал TXi-RXj описывается моделью линейного фильтра с конечной импульсной характеристикой [5]:

$$h_{ij}(t) = \sum_{k=1}^{nij} \alpha_{ijk}(t) \delta(t - \tau_{ijk}) \quad (3)$$

где, $\alpha_{ijk}(t)$ – коэффициенты ослабления k -го частичного луча, τ_{ijk} – задержка k -го луча. Импульсная характеристика $h_{ij}(t)$ содержит исчерпывающую информацию о свойствах канала TX i -RX j . Комплексные коэффициенты ослабления частичных лучей вычислялись по формуле:

$$\alpha_{ijk}(t) = U_{ijk} \cdot e^{j\phi_{ijk}} \quad (4)$$

где использовалась степенная модель ослабления сигнала $U_{ijk} = U_0 \cdot (r_{ijk}/r_0)^{-m}$, U_0 – амплитуда на опорном расстоянии r_0 , величина r_{ijk} – длина пути k -го луча, $m = 2$ – показатель ослабления [4].

Передающие антенны размещались вдоль прямой, перпендикулярной к оси радиолинии, с равным шагом $d_i = 12,5$ м. Аналогичным образом размещались и приемные антенны. Минимальную протяженность 150 метров имели каналы TX i -RX i . На рисунках 2-5 представлены сгенерированные импульсные характеристики $h_{ij}(t)$, ($1 \leq \{i, j\} \leq 4$). Из рисунков 2-5 видно, что с увеличением длины канала TX i -RX j профиль ИХ смещается в область более высоких задержек τ_{ijk} .

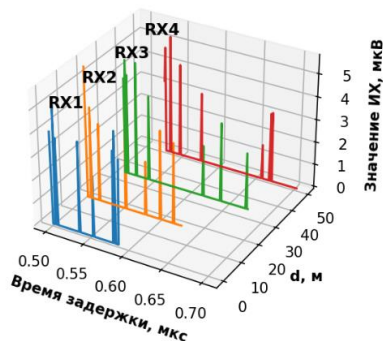


Рис. 2. ИХ для 1-ой передающей антенны

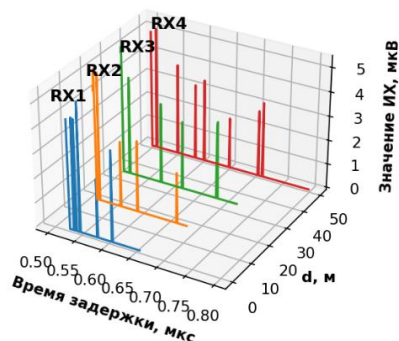


Рис. 3. ИХ для 4-ой передающей антенны

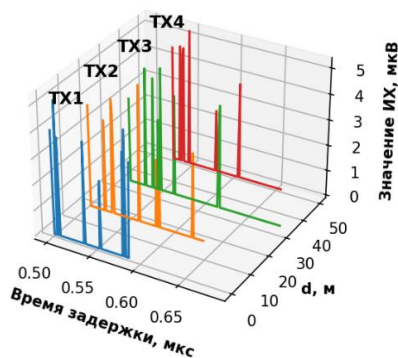


Рис. 4. ИХ для 1-ой приемной антенны

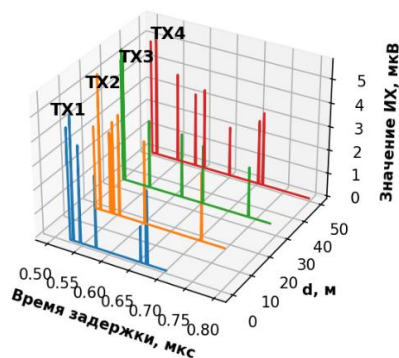


Рис. 5. ИХ для 4-ой приемной антенны

Смоделированные импульсные характеристики на рисунках 2-5 учитывают эффект пространственной корреляции – для пары соседних каналов (например, для TX(i+1)-RXj и TXi-RXj либо для TXi-RXj и TXi-RX(j+1)) профили импульсных характеристик содержат подобные фрагменты.

Зондирующий сигнал в виде радиоимпульса с (QAM-16) генерировался в среде виртуального моделирования GNURadio. Несущая частота сигнала составляла 5 ГГц при ширине спектра 160 МГц. Согласно неравенству Крамера-Рао, при отношении (сигнал/шум) SNR=12 дБ это позволяет оценивать временную задержку лучей с точностью до $\sigma_\tau = 1,1$ нс. Фрагмент квадратур сгенерированного сигнала изображен на рисунке 6.

Восстановление импульсной характеристики канала TXi-RXj по выборке отсчетов принимаемого сигнала $x_{ij} = S \cdot h_{ij} + z_{ij}$ выполнялось согласно методу максимального правдоподобия [3]:

$$\tilde{h}_{ij} = (S^T \cdot S)^{-1} S^T \cdot x_{ij} \quad (5)$$

где x_{ij} - вектор наблюдений длиной 1000 отсчетов. Матрица S (заполняется ступенчато отсчетами зондирующего сигнала) умножалась на столбец h_{ij} отсчетов эталонной импульсной характеристики, после чего накладывались отсчеты аддитивного шума z_{ij} .

В матричном виде уравнение оценки (5) принимает следующий вид:

$$\tilde{H} = (S^T \cdot S)^{-1} \cdot S^T \cdot X \quad (6)$$

где $X = [x_{ij}]$ – матрица отсчетов принимаемого сигнала, $H = [h_{ij}]$ – матрица импульсных характеристик.

По формуле (6) была оценена матрица ИХ системы ММО. На рисунках 7-8 показан пример оценки ИХ для опорного канала TX1-RX1 при SNR=12дБ и SNR=26дБ. На рис.9 показан профиль абсолютной погрешности оценки

ИХ, при этом средняя относительная погрешность составила 10%. Из данных результатов можно сделать вывод о состоятельности полученной оценки.

Таким образом, разработанная компьютерная имитационная модель многолучевой среды распространения позволяет анализировать эффективность восстановления матрицы импульсной характеристики ММО-радиосистемы с произвольной геометрией в широком диапазоне изменения параметров системы.

Результаты моделирования показали, что рассмотренный метод СШП-зондирования позволяет разрешать соседние многолучевые компоненты с точностью до 4,7 нс. В дальнейшем планируется экспериментальная верификация рассмотренного метода с использованием технологии программируемого радио SDR.

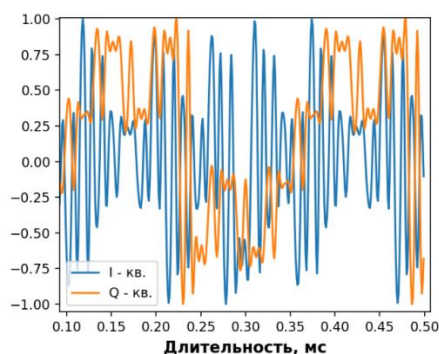


Рис. 6. Квадратуры модулированного сигнала

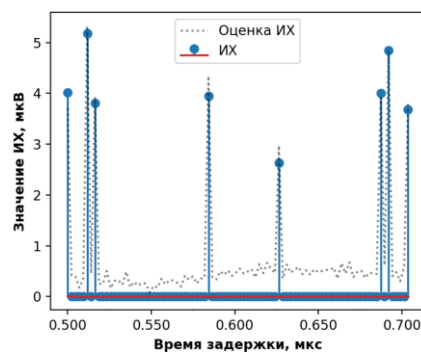


Рис. 7. Результаты оценки ИХ многолучевого канала при SNR=26дБ

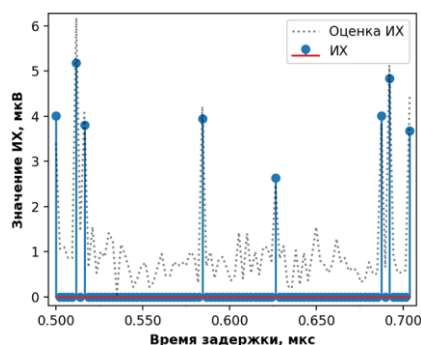


Рис. 8. Результаты оценки ИХ многолучевого канала при SNR=12 дБ

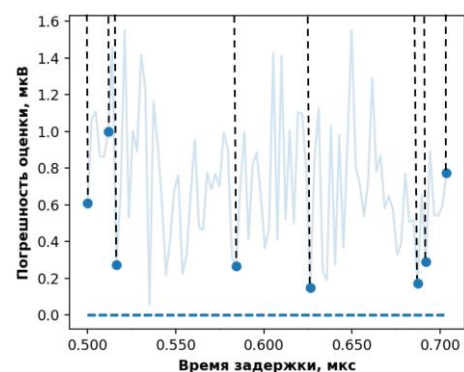


Рис. 9. Погрешность оценки ИХ многолучевого канала при SNR=12 дБ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ismayil Siyad С., Tamilselvan S. Chaotic deep neural network based physical layer key generation for massive MIMO/ Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management 2021, P.12
2. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи. Нижний Новгород, 2006, 99 с
3. Пономарев, Г.А. Распространение УКВ в городе [Текст] / Г.А. Пономарев, А.М. Куликов, Е.Д. Тельпуховский. – Томск: МП «Раско», 1991. – 223 с.
4. Burg, A.G. The multipath problem: an overview // IEE Colloquium on Multipath Countermeasures . - London: 1996. - С. 1-1.
5. Моделирование беспроводных систем связи: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Вершинин А.С. – ТУСУР. Томск, 2014. 29-31 с.

Khaliullin R., Sulimov A.

Kazan Federal University

Estimation of the Impulse Response of a Communication Channel in a MIMO-Radio System by the Method of Ultra-Wideband Sounding.

It is known that a maximum efficiency of MIMO radio system is achieved through an accurate estimation of the matrix of pulse responses of partial channels between the arrays of transmitting and receiving antennas. The paper considers the problem of matrix pulse responses estimation based on the maximum likelihood method for a (4 x 4) test MIMO radio system. The method uses samples of probing the surrounding multipath environment with a pseudorandom QAM16 UWB-sounding signal. A method for modeling the array of pulse characteristics of spatially correlated multipath radio channels formed by nearby transmitting and receiving antennas is also described.

Key words: MIMO, channel pulse response, multipath propagation of radio waves, UWB-sounding signal.

2.3. Проектирование и технология радиоэлектронных средств

УДК 621.396.677.32

ГРНТИ 49.13.13

РАЗРАБОТКА ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ ДЛЯ РАБОТЫ В СОСТАВЕ АДАПТИВНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК КВ ДИАПАЗОНА

Я. Д. Савченко

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

Обеспечение динамического управления характеристиками направленности антенн является важной задачей, решение которой позволяет наиболее эффективно использовать энергетические ресурсы систем КВ связи, значительно сократить общее количество антенн и занимаемую ими площадь. В статье рассматривается вопрос построения фазосдвигающих цепей для антенной решетки, выполненной на базе логопериодических излучателей, и предназначенной для работы в коротковолновом диапазоне частот с радиопередатчиком номинальной мощностью 100 кВт, с целью адаптации ее диаграммы направленности по направлению главного излучения.

ФАР, ЛПА, фазовращатель, инвертор, КВ диапазон

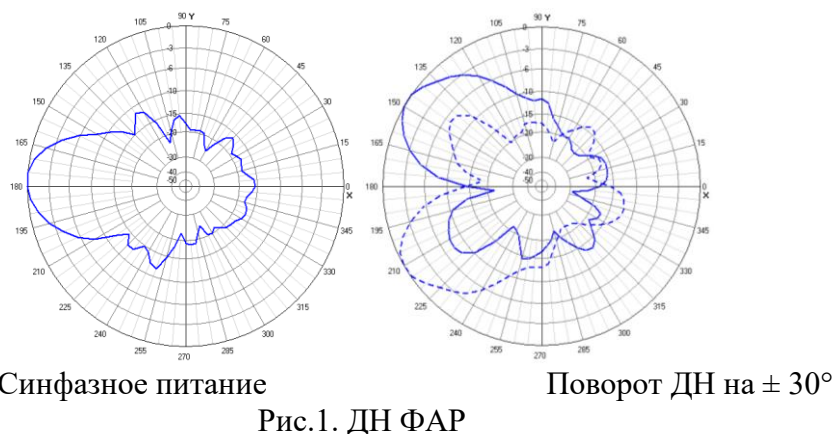
Адаптивная фазированная антенная решетка на базе трех секций двояных по высоте логопериодических излучателей ЛПА предназначена для обеспечения магистральной радиосвязи ионосферной волной в заданном секторе обслуживания [1].

Далее приведены основные технические характеристики АФАР:

- Диапазон рабочих частот: от 4 до 24 МГц;
- Сектор обслуживания по азимуту: $\pm 45^\circ$;
- Коэффициент 16-20 dBi в максимуме ДН;
- Средняя входная мощность – 100 кВт;
- Пиковая входная мощность – 400 кВт;
- КСВ на входе ФАР – не более 2,5;

Антенная решетка должна обеспечивать азимутальный сектор обслуживания для в пределах $\pm 45^\circ$ с поворотом главного лепестка ДН на $\pm 30^\circ$ (как показано на рисунке 1).

Управление положением луча антенной решетки осуществляется изменением фазовых соотношений между токами в излучающих элементах.



В процессе электромагнитного моделирования антенной решетки в пакете FEKO было получено, что для обеспечения сектора обслуживания по азимуту $\pm 45^\circ$ и соответствующего поворота главного лепестка ДН излучатели решетки должны иметь возможность включения с поворотом фазы $0-90-180^\circ$.

Для обеспечения необходимого фазового сдвига используется система фазовращателей, включенных в фидерную систему, и инверторы.

Структурная схема ФАР представлена на рисунке 2.

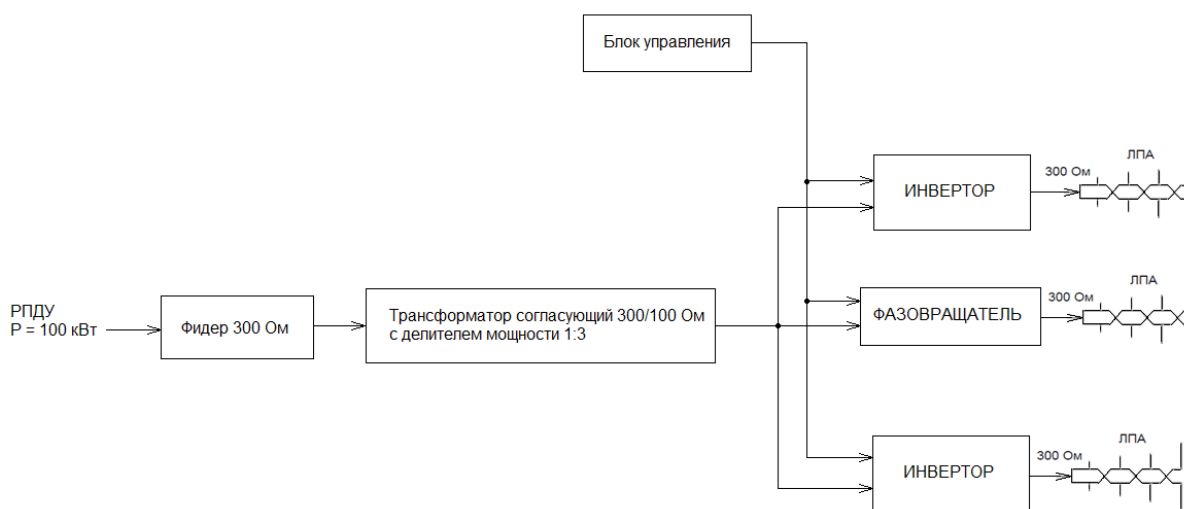


Рис. 2. Структурная схема ФАР

Для поворота фазы на угол 180° используется инвертор - коммутатор, в котором обеспечивается замыкание противофазных проводников симметричного фидера.

Поворот фазы на угол 90° осуществляется включением дополнительных отрезков фидерной линии, что с учетом заданных пиковых мощностей и получения максимальной надежности вполне оправдано, по сравнению с фазосдвигающими цепями на сосредоточенных элементах.

В качестве коммутирующего устройства целесообразно использовать автоматизированные коммутаторы симметричных линий, обеспечивающие требуемую электрическую прочность с учетом характеристик антенны и РПДУ.

Исходные данные:

Мощность средняя	100 кВт
Мощность максимальная (пиковая)	400 кВт
КСВ антенны	< 2,5
Волновое сопротивление в линии	300 Ом

Выбор элементной базы.

Для коммутатора основным элементом будут переключатели. Наименьшими массогабаритными характеристиками и временем переключения обладают переключатели, выполненные на основе вакуумных реле.

На основании проведенного анализа в инверторах и фазовращателях в качестве основного коммутирующего элемента принято решение использовать высоковольтные высокочастотные вакуумные электромагнитные реле *G2LSF Gigavac* с током рабочим до 30 А и напряжением до 7 кВ в диапазоне частот до 32 МГц, которые были подобраны с учетом необходимой электрической прочности [2,3].

Для исключения образования конденсата внутри коммутатора, вследствие чего уменьшается пробивное напряжение, а также увеличения теплоотвода от токоведущих частей, внутренний объем высокочастотной части коммутаторов заполняется теплопроводящим герметиком с низким тангенсом диэлектрических потерь и высоким значением пробивного напряжения.

Электрическая прочность по напряжению обеспечивается выбором соответствующих изоляторов, зазоров, коммутирующих элементов. Коммутаторы и фазовращатели подключаются к фидерной линии через изоляторы ПР-5 с рабочим напряжением 10 кВ.

Электрическая прочность по току обеспечивается применяемыми материалами, диаметрами/шириной токоведущих частей, параметрами применяемых коммутирующих элементов.

Инвертор.

Электрическая схема инвертора приведена на рисунке 3. Каждый из Входов 1.1 и 1.2 имеет возможность коммутации с Выходами 2.1 и 2.2. Для обеспечения запаса по току в схеме для коммутации каждого входа используется 2 параллельно включенных реле.

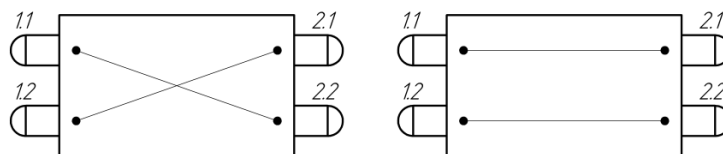


Рис. 3. Схема инвертора.

Фазовращатель.

Фазовращатель выполняется по принципу включения и выключения дополнительных ветвей фидерной системы (для поворота фазы на угол 90°). При этом фазовый сдвиг, вносимый отрезком фидера определенной длины, меняется в диапазоне рабочих частот антенной решетки.

По результатам электромагнитного моделирования получено: максимум коэффициента усиления антенной решетки с отклонением не более 0,5 дБ достигается при ошибке фазирования 34° . Достаточную точность фазирования можно определить на уровне $\pm 30^\circ$ (от 60 до 120°), что в диапазоне частот $4,0 \div 24,0$ МГц (диапазон длин волн $75 \div 12,5$ м, 6-ти кратный) можно обеспечить тремя фазосдвигающими звеньями.

Все три звена суммарной длиной 13,7 м дают сдвиг фазы от 60 до 120° в диапазоне частот от 3,65 МГц до 7,3 МГц, 2 звена суммарной длиной 7,34 м дают сдвиг фазы от 60 до 120° в диапазоне частот от 6,8 МГц до 13,62 МГц, 1 звено длиной 3,94 м обеспечивает сдвиг фазы 60 до 120° в диапазоне частот от 12,69 МГц до 25,4 МГц. Расчет сдвига фазы выполнен по следующей формуле:

$$\Delta\varphi = k \cdot l = \frac{l \cdot 2\pi}{\lambda} \text{ (рад)}, \quad \Delta\varphi = \frac{l \cdot 360^\circ}{\lambda}$$

Диапазон частот работы ФАР $4 - 24$ МГц. При повороте ДН одно звено задействовано в диапазоне частот от 13 до 24 МГц, два звена – в диапазоне от 7 до 13 МГц, все три звена в диапазоне от 4 до 7 МГц. Данные соотношения представлены на рисунке 4.

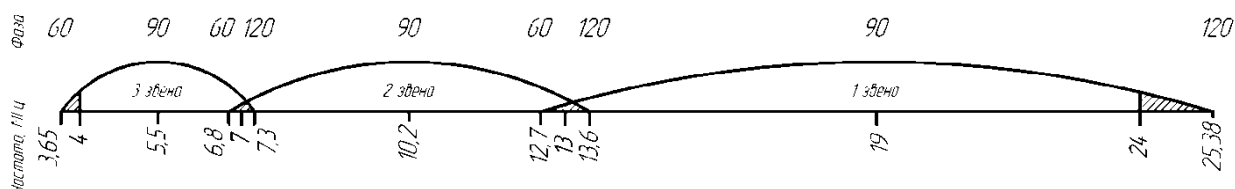


Рис. 4. Сдвиг фазы, обеспечиваемый каждым звеном в диапазоне частот.

Фазовращатель выполнен в виде 3-х коммутаторов 2×2 , соединенных отрезками фидерной линии, обеспечивающими фазовый сдвиг. Общий вид фазовращателя приведен на рисунке 5.

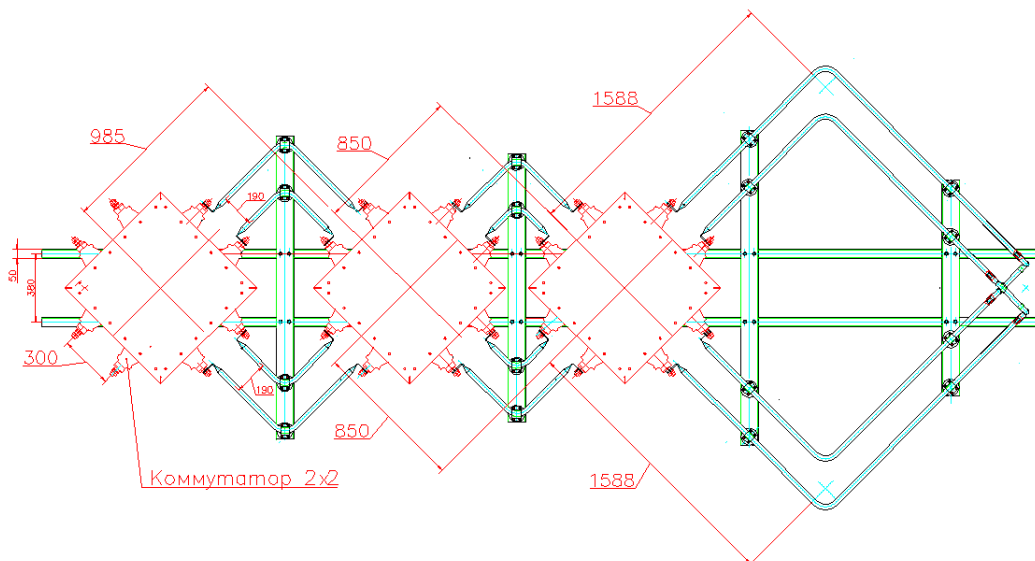


Рис.5. Общий вид фазовращателя

Отрезки фидерной линии, выполняются в виде двухпроводной симметричной линии с волновым сопротивлением $W = 300$ Ом. Расчет волнового сопротивления фидера сводится к решению соответствующей электростатической задачи [4, 5].

Волновое сопротивление двухпроводной симметричной фидерной линии рассчитывается по формуле:

$$W = 120 \cdot \ln \frac{2D}{d}, \text{ Ом, где}$$

D – расстояние между проводниками, мм;

d – диаметр проводников, мм.

В качестве проводников используются медные трубы диаметром 30 мм. Для обеспечения необходимого волнового сопротивления фидера $W = 300$ Ом расстояние между проводниками должно быть $D = 180$ мм.

Схема коммутатора 2x2 приведена на рисунке 6.

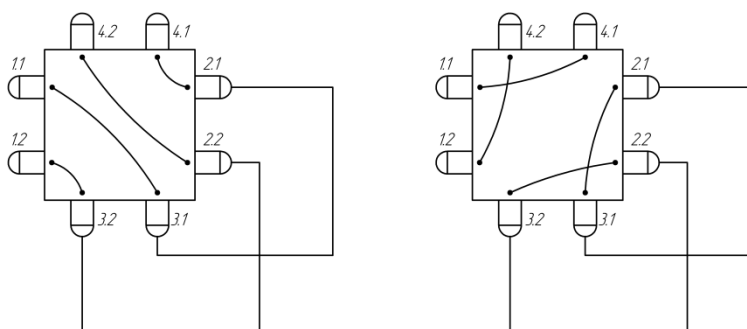


Рис. 6. Схема коммутатора 2x2

Общий вид коммутатора 2x2 приведен на рисунке 7.

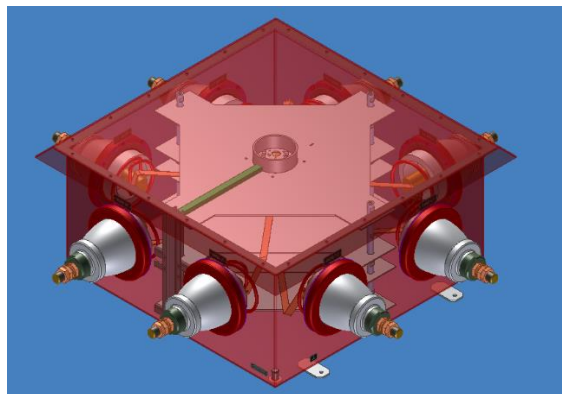


Рис.7. Общий вид коммутатора 2х2

Список используемых источников:

1. Калинин А. И., Черенкова Е. Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний. М.: Связь, 1971. 440 с.
2. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. М.: Высшая школа, 1988.
3. Наденко С. И. Антенны. М.: Связьиздат, 1959. 552 с.
4. Айзенберг Г. З., Белоусов С. П., Журбенко Э. М., Клигер Г. А., Курашов А. Г. Коротковолновые антенны (издание второе). М.: Радио и связь, 1985.
5. Айзенберг Г. З. Коротковолновые антенны. М.: Связьиздат, 1962. 816 с.

Savchenko Y.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Designing a phase-shifter for a short-wave log-periodic antenna array.

Providing dynamic control of antenna direction characteristics is an important task, the solution of which allows the most efficient use of the energy resources of HF communication systems, significantly reducing the total number of antennas and the area occupied by them. The article considers the issue of constructing phase-shifting circuits for an antenna array made on the basis of logoperiodic emitters, and designed to work in the short-wave frequency range with a radio transmitting device with a nominal power of 100 kW, in order to adapt its directional pattern in the direction of the main radiation.

Key words: *phased array, log-periodic antenna array, phase-shifter, phase inverter, short waves.*

2.4. Радиотехнические системы и антенны

УДК 621.396.99
ГРНТИ 49.33.29

РЕГУЛЯРИЗОВАННЫЙ АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ АНТЕНН С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ ДЛЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ

Н. А. Афанасьев, Е. И. Глушанков

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

Для организации радиосвязи в настоящее время широкое распространение получают спутниковые группировки. При этом востребованными являются группировки на низкой околоземной орбите, за счет обеспечения полного покрытия земной поверхности. В работе предлагается алгоритм пространственно-временной обработки сигналов для повышения помехоустойчивости спутниковых радиолиний при формировании антенны с синтезированной апертурой за счет движения космического аппарата.

регуляризованный алгоритм адаптации, синтезированная апертура, адаптивный фильтр, низколетящий космический аппарат

Одним из методов повышения помехоустойчивости систем радиолокации, радионавигации и радиосвязи является пространственно-временная обработка сигналов (ПВОС) в антеннах с синтезированной апертурой (СА) [1]. При этом возможно использование адаптивной ПВОС, то есть применение адаптивных антенн с СА [2, 3]. В данном случае при адаптации антенн с СА одним из наиболее существенных требований является быстрая сходимость адаптивных процедур в связи с высокой скоростью объектов, на которых установлены антенны с СА. В данной статье предлагается рассмотреть ПВОС в антеннах с СА на низкоорбитальных космических аппаратах (НКА), используя их передвижение для формирования элементов СА.

Рассмотрим адаптивную антенну с СА, находящуюся на космическом аппарате и представленную на рис. 1, где 1 – положение перемещающегося равномерно и прямолинейно на интервале времени адаптации со скоростью v НКА в момент времени t_1 , 2 и 3 – источники сигнала и помехи соответственно.

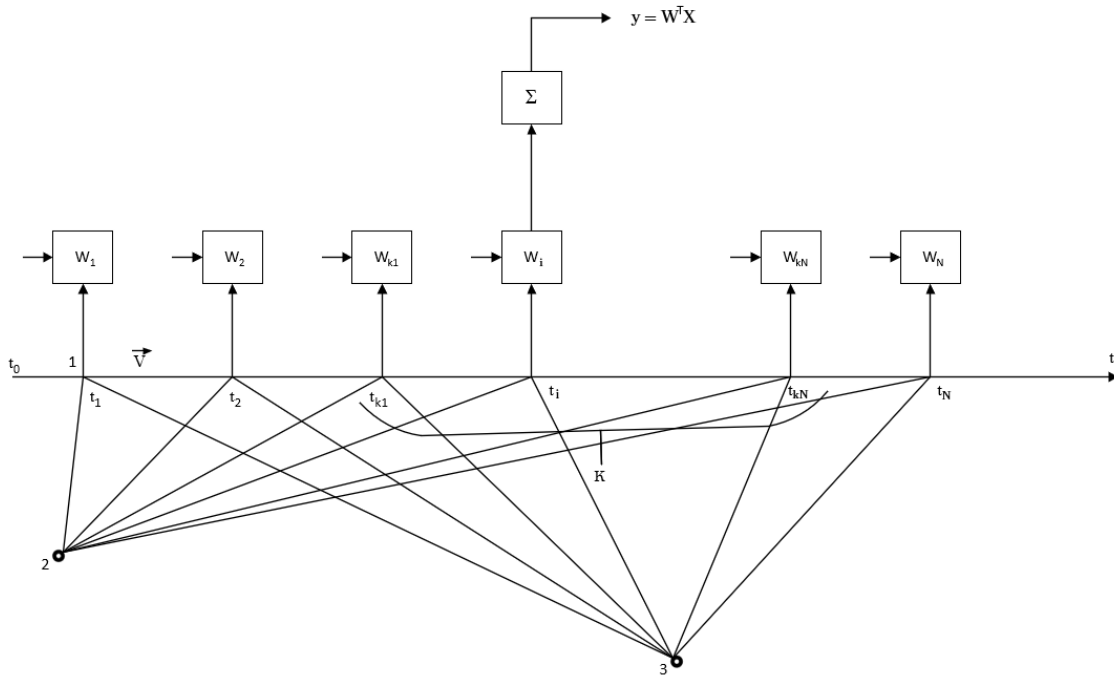


Рис.1. Схема адаптивной антенны с СА

Основываясь на представлении, предложенном в [2], запишем в общем виде сигнал на входе антенной системы i -й момент времени:

$$x(t_i) = S(t_i) \exp(-j\phi_s(t_i)) + p(t_i) \exp(-j\phi_p(t_i)),$$

где $S(t_i)$, $p(t_i)$ - функции, определяющие форму огибающей сигнала и помехи; $\phi_s(t_i)$, $\phi_p(t_i)$ - их фазовые составляющие, описываемые выражением вида [1]:

$$\phi_s(t_i) \approx w_{0s} t_i - \frac{2\pi R_{0si}}{\lambda_s} + \frac{2\pi v t_i}{\lambda_s} \sin \theta_{si} - \frac{\pi v^2 t_i^2}{\lambda_s R_{0si}} \cos^2 \theta_{si} + \phi_{si}(t_i);$$

$$\phi_p(t_i) \approx w_{0p} t_i - \frac{2\pi R_{0pi}}{\lambda_p} + \frac{2\pi v t_i}{\lambda_p} \sin \theta_{pi} - \frac{\pi v^2 t_i^2}{\lambda_p R_{0pi}} \cos^2 \theta_{pi}.$$

Здесь $w_{0s} t_i$, $w_{0p} t_i$ - линейно изменяющиеся со временем фазовые сдвиги относительно несущей частоты сигнала и помехи; $\frac{2\pi R_{0si}}{\lambda_s}$, $\frac{2\pi R_{0pi}}{\lambda_p}$ - фазовые сдвиги, обусловленные временем распространения сигналов от станции до ЛА; $\frac{2\pi v t_i}{\lambda_s} \sin \theta_{si}$, $\frac{2\pi v t_i}{\lambda_p} \sin \theta_{pi}$ - линейные составляющие изменения фазы сигнала и помехи, обусловленные доплеровским смещением частоты; $\frac{\pi v^2 t_i^2}{\lambda_s R_{0si}} \cos^2 \theta_{si}$, $\frac{\pi v^2 t_i^2}{\lambda_p R_{0pi}} \cos^2 \theta_{pi}$ - квадратичные составляющие изменения фазы сигнала и помехи; $\phi_{si}(t_i)$ - информационная составляющая фазы сигнала.

Будем предполагать, что мощность помехи превышает мощность полезного сигнала, что справедливо для большинства практически важных случаев использования радиолокационных и радионавигационных спутниковых систем и определим оптимальное значение вектора весовых коэффициентов (ВВК) адаптивной антенной системы, оптимальной по критерию максимума отношения сигнал/помеха на выходе антенны, описывающего ее диаграмму направленности после адаптации в виде [4]

$$W = bM^{-1}S_{оп}, \quad (1)$$

где b - произвольное число, не равное нулю; $S_{оп}$ - значение вектора опорного сигнала, определяемого углом прихода полезного сигнала; M - оценка матрицы ковариации помех вида $M_{pp} = E[pp^T]$, p - вектор помех (при превышении уровня помех над сигналом можно принять, что $p = x$), E - символ математического ожидания, T - знак транспонирования.

Основываясь на предположении, что координаты источника полезного сигнала либо априорно известны, либо определены известными методами [4], в качестве вектора опорного сигнала выберем вектор, характеризующий направление прихода полезного сигнала:

$$S_{оп}(k) = [e^{-j\phi k_1}, e^{-j\phi k_2}, \dots, e^{-j\phi k_N}],$$

где N - число, определяющее размер синтезируемой апертуры; k - величина, определяющая положение отрезка наблюдения на линии синтеза (рис. 1); ϕk_i - значение фазы полезного сигнала на входе антенны в момент дискретного времени k_i .

Размерность соответствующих матриц и векторов определяется числом отсчетов, используемых при синтезировании апертуры. Значение достаточной статистики, определяющее оценку полезного сигнала на выходе устройства обработки, после синтезирования апертуры равно $y(k) = W^T(k)x(k)$.

Обычно максимально правдоподобная оценка матрицы M , которая используется в (1) для определения ВВК, находится из выражения

$$M = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^N x(k)x^T(k)$$

где N - число выборки.

Для хорошей обусловленности матрицы M требуется, чтобы выполнялось условие $N \geq L$ (L - размерность ВВК). В противном случае при $N > L$ матрица будет вырожденной или плохо обусловленной. Однако при применении алгоритма непосредственного обращения матрицы (1) целесообразно выбирать $N=1$, т. е. осуществлять мгновенную оценку

матрицы, в связи с перемещением ЛА и необходимостью вычисления в реальном времени оценки полезного сигнала. Поэтому в данном случае ковариационная матрица M всегда будет вырожденной.

Для предотвращения расходимости алгоритма пространственно-временной обработки сигналов (ПВОС) при вырожденной матрице M целесообразно использовать метод регуляризации [3]. В данном случае мгновенная оценка матрицы M определяется в каждый момент времени как

$$M = \alpha I + xx^T,$$

где $\alpha > 0$ - параметр регуляризации; I - единичная матрица.

На рисунке 2 видно, что с увеличением отношения сигнал/помеха отличие элементов ВВК друг от друга начинает уменьшаться.

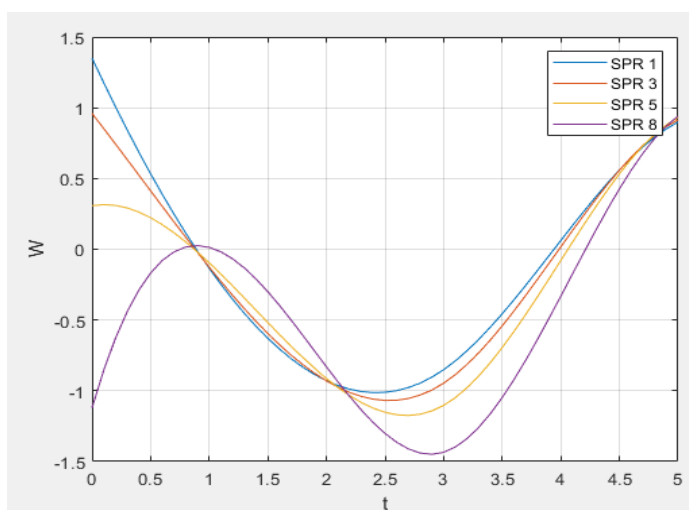


Рис.2. График сравнения ВВК для разных отношений сигнал/помеха

На рисунке 3 представлена диаграмма направленности синтезируемой апертуры.

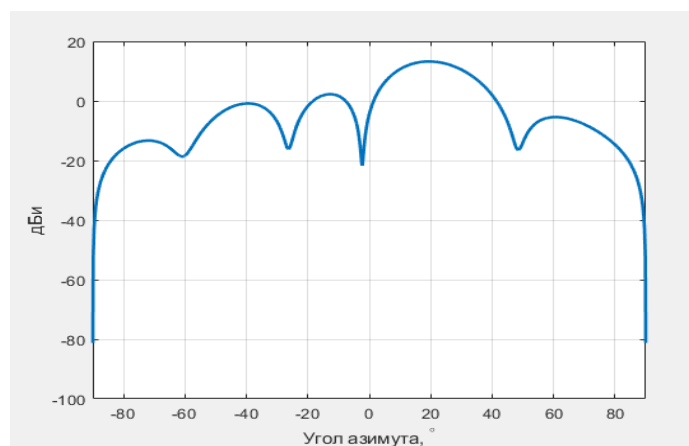


Рис.3. Диаграмма направленности

Из результатов видно, что регуляризованный алгоритм адаптации антенных систем с СА обладает высоким качеством и может быть рекомендован для применения в радиолокационных и радионавигационных системах, находящихся на НКА.

Список используемых источников:

1. Караваев В.В., Сазонов В.В. Основы теории синтезированных антенн. – М.: Сов. Радио, 1974. – 168 с.
2. Родимов А.П., Глушанков Е.И., Кобин С.В. Адаптивная пространственно-временная обработка радиосигналов в антенных системах с синтезированной апертурой // Радиотехника и электроника, 1987, Т.32, №3, с. 640-642.
3. Журавлев А.К., Хлебников В.А., Родимов А.П. и др. Адаптивные радиотехнические системы с антенными решетками. – Л.: Издательство ЛГУ, 1991. – 544 с.
4. Ратынский М.В. Адаптация и сверхразрешение в антенных решетках. – М.: ЛЕНАНД, 2022. – 240 с.

Afanasev N., Glushankov E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Regularized adaption algorithm for antennas with synthesized aperture for noise resistant radio engineering systems in low earth orbit.

For the organization of radio communications, satellite constellations are now widely used. At the same time, constellations are requested in a close earth orbit, by providing full coverage of the earth's surface. The paper reveals the problem of detection-time processing of signals for the occurrence of noise immunity of satellite radio links at the frequency of observations with a synthetic aperture due to the movement of the spacecraft.

Key words: *regularized adaptation algorithm, synthetic aperture, adaptive filter, low orbit.*

УДК 621.396.96
ГРНТИ 47.49.02

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛУЧЕВОСТИ НА ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ МЕТОДАМИ СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ

Е. И. Глушанков, А. Д. Мухина

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

Методы сверхразрешения позволяют оценивать пространственные параметры сигналов, находящихся на сколь угодно малом расстоянии друг от друга. В то же время в реальных условиях на вход приёмника поступают кроме полезных сигналов и помех также и сигналы, отражённые от различных поверхностей. В работе исследуется влияние эффекта многолучевости на эффективность методов сверхразрешения вследствие коррелированности сигналов, распространяющихся по различным лучам. Для этого предложена модель в среде MATLAB, позволяющая оценить работу алгоритмов сверхразрешения в реальных условиях.

многолучевость, методы сверхразрешения, MATLAB

Многолучевое распространение – эффект, в результате которого сигнал распространяется по двум или более путям. Вследствие этого до приёмника доходит как прямой, так и отраженный сигнал. На открытом пространстве многолучевое распространение вызвано отражением от гладкой зеркальной поверхности (реки, озёра, асфальт) или от атмосферы.

В работе будет рассмотрено получение многолучевых коррелированных сигналов, часть которых прошла по прямому пути, а часть отразилась от ионосферы и от воды.

Характер отражения радиоволн от какой-либо поверхности зависит от ряда факторов: электрических свойств поверхности, степени её неровности, поляризации падающей волны, угла падения и, наконец, длины волны. Различают два вида предельных отражений: зеркальное и диффузное.

В работе для упрощения модели будем учитывать только зеркальное отражение. Такой вид отражения имеет место при отражении от гладкой поверхности. Однако, и при отражении от неровной поверхности в определённых условиях также может возникнуть зеркальное отражение.

Длину трассы примем за 10км. Тогда время распространения сигнала по прямому пути составит 33,3 мкс; с отражением от воды 38,9 мкс.; с отражением от ионосферы 401,4 мкс. Задержка по фазе при отражении от воды и ионосферы составит 67 и 290 градусов соответственно.

В исследовании задействуем три метода определения угла прихода сигналов: MVDR, MUSIC, ESPRIT. Рассмотрим каждый из них.

MVDR

Метод MVDR измеряет мощность принятого сигнала во всех возможных направлениях путём ограничения коэффициента усиления формирователя луча в этом направлении и использования оставшихся степеней свободы для минимизации вклада в выходную мощность сигналов, поступающих со всех других направлений [1].

Спектр сигнала, полученный данным методом, описывается выражением [2]:

$$S_{MVDR} = \frac{1}{a_s a_s^H \hat{R}^{-1}}, \quad (1)$$

где a_s – вектор управления (сканирования), характеризующий пространственную сигнатуру сигнала (отклик массива); H – знак эрмитова сопряжения; \hat{R}^{-1} – обратная ковариационная матрица выборки.

MUSIC

В основе алгоритма лежит анализ матрицы корреляции полученных данных. MUSIC разделяет матрицу на подпространство сигнала и подпространство шума, и использует их для оценки направления прихода сигнала. После чего выполняется поиск по всей матрице векторов управления и определяются ортогональные сигналы управления и векторы шума [3].

Ниже приведено основное уравнение метода [4]:

$$P_{MUSIC} = \frac{1}{\beta^H(\theta) B_N B_N^H \beta(\theta)}, \quad (2)$$

где B_N – основа подпространства шума; $\beta(\theta)$ – сканирующий вектор.

ESPRIT

ESPRIT также относится к методам, использующим категории подпространств, в частности, он исследует инвариантность вращения в подпространстве сигналов, которое в свою очередь получено из исходного массива со структурой инвариантности путём создания двух подмассивов. Вектор определения направления прихода сигнала имеет один и тот же сдвиг на каждом элементе антенной решётки. Решётка делится на две пересекающиеся идентичные подрешётки.

Угол прихода сигнала вычисляется согласно [5]:

$$\hat{\theta}_i = \arcsin \frac{\varphi_i c}{2\pi f_0 \Delta} A_{s1}^+ A_{s2}, \quad (3)$$

где $\varphi_i = \exp(j\omega_0 \Delta \sin \frac{\theta_i}{c})$; Δ – вектор смещения; A_{s1}^+ – псевдоинверсия матрицы A_{s1} , т.е. $A_{s1}^+ = (A_{s1} A_{s1}^H)^{-1} A_{s1}^H$; A_{s1}, A_{s2} – векторные матрицы управления.

Модель представляет собой источник, посылающий два коррелированных сигнала с одинаковой амплитудой, но задержанные по времени и по фазе (рисунок 1).

Сигнал от источника поступает на сумматор, на другой вход которого подаётся шумовой сигнал с известным уровнем. Сигнал поступает на антенную решётку из n -элементов, затем обрабатывается одним из выбранных алгоритмов, посредством которого вычисляются угловые положения целей.

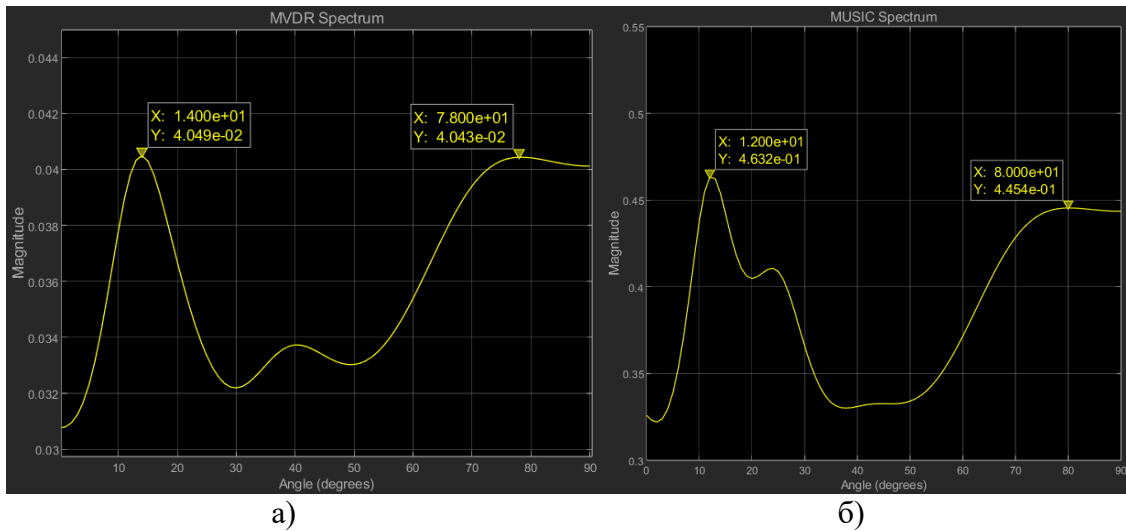


Рис.1. Структурная схема модели

На рисунке 2 представлено определение углов прихода сигналов, распространяющихся по прямому пути, а приём прямого сигнала и сигнала с отражением от воды показан на рисунке 3. Приём сигнала с отражением от ионосферы иллюстрирует рисунок 4.

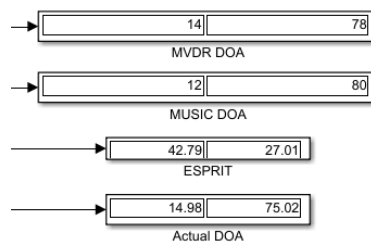
Таким образом, в ходе исследования были рассмотрены случаи распространения сигнала по прямому пути без отражений, по отражённому с отражением от воды и отражением от ионосферы.

Исходя из того, что при присутствии отражения сигналы задерживаются не только по времени, но и по фазе, алгоритмы сверхразрешения определяют месторасположение цели с более высокой точностью. К примеру, алгоритм ESPRIT не смог различить сигнал, распространённый по прямому пути, но в случаях с отражёнными сигналами, наоборот, определил углы сигнала лучше алгоритмов MVDR и MUSIC.



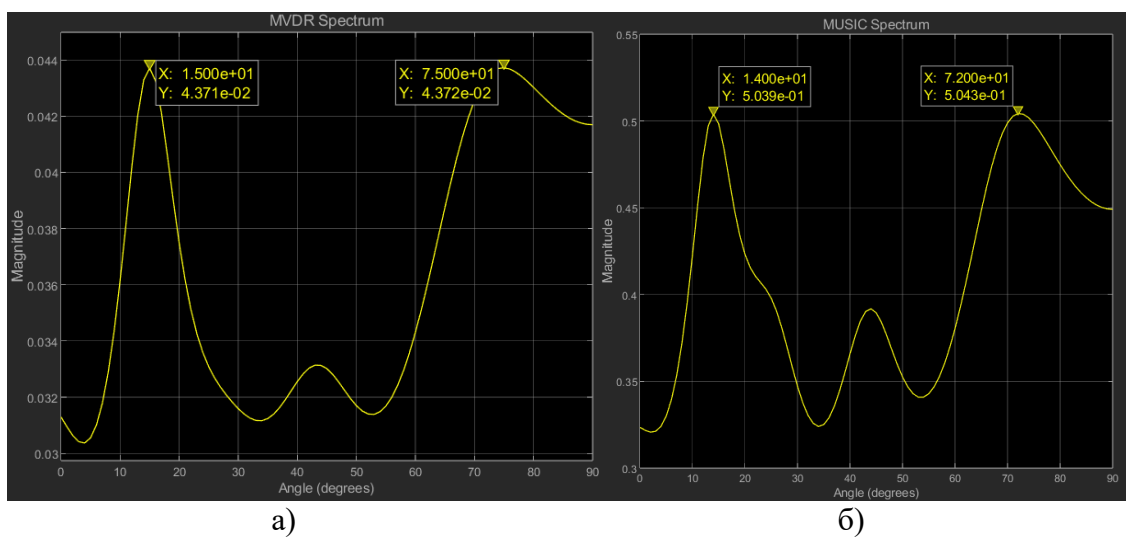
а)

б)



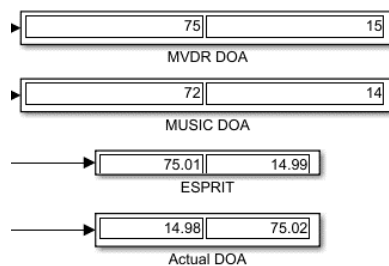
в)

Рис.2. а) Спектр MVDR б) Спектр MUSIC в) Углы прихода сигналов



а)

б)



в)

Рис.3. а) Спектр MVDR б) Спектр MUSIC в) Углы прихода сигналов

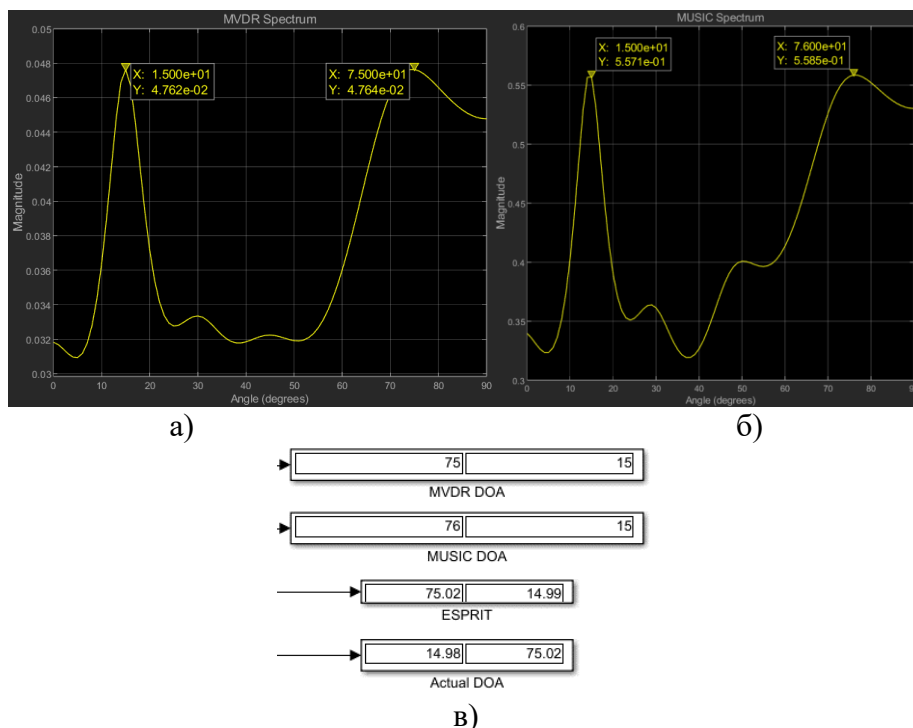


Рис.4. а) Спектр MVDR б) Спектр MUSIC в) Углы прихода сигналов

Результаты исследования показали, что методы сверхразрешения способны определять направление прихода сигналов вне зависимости от их путей распространения. Учитывая, что метод ESPRIT имеет лучшее разрешение, чем MUSIC и MVDR, этот алгоритм лучше подходит для определения угла прихода как прямых, так и отражённых сигналов.

Список используемых источников:

1. Кейпон Дж. Пространственно-временной спектральный анализ с высоким разрешением // ТИИЭР. - 1969. Т. 57, №2. - С. 59-69
2. Monzingo R.A., Miller T.W. Introduction to adaptive arrays // New York: Wiley. - 1980
3. S.K.P.Gupta. MUSIC and improved MUSIC algorithm to estimate direction of arrival // IEEE. - 2015
4. Stoica P., Nehorai A. MUSIC, maximum likelihood and Cramer-Rao bound // IEEE transactions on acoustics, speech and signal processing. - May 1989. - vol. 37. - №5
5. Петров В.П., Шауэрман А.К. Спектральные оценки направления источников сигналов в адаптивных антенных решётках // Вестник СибГУТИ. - 2011

Glushankov E., Mukhina A.

The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunication

The effect of multipath on detection of signals by DoA algorithms.

DoA algorithms allow us to estimate the spatial parameters of signals located at an arbitrarily small distance from each other. At the same time, in real conditions, in addition to useful signals and interference, signals reflected from various surfaces also arrive at the receiver input. The effect of the multipath effect on the effectiveness of DoA methods due to the correlation of signals propagating along different beams is investigated in the article. For this purpose, a model is proposed in the MATLAB environment, which allows evaluating the operation of super-resolution algorithms in real conditions.

Key words: multipath, DoA algorithms, MATLAB.

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ АДАПТИВНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В КОЛЬЦЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТКАХ

Е. И. Глушанков¹, В. И. Царик²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
²ООО "Эйртэго"

Рассмотрены методы аппроксимации выборочных корреляционных матриц в задаче адаптивной пространственной фильтрации спутниковых навигационных сигналов. Предложена уточнённая по сравнению с предыдущими работами формула аппроксимации корреляционной матрицы кольцевой антенной решётки. Проведён сравнительный анализ работы алгоритма фильтрации с использованием различных аппроксимирующих формул.

Адаптивная пространственная фильтрация, кольцевая антенная решётка, вектор весовых коэффициентов, выборочная корреляционная матрица, коэффициент подавления помехи

Обеспечение помехозащищённости спутниковой навигации является важной и весьма актуальной практической задачей. Одним из распространённых способов компенсации возникающих в сигнале помех является адаптивная цифровая пространственная фильтрация [1]. Рассмотрим один из вариантов постановки задачи цифровой пространственной фильтрации сигналов.

Пусть в плоскости Oxy (рис. 1) расположена кольцевая эквидистантная антенная решётка (далее — АР), состоящая из N антенных элементов (далее — АЭ). Центр масс АР совпадает с началом координат. Расстояние между соседними АЭ равно $\lambda/2$, где λ — длина волны приходящего на решётку полезного сигнала. В верхнем полупространстве ($z > 0$) расположены один источник полезного сигнала и один источник помехи. На входе АР присутствует входной сигнал $x \in \mathbb{C}^{N \times K}$, где K — количество временных отсчётов сигнала, представляющего собой аддитивную смесь полезного сигнала, помехи и шума. Для реальных навигационных спутниковых систем наиболее типична ситуация, в которой уровень полезного сигнала выше уровня шума, а уровень помехи выше уровня полезного сигнала. Требуется синтезировать адаптивный пространственный фильтр, выходной сигнал $y \in \mathbb{C}^K$ которого представляет собой выделенный из смеси с помехой и шумом полезный сигнал.

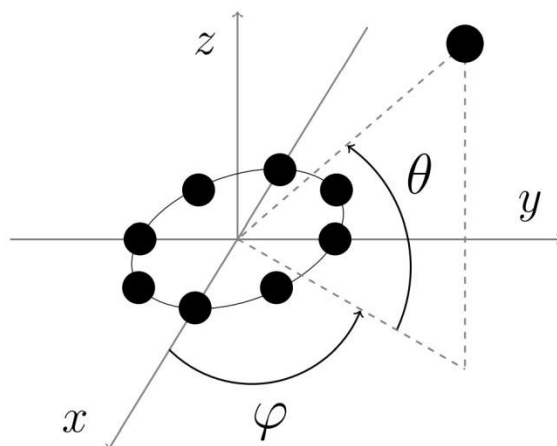


Рис. 1. Взаимное расположение кольцевой АР и источника сигнала или помехи

Существует большое количество различных методов решения поставленной задачи. В рамках данной работы для построения адаптивного фильтра будет использоваться метод формирования луча (англ. beamforming) [2]. В данном случае выходной сигнал y получается из входного сигнала x посредством его умножения на вектор весовых коэффициентов w : $y = w^T x$, где верхний индекс T обозначает транспонирование, а вектор w определяется формулой

$$w(\varphi, \theta) = \frac{R^{-1}a(\varphi, \theta)}{a(\varphi, \theta)^H R^{-1}a(\varphi, \theta)}, \quad (1)$$

где θ и φ — широта и долгота, соответствующие направлению на источник полезного сигнала или помехи (см. рис. 1), R — корреляционная матрица (далее — КМ) входного сигнала, верхний индекс H — эрмитово сопряжение, $a(\varphi, \theta)$ — управляющий вектор АР по направлению, заданному углами φ и θ , вычисляемый по формуле

$$a(\varphi, \theta) = \exp\left\{i \frac{2\pi}{\lambda} uv\right\},$$

i — мнимая единица, $u \in \mathbb{R}^{N \times 3}$ — матрица декартовых координат антенных элементов, $v = (\cos \theta \cos \varphi, \cos \theta \sin \varphi, \sin \theta)^T$. Оптимальные значения углов θ и φ априори неизвестны и определяются из условия максимизации коэффициента подавления помехи (далее — КП), равного отношению мощностей входного и выходного сигналов фильтра [3].

На практике для вычисления коэффициентов фильтра по формуле (1) обычно используется не сама КМ входного сигнала, а некоторое её приближение, построенное по выборке из ограниченного числа отсчётов сигнала. Как показано в работе [4], КМ определённых видов АР имеют особую структуру. В частности, КМ кольцевой АР является циркулянтной, то есть составленной из циклических сдвигов элементов некоторого вектора. Наличие у матрицы особой структуры позволяет при реализации вычислений с такой матрицей использовать особые численные алгоритмы,

обладающие улучшенными характеристиками по сравнению с классическими методами. Однако, выборочные матрицы, аппроксимирующие циркулянтные КМ, не всегда сами являются таковыми. Например, при использовании наиболее распространённой формулы построения выборочной КМ, а именно

$$\hat{R} = \frac{1}{K} x x^H, \quad (2)$$

полученное приближение не будет обладать той же структурой, какую имела исходная КМ [4]. Для сохранения структуры исходной КМ необходимо использовать особые методы приближения выборочных матриц.

В работе [4] приводится следующая формула для построения матрицы \hat{R} , аппроксимирующей тёплицеву выборочную КМ:

$$\hat{r}_s = \begin{cases} \frac{1}{N_0(N-s)} \sum_{k=1}^{N_0} \sum_{l=1}^{N-s} x_{lk} x_{l+s,k}^*, & s \geq 0, \\ \hat{r}_{-s}^*, & s < 0. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь $s = -N, \dots, N$ — индекс, использующийся для нумерации диагоналей матрицы, N_0 — количество отсчётов сигнала, используемых для аппроксимации, верхний индекс * обозначает комплексное сопряжение. С учётом того, что любая циркулянтная матрица по определению является тёплицевой, данную формулу можно использовать для того, чтобы уточнить приведённую в работе [4] формулу аппроксимации циркулянтных выборочных КМ. Из определения эрмитовой циркулянтной матрицы очевидно, что количество уникальных значений для построения циркулянтной выборочной КМ как тёплицевой равно $M = \lfloor N/2 \rfloor + 1$, где $\lfloor \cdot \rfloor$ обозначает округление вниз до ближайшего целого числа. При этом для чётных N для обеспечения эрмитовости матрицы также должно выполняться условие $\hat{r}_{M-1} \in \mathbb{R}$. В этой связи уточнённая формула для построения циркулянтной выборочной КМ приобретает вид

$$\hat{r}_s = \begin{cases} \frac{1}{N_0(N-s)} \sum_{k=1}^{N_0} \sum_{l=1}^{N-s} x_{lk} x_{l+s,k}^*, & s = 0, \dots, M-1, \\ \frac{1}{N_0(N-s)} \left| \sum_{k=1}^{N_0} \sum_{l=1}^{N-s} x_{lk} x_{l+s,k}^* \right|, & (s = M-1) \wedge (N : 2), \\ \hat{r}_{N-s}^*, & s = M, \dots, N-1, \\ \hat{r}_{-s}^*, & s < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Для сравнения качества аппроксимации КМ кольцевой АР с различным числом АЭ по формулам (2)—(4) были проведены эксперименты по обработке в среде MATLAB экспериментальных записей реальных спутниковых сигналов с широкополосной помехой. После обработки пространственным фильтром с весами (1) измерялся КП помехи. Затем выходной сигнал подавался на вход программного приёмника SoftGNSS [5], где измерялось среднее отношение сигнал/шум (ОСШ) для обнаруженного источника полезного сигнала. Результаты компьютерного моделирования можно видеть на рис. 2 и 3.

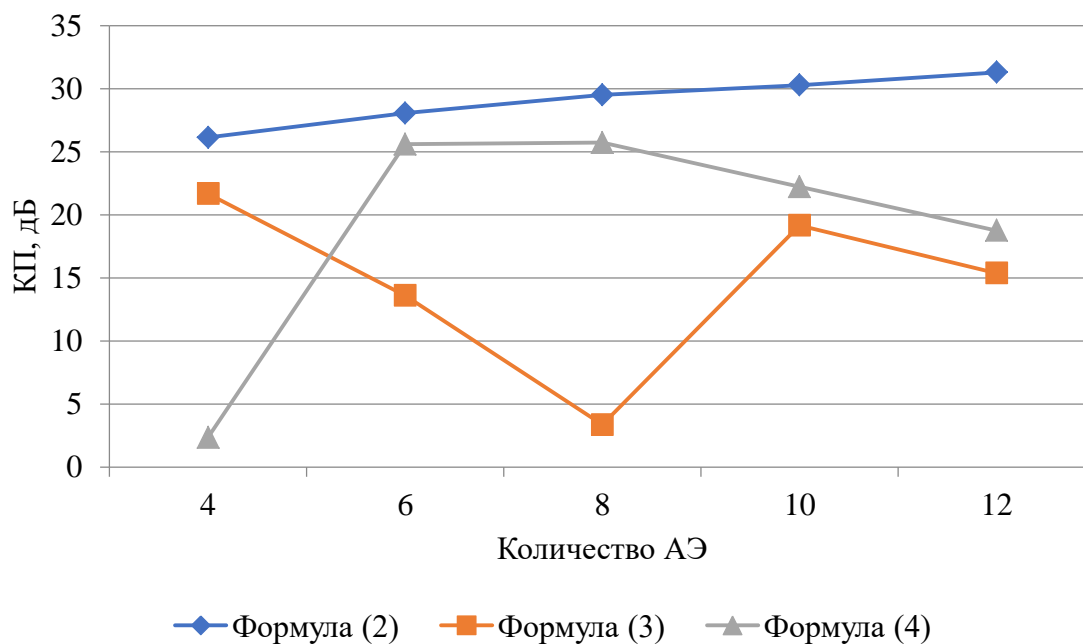


Рис. 2. Значения КП, полученные в экспериментах с различными выборочными КМ.

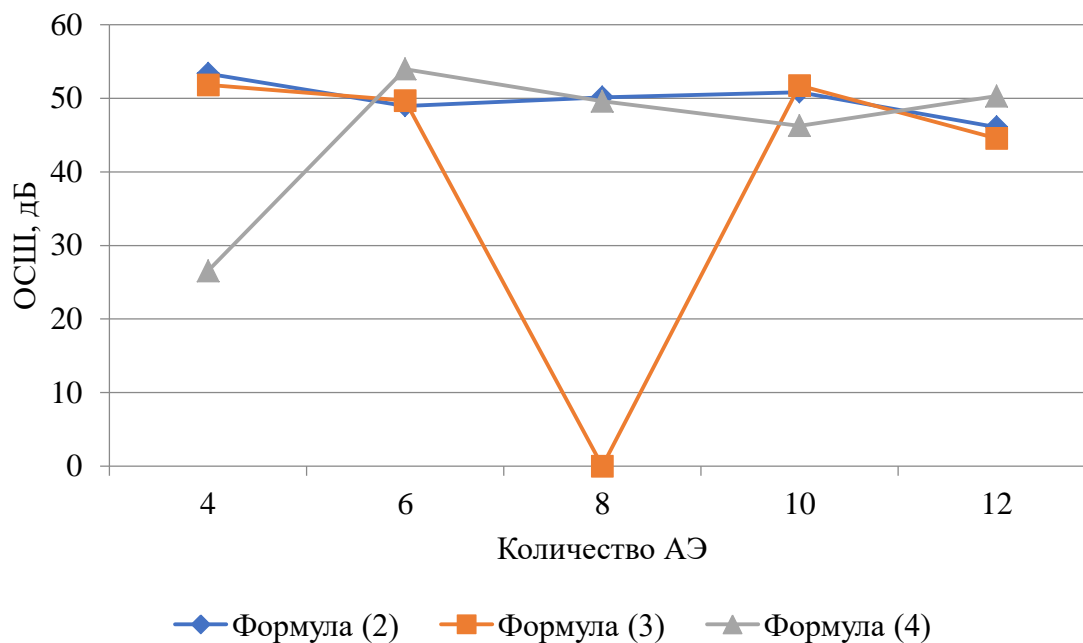


Рис. 3. Значения ОСШ, полученные в экспериментах с различными выборочными КМ

Из полученных при моделировании значений можно сделать вывод о том, что в целом все рассмотренные варианты приближения выборочных КМ работают корректно, то есть алгоритм формирования луча с использованием формул (2)—(4) действительно компенсирует помеху и значения ОСШ в обработанном сигнале достаточно высоки.

Исключение составляют отдельные единичные случаи, в которых качество компенсации оказывается неудовлетворительным — случай 4 АЭ для формулы (4) и случай 8 АЭ для формулы (3). Из рис. 3 следует, что в целом качество приближения по формулам (3) и (4) оказалось примерно одинаковым, однако из рис. 2 видно, что обработка с использованием формулы (3) даёт худшие результаты при малом количестве АЭ и что качество фильтрации с использованием формулы (4) снижается при увеличении числа АЭ. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности применения уточнённой формулы (4) для АР с малым количеством АЭ.

Список используемых источников:

1. Sklar, J. R. Interference Mitigation Approaches for the Global Positioning System // Lincoln Laboratory Journal. 2003. Vol. 14, no. 2. Pp. 167–180.
2. Van Trees H. L. Optimum Array Processing. Part IV of Detection, Estimation and Modulation Theory. New York : John Wiley and Sons, 2002. ISBN 0-471-09390-4.
3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. М.: Радиотехника, 2005. 688 с., ил. ISBN 5-93108-076-7.
4. Glushankov, E. I., Kirik, D. I., Kirsanov, D. M., Rylov, E. A. Adaptation of Antenna Arrays with Using Correlation Matrices of a Special Types // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). 2021. Pp. 1–5. doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488331.
5. Borre K., Akos D. M., Bertelsen N., Rinder P., Jensen S. H. A Software-Defined GPS and Galileo Receiver. A Single-Frequency Approach. Boston : Birkhäuser, 2007. 176 p. ISBN 978-0-8176-4390-4.

Glushankov E.¹, Tsarik V.²

¹*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication*
²*LLC "Airtago"*

Direct methods of adaptive space filtering in circular antenna arrays. The methods of sample correlation matrices approximation in the problem of adaptive space filtering of satellite navigational signals are considered. An approximation formula for the correlation matrix of a circular antenna array which is more specific with respect to previous works is suggested. A comparative analysis of the filtering algorithm performance with use of different approximation formulae is carried out.

Key words: *adaptive space filtering, circular antenna array, weight coefficients vector, sample correlation matrix, interference suppression coefficient.*

2.5. Цифровая обработка сигналов

УДК 621.397.132.59

ГРНТИ 47.51.39

МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕССТРОЧНОЙ РАЗВЁРТКИ В ПРОГРЕССИВНУЮ НА ПЛИС

Н. А. Богомолов, В. И. Тимченко, И. Н. Чернов

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

В современном мире сохраняются системы, передающие изображение в чересстрочной развёртке. В связи с этим имеет смысл обеспечить возможность преобразования данного типа изображения в изображение прогрессивной развёртки. Для решения подобной задачи предлагается разработать модуль на языке SystemVerilog для ПЛИС.

FGPA, видеопроцессы, SystemVerilog, Avalon-ST, Avalon-MM

В настоящее время все большее предпочтение отдаётся видеоизображению с прогрессивной развёрткой. Но до сих пор используются системы, передающие изображение построчно. Чересстрочная развёртка (*interlaced scan*) — это формат отображения, хранения или передачи изображения, при котором каждый кадр состоит из двух полукадров, называемых полями. Каждое поле содержит только чётные или нечётные строки данных. При прогрессивной развёртке (*progressive scan*) строки формируются последовательно - одна за другой [1]. Изображение быстро движущихся объектов, полученное чересстрочной развёрткой, получается «зазубренным», что представлено на рис. 1.

Таким образом, своё применение может найти универсальный модуль, преобразующий видео одного типа развёртки в видео другого.

Среди простых методов для аппаратной реализации можно выделить следующие:

- Исключение полей
- Дублирование полей
- «Переплетение» полей

Первый метод предполагает исключение чётных или нечётных полей. Это приводит к тому, что видео имеет половину вертикального разрешения оригинала. Этот метод сохраняет все исходные пиксели и все временное разрешение (рис.1).



Рис.1. Изображение чересстрочной (слева) и прогрессивной (справа) развёртки

Второй метод дублирует строки чётного или нечётного поля и заполняет ими весь кадр (рис.2). Это приводит к тому, что видео имеет частоту кадров, идентичную частоте исходного поля, но каждый кадр имеет половину вертикального разрешения или разрешение, равное разрешению каждого поля, из которого был сделан кадр. Удвоение линий предотвращает артефакты расчесывания и обеспечивает плавность движения, но может привести к заметному снижению качества изображения из-за потери вертикального разрешения и визуальных аномалий, при которых неподвижные объекты могут казаться качающимися вверх и вниз при чередовании четных и нечетных линий [2].

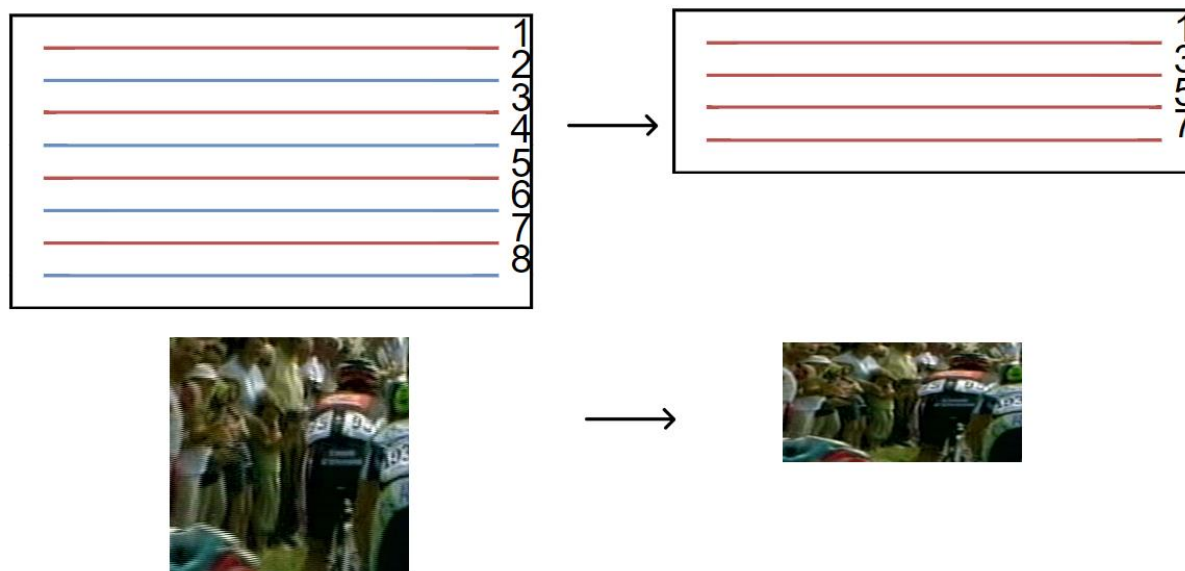


Рис.2. Изображение кадра с чересстрочной развёрткой (слева) и исправленного кадра путём исключения чётных строк (справа)

Третий метод, называемый «плетение», подразумевает задерживание первого поля и последовательную выдачу строк двух полей [3]. Именно

этот метод и предлагается использовать в проектируемом модуле. Для этого, поток данных чересстрочной развёртки, идущий по шине *Avalon-ST*, поступает в модуль *deinterlace*, где первые два поля записываются в память по шине *Avalon-MM*, после чего строки поступают последовательно обратно в модуль по той же шине. Для выдачи данных наружу модуль сперва генерирует новый контрольный пакет, где уже указано, что кадр имеет уже прогрессивную развёртку, а затем последовательно по шине *Avalon-ST* выдаёт строки полученного кадра [4] (рис.3).

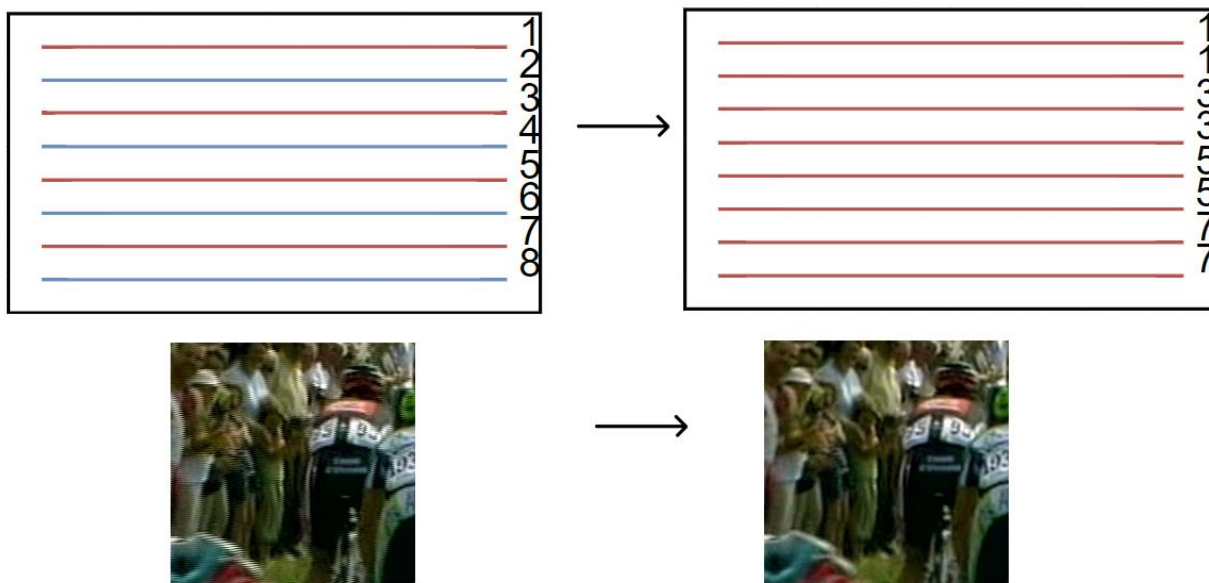


Рис.3. Изображение кадра с чересстрочной развёрткой (слева) и исправленного кадра путём дублирования нечётных строк (справа)

Во время того, как выдается первый сгенерированный кадр, новые два поля записываются в память по адресам, которые уже свободны от данных. Таким образом получается, что задержка равна двум полям в начале работы блока. Упрощённая схема и результат работы представлены на рисунке 4.

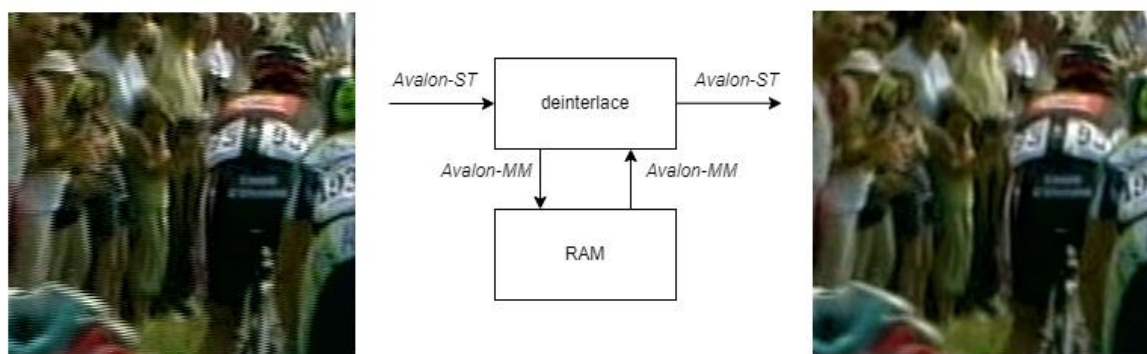


Рис. 4. Обобщённая схема работы проектируемого модуля

Данная система является актуальной и требует дополнительной разработки. Безусловно, пока обозначены только основные ориентиры, дальнейшее продолжение работы предполагает полную параметризацию модуля для данного типа шины, а также переход на аналоги других производителей.

Список используемых источников:

1. С. Poynton, Digital Video and HDTV: Algorithms and Interfaces, 2003.
2. К. Jack, Video Demystified, 2005.
3. G. D. Hann and E. B. Bellers, "Deinterlacing - an Overview," Proc. IEEE, Vol. 86, No. 9, pp. 1839--1857, Sep. 1998
4. Video and Image Processing Suite User Guide. Intel, Ink. 2021.02.12

Bogomolov N., Timchenko V., Chernov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

FPGA interlaced-to-progressive conversion module.

In the modern world there are systems being used that utilize interlaced scanning to transmit video data. In this regard, it makes sense to provide the ability to convert this type of video data into a progressive scanning format. The solution to this problem requires an FPGA design developed with SystemVerilog.

Key words: FPGA, videoprocessing, SystemVerilog, Avalon-ST, Avalon-MM.

УДК 004.421
ГРНТИ 47.14.17

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА НАСТРОЕК ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФА

В. В. Ефименко¹, А. Б. Степанов¹, Д. В. Козлов²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича

²Московский физико-технический институт

Данная работа посвящена разработке интерфейса настроек для портативного электроэнцефалографа, который реализован с помощью библиотеки PyQt на языке программирования Python. Описана структура данных для хранения значений настроек электроэнцефалографа.

графический интерфейс пользователя, портативный электроэнцефалограф, Python, хеш-карта

Электроэнцефалограф – это прибор служащий для регистрации электроэнцефалограммы, сигнала, который может быть зарегистрирован с поверхности головы человека и является результатом суммации фильтрации электрической активности отдельных групп нейронов. Электроэнцефалографы по свойству мобильности можно разделить на два типа: стационарные и портативные. Стационарные электроэнцефалографы имеют большие габариты и, как правило, базируются на механических источниках ввода данных. Портативные электроэнцефалографы отличаются малыми размерами и управлением на основе сенсорного дисплея.

При разработке графического интерфейса пользователя для портативного электроэнцефалографа следует учитывать тип управления электроэнцефалографом (сенсорный или механический), а также размер экрана для визуализации данных.

В данной работе графический интерфейс настроек разрабатывается для портативного электроэнцефалографа с размером дисплея 10,1 дюйм и разрешением 1200 на 800 точек [1,2].

Приведём основные требования к интерфейсу настроек электроэнцефалографа. Графический интерфейс должен включать элементы для управления параметрами электроэнцефалографа и настройки визуального отображения графиков электроэнцефалограмм. В блоке управления аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и фильтрами

должны быть параметры «Усиление», «Режим», «ЧД» (частота дискретизации), «50 Гц», «ФВЧ». В блоке с настройками визуального отображения — конфигурации для установки цветов каналов электроэнцефалограмм и для включения режима «тёмная тема», которая нужна для работы в условиях плохой освещённости.

С учётом функциональных и технических требований, с помощью открытой программы для создания графических интерфейсов QtDesigner, языка программирования Python 3.6 и библиотеки PyQt было разработано окно настроек портативного электроэнцефалографа. На рисунке 1 приведён внешний вид разработанного графического интерфейса настроек.

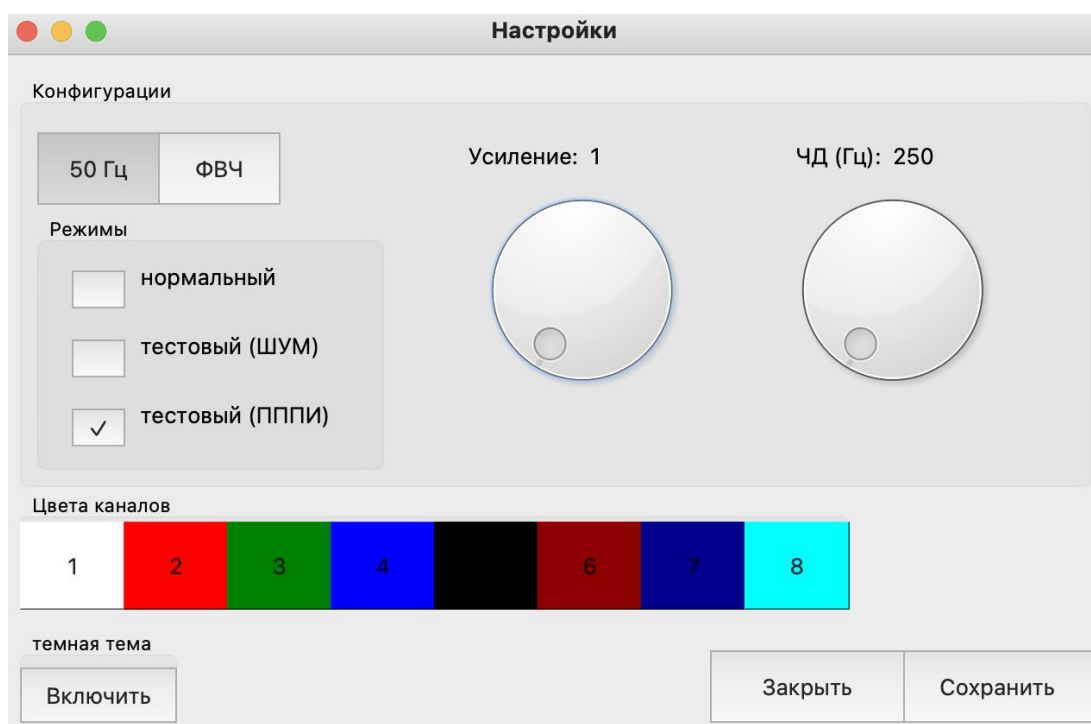


Рис. 1. Графический интерфейс настроек портативного электроэнцефалографа

Опишем основные элементы разработанного интерфейса настроек. В нижнем ряду интерфейса – кнопки «Включить» (отвечает за активацию темной темы), «Закреть» (отвечает за закрытие окна настроек), «Сохранить» (отвечает за сохранение конфигураций запуска и визуального отображения). Выбор цветов каналов расположен над нижним рядом интерфейса. При нажатии на кнопки меняются цвета соответствующих каналов (рис.2).

Выбор режима («нормальный», «тестовый (ШУМ)», «тестовый ПППИ») расположен над рядом с выбором цветов каналов. А рядом с ним — элементы для настройки конфигураций «Усиление» и «ЧД (Гц)». При

прокручивании элементов видно, как меняются значения в заданных последовательностях чисел — 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24 и 250, 500, 1000, 2500, 5000, 10000, 16000 соответственно. Выбор данных значений обоснован используемым аналого-цифровым преобразователем [3]. Приведённые выше значения усиления и частоты дискретизации (ЧД) являются подходящими для АЦП ADS1299 фирмы Texas Instruments.

Конфигурации «50 Гц» и «ФВЧ» расположены над выбором режима и служат соответственно для выключения БИХ фильтра частоты бытовой сети электропитания и фильтра высоких частот (ФВЧ) для первичной фильтрации сигнала электроэнцефалограммы. При нажатии на кнопки их цвет меняется и сигнализирует об активации настройки.

Для обработки событий о взаимодействии с графическими элементами были описаны программные функции в рамках подхода функциональное программирование. В отличие от парадигмы объектно-ориентированного программирования, он потребляет меньше памяти. Так, функции *co_click_1*, *co_click_2*, ..., *co_click_8* отвечают за изменение цветов каналов на электроэнцефалограмме.

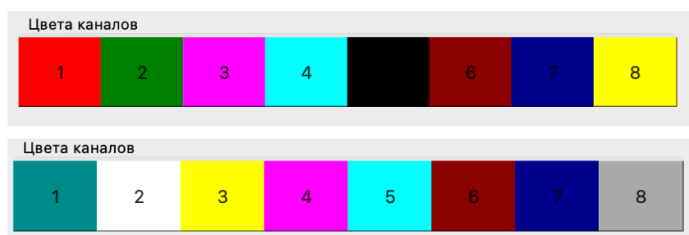


Рис. 2. Цвета каналов при различных значениях параметров

Функции *norm_click*, *noise_click* и *pppi_click* отвечают за изменение включение режимов «нормальный», «тестовый (ШУМ)», «тестовый ПППИ» соответственно. При выборе одного из них происходит отключение остальных режимов (рис.3).

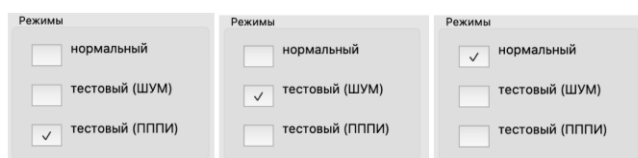


Рис. 3. Отображение режима при различных значениях параметров

Функции *power_click* и *freq_click* отвечают за изменение конфигураций «Усиление» и «ЧД» соответственно. Рабочие значения выводятся над элементами (рис.4).



Рис. 4. Отображение конфигураций «Усиление» и «ЧД» при различных значениях параметров

Функции *gc_click* и *fvch_click* отвечают за установку значений для конфигураций «50 Гц» и «ФВЧ» в соответствии с функциональными требованиями (рис.5).

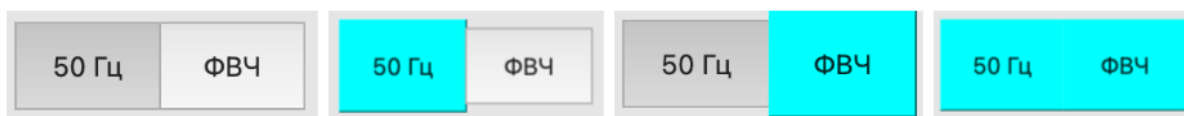


Рис.5.Отображение конфигураций «50 Гц» и «ФВЧ» при различных значениях параметров

Функция *back_theme_f* отвечает за включение темной темы для отображения графика электроэнцефалографа.

Функция *save* отвечает за сохранение конфигураций, формирование хеш-карты для передачи информации в подпрограмму отрисовки графика электроэнцефалографа (рис.6).

```

mode : [0, 1, 0]
power : 12
frequency : 500
50_Hertz : False
FVCH : True
colors : ['white', 'red', 'green', 'blue', 'black', 'darkRed', 'darkBlue', 'magenta']
black_theme : True

mode : [1, 0, 0]
power : 24
frequency : 16000
50_Hertz : True
FVCH : True
colors : ['magenta', 'red', 'green', 'cyan', 'black', 'darkRed', 'darkBlue', 'yellow']
black_theme : False

```

Рис. 6. Вывод значений конфигураций после нажатия кнопки «Сохранить»

Функция *exit* отвечает за закрытие окна с графическим интерфейсом настроек электроэнцефалографа.

Таким образом, разделив интерфейс на функциональные блоки, используя примитивные элементы графического интерфейса — кнопка, «радиоблок» и «набор номера» — и расположив их в соответствии с заданным макетом удалось сделать удобный и понятный графический интерфейс настроек, соответствующий техническим и функциональным требованиям портативного электроэнцефалографа.

Список использованных источников:

1. Степанов А.Б. Автоматический портативный электроэнцефалограф, Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2021).
2. Степанов А.Б., Козлов Д.В., Запайщиков А.В. Автономный портативный электроэнцефалограф на базе одноплатного компьютера Nvidia Jetson, Вестник Воронежского государственного технического университета, 2022, 77 с.
3. Запайщиков А.В., Козлов Д.В., Степанов А.Б. Аналогово-цифровой преобразователь для портативного электроэнцефалографа, Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020).

Efimenko V., Stepanov A., Kozlov D.

*The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications
Moscow Institute of Physics and Technology*

Development of a settings interface for a portable electroencephalograph.

This work is devoted to the development of a settings interface for a portable electroencephalograph, which is implemented using the PyQt library in the Python programming language. The data structure for storing the values of the electroencephalograph settings is described.

Key words: *GUI, handheld electroencephalograph, Python, hash map.*

УДК 550.34
ГРНТИ 50.09

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

А. Б. Степанов¹, А. В. Запайщиков¹, Д. В. Козлов²,

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,

²Московский физико-технический институт

Данная работа посвящена разработке и созданию компактного устройства, обладающего низким энергопотреблением, способного регистрировать и анализировать сейсмические сигналы в Арктическом регионе Российской Федерации. Осуществлён выбор элементной базы, и приведены характеристики всех используемых модулей. Разработана блок-схема датчика, осуществляющего первичную регистрацию сейсмической волны. Выполнена полная сборка устройства, а также проведены его испытания как в лабораторных условиях, так и в сложных климатических условиях Арктики на полуострове Таймыр.

анализатор сейсмических сигналов, вейвлет-анализ сигналов, трёхосный акселерометр, частотно-временной анализ, сейсмическая волна, Арктика, Таймыр

Анализатор сейсмических сигналов – это физическое устройство, способное при размещении его датчиков как на поверхности земли, так и на значительном углублении, анализировать и обрабатывать сейсмическую активность Земной коры. Сейсмическая активность является результатом сложных процессов, происходящих в недрах Земли, благодаря которым осуществляется движение литосферных плит друг относительно друга. При обработке таких сигналов могут быть задействованы различные методы анализа. Наиболее подходящими оказались методы на основе частотно-временного анализа сигналов, основанные на использовании вейвлет-преобразования [1, 2].

На сегодняшний день уже существуют подобные устройства. Однако практически все они являются стационарными, маломобильными и, чаще всего, недешёвыми устройствами. Исходя из этого, было принято решение о разработке и создании собственного портативного анализатора сейсмических сигналов с тем расчётом, что данное устройство сможет работать не только в умеренных широтах, но, что сегодня как никогда важно, и в сложных климатических условиях Арктики.

Перед авторским коллективом были поставлены следующие задачи:

- произвести выбор элементной базы;
- рассчитать и получить блок-схему устройства;
- произвести полную сборку устройства;
- провести испытания устройства и сделать выводы.

В качестве датчика, регистрирующего сейсмические волны, был выбран трёхосный акселерометр GY-291 на базе чипа ADXL345 (рис. 1).

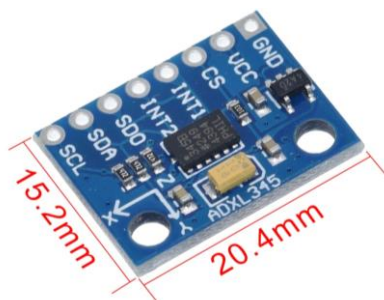


Рис. 1. Трёхосный акселерометр GY-291 на базе чипа ADXL345

Датчик обладает следующими основными техническими характеристиками [3]:

- напряжение питания: 2.0 – 3.6 В;
- потребляемый ток: 40 – 150 мкА;
- разрешающая способность: 10 – 13 разрядов (при измерении перегрузки $\pm 16g$);
- интерфейс: SPI или I2C.

В качестве устройства первичной регистрации и обработки данных, полученных от датчика GY-291, была выбрана отладочная плата Arduino Nano V3 (рис. 2).

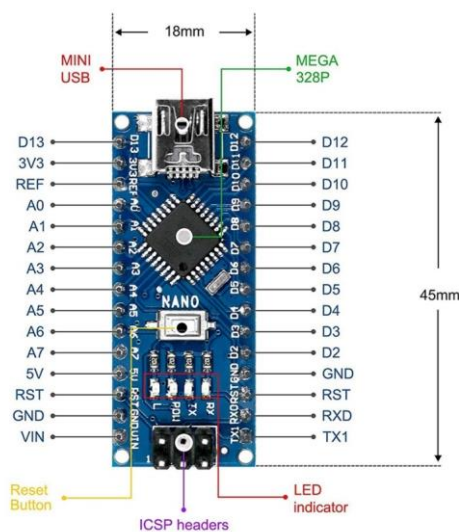


Рис. 2. Arduino Nano V3

Arduino Nano V3 обладает следующими основными техническими характеристиками [4]:

- микроконтроллер: ATmega328P;
- тактовая частота: 16 МГц;
- напряжение питания (через MiniUSB): 5 В;
- ПЗУ: 32 Кбайт (2 Кбайт отведено под загрузчик);
- потребляемый ток: не более 40 мА;
- малые габариты.

В качестве вычислителя был выбран Nvidia Jetson Nano (рис. 3).



Рис. 3. Одноплатный вычислитель Nvidia Jetson Nano

Данный вычислитель обладает следующими основными техническими характеристиками [5]:

- 4-ядерный 64-битный CPU с тактовой частотой 1.43 ГГц;
- 128-ядерный GPU Maxwell 0,5 терафлопс (FP16);
- поддержка Nvidia CUDA;
- 4 Гбайт RAM 64-бит LPDDR4 25.6 Гбайт/с;
- габариты: 100×80×29 мм.

Для датчика первичной регистрации сейсмической активности была разработана блок-схема (рис. 4).

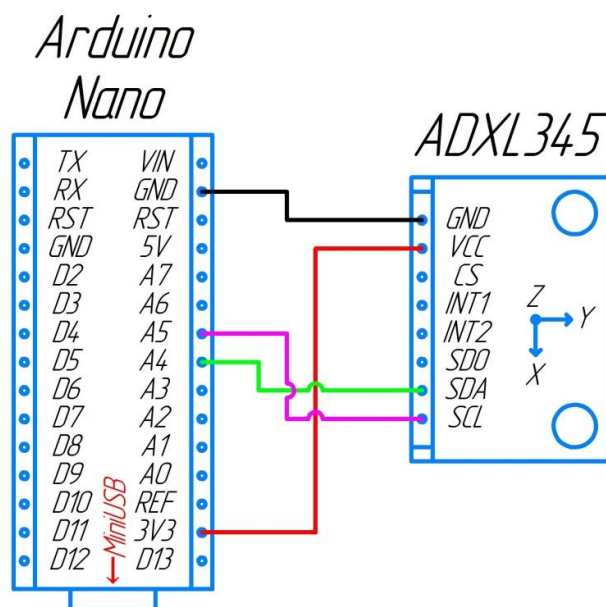


Рис. 4. Разработанная блок-схема датчика

Также был разработан соответствующий корпус и произведена полная сборка устройства (рис. 5).

Сначала устройство было испытано в г. Санкт-Петербург. После успешных испытаний, в ходе арктической экспедиции СПбГУТ в рамках проекта «Открываем Россию заново» при поддержке организации «Россия – страна возможностей» устройство было испытано в тундре в сложных климатических условиях Арктики на полуострове Таймыр Красноярского края. Для эмуляции распространения сейсмической волны был специально разработан простейший генератор сейсмической волны (рис. 6, 7, 8).



Рис. 5. Анализатор сейсмических сигналов в собранном виде



Рис. 6. Проведение испытаний

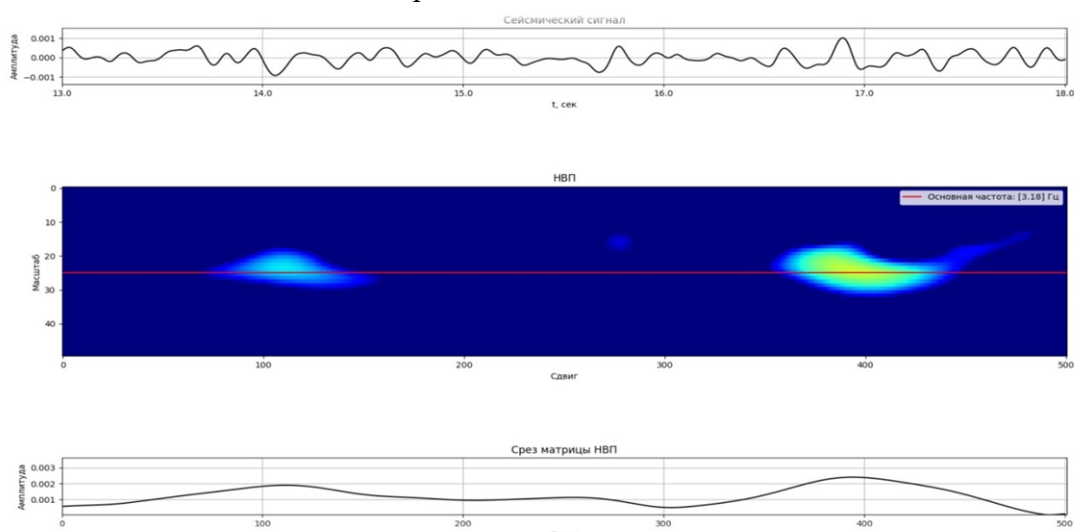


Рис. 7. Результат вейвлет-анализа сейсмических сигналов

Согласно поставленным задачам был успешно разработан и испытан анализатор сейсмических сигналов. Устройство показало хорошие результаты:

- в созданном устройстве реализована возможность регистрации и предварительного анализа сейсмических сигналов;
- устройство имеет малые габариты и массу;
- устройство обладает низким энергопотреблением;
- устройство способно корректно функционировать в экстремальных условиях арктики при отрицательных температурах.

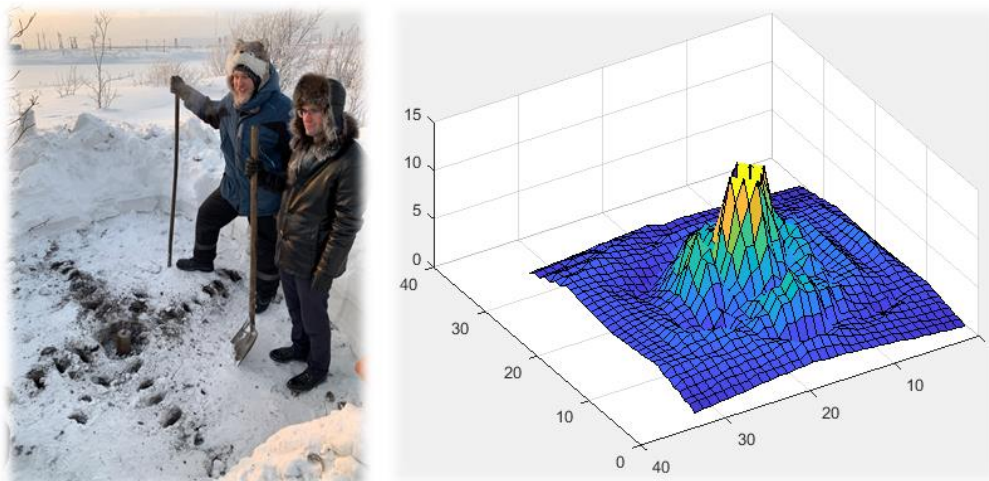


Рис. 8. Процесс проведения испытания (слева) и полученный результат распространения сейсмической волны в вечной мерзлоте (справа)

Список используемых источников:

1. 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
2. Stepanov A.B., Wavelet Analysis of Compressed Biomedical Signals // 20th Conference of Open Innovations Association FRUCT, St.Petersburg, Russia, 2017. С. 434-440.
3. Datasheet – ADXL345 (Rev. 3)
4. Datasheet – Arduino Nano Product Reference Manual
5. Design guide for Nvidia Jetson Nano DG-09502-001_v2.2, November 2020, NVIDIA Corporation, 2788 San Tomas Expressway, Santa Clara, CA 95051

Stepanov A.¹, Zapayshchikov A.¹, Kozlov D.²

¹ *The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications*
² *Moscow Institute of Physics and Technology*

Device for analyzing seismic signals.

This work is devoted to the development and creation of a compact device with low energy consumption, capable of registering and analyzing seismic signals in the Arctic region of the Russian Federation. The choice of the element base is made, and the characteristics of all the modules used are given. A block diagram of a sensor that performs the primary registration of a seismic wave has been developed. The device was fully assembled and tested both in laboratory conditions and in the difficult climatic conditions of the Arctic on the Taimyr Peninsula.

Key words: *seismic signal analyzer, wavelet analysis of signals, triaxial accelerometer, time-frequency analysis, seismic wave, Arctic, Taimyr.*

УДК 004.052.42
ГРНТИ 47.14.23

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЕРИФИКАЦИИ ЦИФРОВЫХ СХЕМ

А. Д. Уроков, И. Н. Чернов, В. И. Тимченко

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

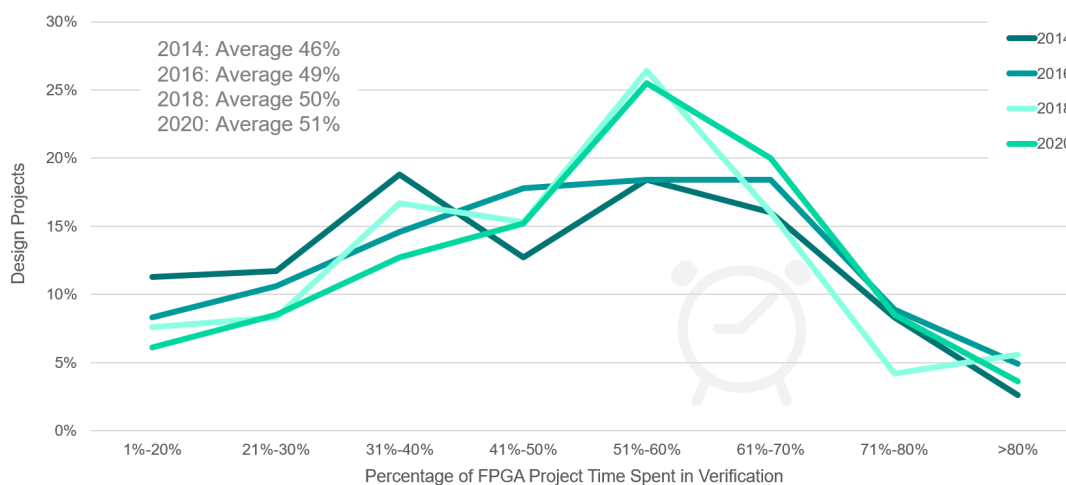
В настоящее время проекты, написанные с использованием языка описания аппаратуры, становятся всё сложнее и, соответственно, требуют более тщательного тестирования. Для этого необходимы методологии верификации, позволяющие упростить и стандартизировать процесс. На сегодняшний день наиболее актуальной является методология UVM.

UVM, FPGA, ASIC, верификация

В наше время увеличивается сложность и размеры устройств ASIC и FPGA. В силу программируемости обнаружение неполадок в FPGA устройстве даже после выпуска нежелательно, но их всё же можно будет исправить. С другой стороны, устройства ASIC не имеют такой особенности и производство одного изделия требует больших расходов.

Как следствие, появляется необходимость проводить тщательную верификацию продукта перед непосредственным его выпуском, однако с усложнением изделий на уровне регистровых передач (RTL), соответственно должны усложняться и модели тестирования, чтобы добиться максимального покрытия.

На рисунке 1 отображена статистика, описывающая зависимость затраченного на верификацию времени из всего периода разработки от процента используемых новых функциональных блоков.



Source: Wilson Research Group and Mentor, A Siemens Business, 2020 Functional Verification Study

Рис.1. Статистика о затраченном на верификацию времени

Можно наблюдать, что при высоком проценте использования новых модулей, увеличивается и время, затрачиваемое на верификацию проекта в целом [1].

Поскольку тестирование устройств занимает немалую часть из всего цикла разработки, то появляется необходимость в ускорении и стандартизации процесса верификации. В этих целях компаниями Cadence, Mentor Graphics и Synopsys были разработаны свои методологии верификации, начиная с *eRM* от Cadence, специализированной для языка *e*, *RVM* от Synopsys, специализированной для языка OpenVera, и *AVM* от Mentor Graphics. Эти методологии в дальнейшем были использованы компанией Accellera при разработке UVM – универсальной методологии верификации, которая является основным средством тестирования, применяемым на сегодняшний день. Она получила новые и унаследовала основные особенности предшествующих ей методологий (рис.2).

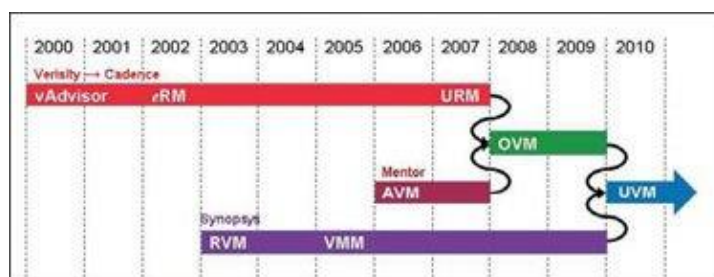


Рис.2. Развитие методологий верификации

Таковыми особенностями являются к примеру интерфейсы TLM-2.0, регистровая модель, возможность управлять фазами симуляции и определять пользовательские фазы, механизм последовательных транзакций. Последней утвержденной версией этой методологии на сегодняшний день является UVM 1.2 (рис.3).

UVM Class Hierarchy

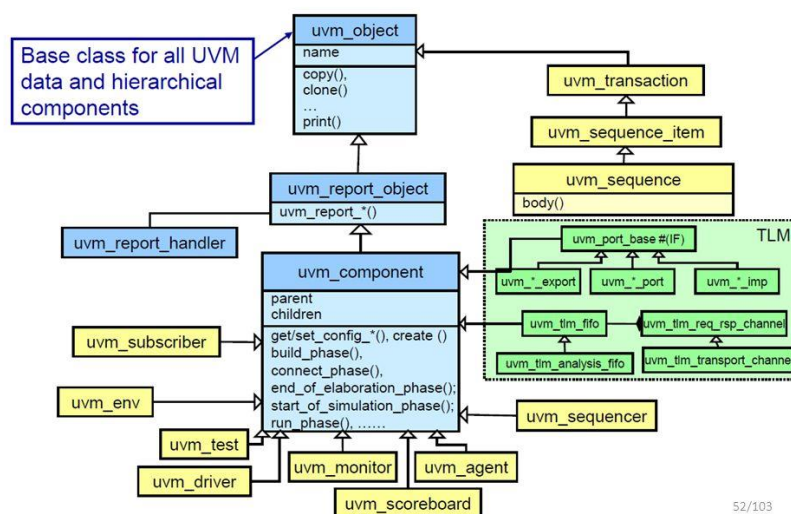


Рис.3. Иерархия классов в UVM 1.2

Методология UVM представляет из себя библиотеку базовых классов, написанных на языке SystemVerilog, имеющих определенную иерархию. Основными частями любой верификационной модели являются компоненты и передаваемые ими транзакции. В библиотеке классов UVM эти части описаны классами `uvm_component` и `uvm_transaction` соответственно. Класс `uvm_component` является базовым классом для всех остальных компонентов, входящих в среду верификации. Отличие компонентов от транзакций также состоит в том, что компоненты создаются в момент инициализации теста, а транзакции генерируются определенное количество раз на протяжении всего теста [2].

В стандартную архитектуру UVM входят следующие части: `Testbench`, `Test`, `Environment`, `Sequencer`, `Agent`, `Scoreboard`, `Sequence`, `Monitor` и `Coverage Collector`. Эти составляющие заранее описаны в базовой библиотеке классов UVM, однако пользователю предлагается расширять базовые классы для осуществления определенных алгоритмов верификации (рис.4).

В `Testbench` происходит инициализация исследуемого устройства (DUT), интерфейса, посредством которого будет происходить общение с модулем, а также класса `Test`, который описывает алгоритм тестирования.

В методологии UVM общение с DUT происходит посылками, поэтому чтобы определить из чего эти посылки, или транзакции, будут состоять, сперва описывается класс `uvm_sequence_item`, где определяются составляющие транзакций, а также методы, которые можно вызывать в других классах для работы с этими транзакциями.

За этим описывается класс `uvm_sequence`, где пользователь описывает алгоритм генерации транзакций, отправляемых в DUT. Каждый класс `uvm_sequence` должен быть привязан к классу `uvm_sequencer`, который описывает компонент, отвечающий за контроль потока транзакций.

Компонент `uvm_sequencer` направляет транзакции в компонент, описываемый классом `uvm_driver`. Полученные этим компонентом транзакции преобразуются в соответствии с алгоритмом тестирования, после чего через интерфейс отправляются в испытуемое устройство. Методы, которые данный компонент может использовать для преобразования транзакций, могут быть описаны как внутри класса `uvm_driver`, так и в модуле интерфейса.

Класс `uvm_monitor` описывает компонент, задача которого собирать входящие и выходящие из устройства данные согласно алгоритму тестирования, преобразуя их в транзакции для дальнейшей обработки в среде UVM. Обработка транзакций может быть осуществлена внутри этого компонента, однако, как правило, в этих целях используются другие компоненты.

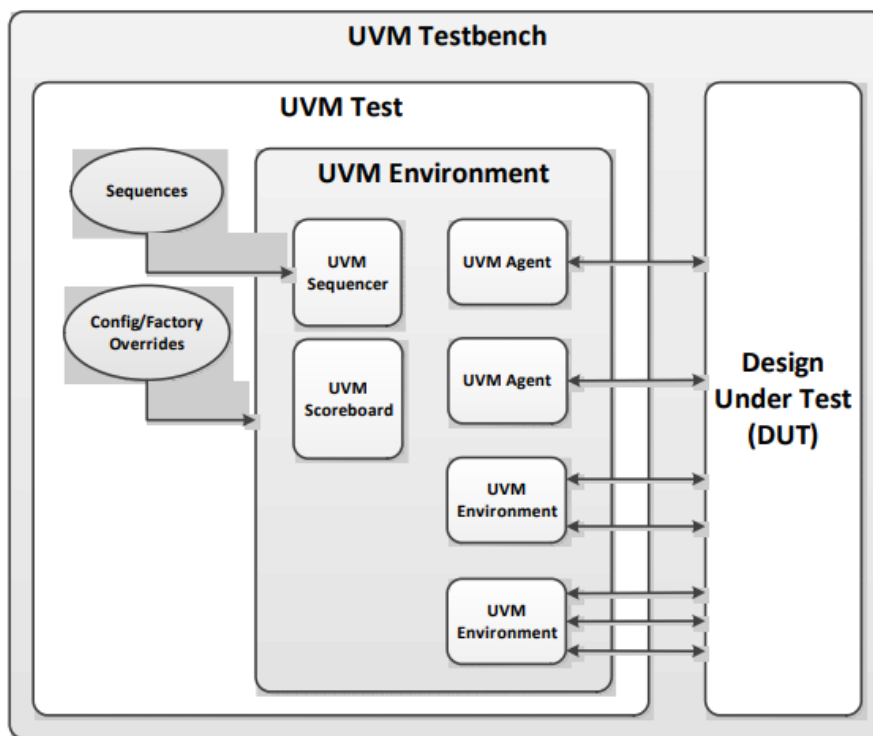


Рис.4. Стандартная архитектура UVM модели

Одним из таких компонентов является `uvm_scoreboard`, который получает транзакции от `uvm_monitor`. Сперва обрабатывается полученная входная транзакция, на основании которой генерируется значение, ожидаемое на выходе устройства. После этого происходит сравнение ожидаемого и реального выходных значений (рис.5.).

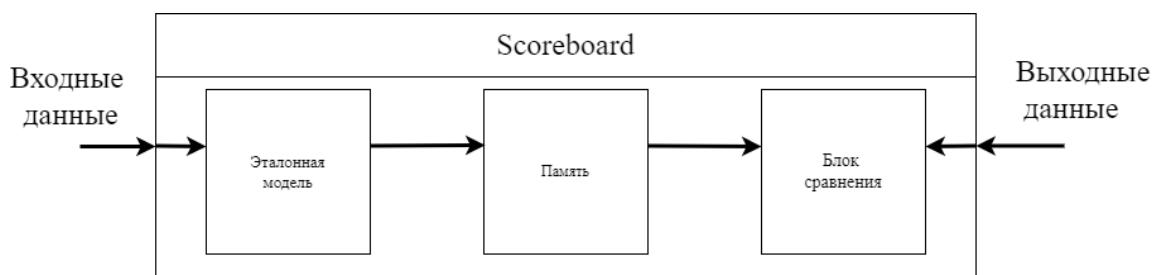


Рис.5. Структура компонента Scoreboard

Класс `uvm_agent` объединяет компоненты `uvm_driver`, `uvm_monitor` и `uvm_sequencer`, предназначенные для работы с определенным интерфейсом и связывает посредством интерфейсов TLM. Данный компонент может работать в двух режимах: пассивном и активном. Работа в активном режиме подразумевает возможность генерации воздействий на устройство, тогда как работа в пассивном режиме означает только возможность мониторинга сигналов устройства.

Классы `uvm_agent` и `uvm_scoreboard` объединяются внутри класса `uvm_environment`, где через аналитические порты интерфейса TLM

компонент `uvm_scoreboard` соединяется с одним или несколькими компонентами `uvm_monitor`.

Класс `uvm_test` инициализирует класс `uvm_environment`. Также этот класс определяет алгоритм подачи воздействий на устройство.

В целом, методология UVM позволяет стандартизировать создание верификационных моделей и внедряет возможность повторного их использования.

В будущем предполагается разработка верификационной модели с использованием методологии UVM для модуля преобразования видеопотока.

Список используемых источников:

1. Harry Foster Trends In FPGA Verification Effort And Technology Adoption [Электронный ресурс]. URL: <https://semiengineering.com/trends-in-fpga-verification-effort-and-technology-adoption/>

2. Universal Verification Methodology (UVM) 1.2 Class Reference [Электронный ресурс]. URL: https://accelera.org/images/downloads/standards/uvm/UVM_Class_Reference_Manual_1.2.pdf

Urokov A., Chernov I., Timchenko V.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of digital circuit verification methods.

Designs of electronic circuits created with hardware description language grow in complexity which in turn calls for more thorough verification procedures. Certain verification methodologies were developed that introduce an easier and standardized approach to verification. UVM currently appears to be the most prominent verification methodology.

Key words: UVM, FPGA, ASIC, verification.

2.6. Экология формирования информационного пространства

УДК 504.4.054

ГРНТИ 34.35.51

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ НОВАЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А. В. Коноплёва

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

В связи с многочисленными жалобами населения на неприятный запах и неестественный цвет воды была проведена оценка качества воды реки Новая. В ходе гидрохимических исследований были выявлены источники загрязнения реки. В результате расчёта УКИЗВ были установлены классы загрязнённости воды для каждой точки отбора. Основными причинами загрязнения реки является нарушение проточности водотока, уменьшение водоносности реки и интенсивная сельскохозяйственная деятельность на водосборе.

водосборный бассейн, биогенное и органическое загрязнение, концентрация загрязняющих веществ, УКИЗВ

До XVIII века протяженность реки Новая составляла 20 км. Река брала начало из болотистой местности у Дудергофских высот около Волхонского шоссе и впадала в Финский залив. Затем русло Койровского ручья (Большая Койровка) было перекрыто Лиговским каналом, что привело к образованию русла реки Новая. При строительстве аэропорта в XX веке сток с верхней части водосбора реки был отведен в реку Дудергофка через Нагорный канал и Дудергофский ручей. В итоге протяженность реки Новая стала составлять около 5 км. В настоящее время водосборный бассейн реки состоит из дренажной системы сельскохозяйственных земель и системы связанных между собой прудов, находящихся в пределах городской застройки. Питание реки Новая происходит за счет дренажного стока с полевой части водосбора, а также ливневого и талого стока с городской территории, не попавшего в канализационную сеть ГУП Водоканал СПб [1].

В последние годы участились жалобы от жителей Кировского района Санкт-Петербурга на сильный неприятный запах, распространяющийся вокруг прудов, и на странный цвет воды в реке. В ходе многочисленных проверок качества воды в реке было выявлено наличие запрещенных к сбросу веществ: этиленгликоль, этанол и ацетон. Эти компоненты жидкостей против обледенения попадали в реку с территории аэропорта Пулково. В 2019 году было произведено переключение стоков с

аэродромных покрытий на канализационную сеть ГУП Водоканал Спб., но проблема качества воды в реке осталась, хотя и стоит менее остро.

Цель исследования — это оценка качества воды в реке Новая. На реке были выбраны 6 точек для отбора проб в разных местах водосбора (рис. 1) [2]. Все отобранные образцы (пробы) обработаны в лицензированной лаборатории. За время исследования отбор проб на реке производился три раза: в осенний, зимний и весенний периоды 2021–2022 гг.

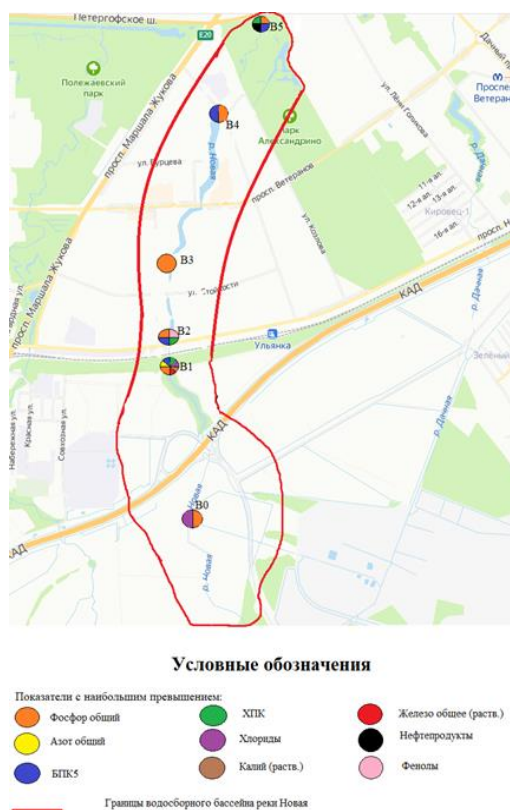


Рис. 1. Наибольшее превышение загрязняющих веществ в точка отбора (B0-B5)

В ходе гидрохимических исследований определялись значения водородного показателя, удельной электропроводности, характер и интенсивность запаха, минерализации, мутности, показатели органического вещества (ОВ): цветность, биохимическое потребление кислорода в течение пяти суток (БПК₅) (рис. 2г), химическое потребление кислорода (ХПК) (рис. 2в), концентрации главных ионов (натрий, калий, кальций, магний, сульфаты, карбонаты, гидрокарбонаты, хлориды), взвесей, главнейших биогенных элементов – фосфора общего (рис. 2а) и азота общего (рис. 2б), форм азота (аммоний-ион, нитрат-ион, нитрит-ион), нефтепродуктов (рис. 2д), фенолов (рис. 2е), некоторых металлов (железо, медь).

В водной системе реки Новая было зафиксировано превышение нормативов по содержанию взвешенных веществ, биогенных веществ (азот общий и фосфор общий), хлоридов, цветности, мутности, органических

веществ (ХПК и БПК₅), углеводов (нефтепродукты и фенолы), калия (раств.) и железа общего (раств.).

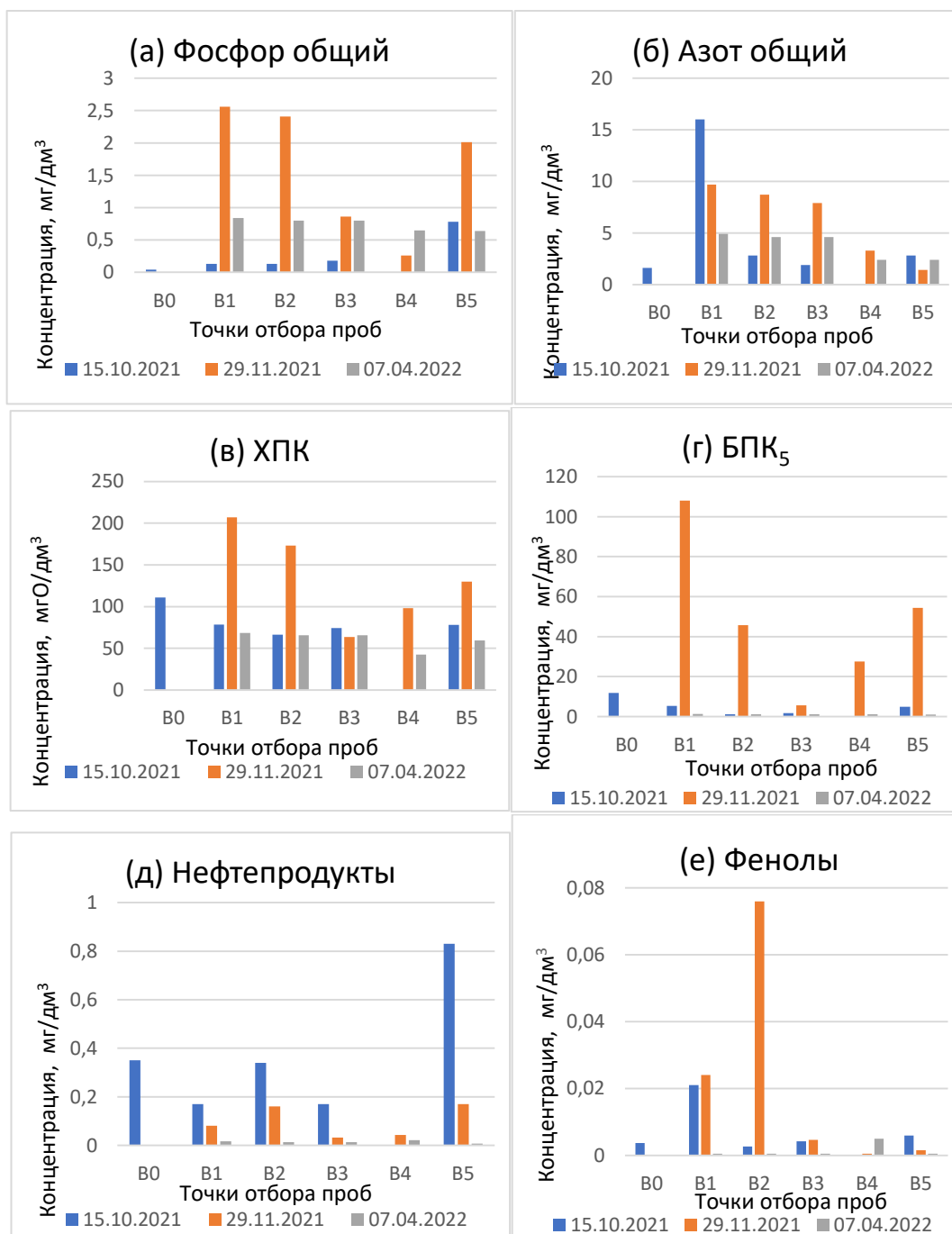


Рис. 2. Содержание биогенных веществ (а – общий фосфор, б – общий азот); органических вещества (в – ХПК, г – БПК₅); углеводов (д – нефтепродукты, е – фенолы) в поверхностных водах реки Новая в разные сезоны

Превышение концентрации биогенных веществ связано интенсивной сельскохозяйственной деятельностью в верхнем водосборе реки [3].

Большая концентрация органических веществ связана с тем, что для большей части водной системы характерна крайне низкая степень аэрации водной массы [4].

Концентрация нефтепродуктов наиболее высока в парке Александрино в точке В5 (рис. 2д) в осенний период. Неподалеку от парка проходит Петергофское шоссе и находится заправка «Лукойл». Через систему труб в сток реки могли попасть опасные вещества. Предположительно, нефтепродукты в сток реки поступают с поверхностным стоком. В данном случае фенолы на водосборе имеют в основном вторичное происхождение, являясь промежуточным продуктом распада нефтепродуктов.

Для оценки состояния воды в реке был рассчитан УКИЗВ (РД 52.24.643–2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»). В методике расчёта границы классов загрязненности зависят от коэффициента запаса (k), который рассчитывается в зависимости от числа критических показателей загрязненности. По результатам значений УКИЗВ / k были установлены классы загрязненности воды по таблице 1. На территории водосборного бассейна реки зафиксированы классы загрязненности от 5 (экстремально грязная) до 4 б (грязная) (рис. 3).

ТАБЛИЦА 1. Определение класса загрязненности [5]

Класс	Разряд	УКИЗВ / k	Название
1		<1	условно чистая
2		1-2	слабо загрязненная
3	а	2-3	загрязненная
	б	3-4	очень загрязненная
4	а	4-6	грязная
	б	6-8	грязная
	в	8-10	очень грязная
	г	10-11	очень грязная
5		больше 11	экстремально грязная

Самыми загрязненными с классов загрязненности V оказались точка В1 (УКИЗВ/ k –13,24), расположенная на границе промышленной зоны и городской застройки, и точка В4 (УКИЗВ/ k –11,68) на границе городской застройки и парка. Менее загрязненной оказалась т. В3 (УКИЗВ/ k –7,93), расположенная в пределах городской застройки, с классом загрязненности IV б.

Таким образом, основная экологическая проблема водной системы реки Новой в настоящее время – это биогенное и органическое загрязнения. Основными причинами являются нарушение проточности водотока, уменьшение водоносности реки и интенсивная сельскохозяйственная деятельность на водосборе. По итогам анализа результатов исследования были разработаны рекомендации по улучшению экологического состояния реки Новая.

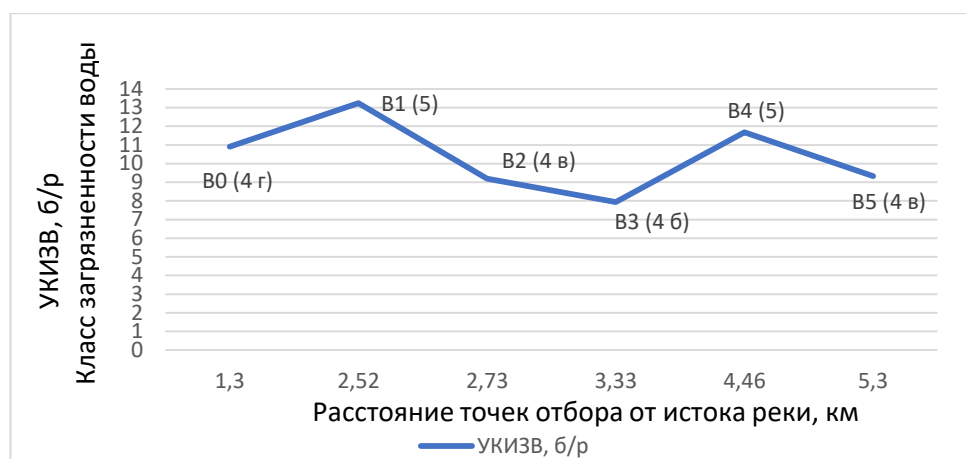


Рис. 3. Значения УКИЗВ для точек отбора проб за период 2021–2022 гг.

Список используемых источников:

1. Кондратьев С.А., Брюханов А.Ю., Игнатъева Н.В., Лыпенков А.Е., Расулов А.М., Терехов А.В., Обломкова Н.С. Экологические проблемы реки Новой (Санкт-Петербург) и пути их решения - ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ 2020 г; с 94-108.

2. ГОСТ 31861–2012. Вода. Общие требования к отбору проб: [сайт]. - Введ. 01.01.2014.– Текст: электронный. – URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения: 01.02.2022).

3. Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 (с изменениями на 10 марта 2020 года) № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 «"Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"».

5. РД 52.24.643–2002 "Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям".

Konopleva A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Water quality assessment of the Novaya River in St. Petersburg.

Due to numerous complaints of the population about the unpleasant smell and natural color of the water, an assessment of the water quality of the Novaya River was carried out. During hydrochemical research, the sources of pollution of the river were identified. As a result of the UKIZV calculation, water pollution classes were established for each sampling point. The main causes of river pollution are the violation of the flow of the watercourse, the decrease in the water content of the river and intensive agricultural activity in the catchment area.

Key words: *catchment area, biogenic and organic pollution, concentration of pollutants, SCIWP.*

УДК 912.43-14(911.52)
ГРНТИ 36.33.23(39.19.31)

ОБРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ЛАНДШАФТА

В. А. Обатнин

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

С целью определения тесноты взаимосвязей между природными компонентами необходимо провести корреляционный анализ, который, в свою очередь, требует обработки картографического материала, содержащего информацию об искомым компонентах. В публикации приводится алгоритм работы с информационными системами (Easy Trace, QGIS, Microsoft Excel и др.), позволяющий установить связи между компонентами ландшафта.

геоинформационные системы, корреляция, бинаризация, растр, лесные массивы

Картографический материал позволяет изучить пространственную неоднородность основных компонентов природы. Залесённость, характер рельефа и гидрографической сети территории можно оценить по топографическим картам, информация о прочих компонентах ландшафта представлена на тематических картах (геологических, почвенных, климатических и др). Наложение данных из разных карт друг на друга позволяет установить связи между теми или иными природными характеристиками.

Целью данной работы была разработка алгоритма действий в определённых программах, который позволит оценить тесноту связей между ландшафтными компонентами при исследовании ландшафтов на региональном уровне.

Некоторые тематические карты (например, Государственная геологическая карта, листы которой опубликованы на сайте Всероссийского научно-исследовательского геологического института [1]) доступны в векторном виде. Тогда как большинство карт (в частности, топографические карты, доступные для загрузки на сайте *nakarte.me* [2]) представляют собой растровые изображения (рис. 1а), в связи с чем требуется их предварительная векторизация.

Первоначально необходимо провести пространственную привязку растров в произвольной геоинформационной системе (автором использовалась программа *MapInfo Professional v16.0*), в исходной картографической проекции. После создания файла привязки растр загружается в программе *Easy Trace*. С помощью инструмента «бинаризация» необходимый слой данных автоматически выделяется по цветовому признаку (например, для выделения лесных массивов

необходимо выбрать все оттенки зелёного цвета, присутствующие на карте). Для облегчения выполнения задачи можно предварительно уменьшить количество цветов на карте, путём изменения цветового режима карты (*редактирование – цветовой режим – индексный – 64 цвета*). В ходе бинаризации растр становится двуцветным, таким образом исследуемые объекты обособляются от остального пространства (рис. 1б). Для дальнейшего редактирования растра (например, чтобы заполнить пустоту от надписей и объектов, нанесённых поверх исследуемого слоя данных) применяются инструменты «*очистка растра*» и «*инструмент кисть*».

После завершения редактирования растра в программе *Easy Trace* необходимо создать новый проект, куда в качестве отдельного слоя подгружается искомый растр. С помощью утилиты «*оконтуривание*» (*утилиты – автоматическая трассировка – оконтуривание*) в новом векторном слое по контуру исследуемых участков автоматически проводятся замкнутые полилинии. Затем с помощью утилиты «*сборка полигонов*» (*утилиты – топология – сборка полигонов*) данные полилинии автоматически преобразуются в полигоны. В случае, если требуется оцифровать линейные объекты (такие как изогипсы или водотоки), применяется утилита «*трассировка линий*» (*утилиты – автоматическая трассировка – трассировка линий*).

По указанному алгоритму необходимо преобразовать весь исследуемый картографический материал в векторный формат. Получаемые при этом слои полигонов и полилиний импортируются обратно в программу, в которой производилась привязка растра (рис. 1в).

Следующим этапом работы является подготовка векторных данных к статистическому анализу. Первоначально все объекты векторного слоя объединяются в один сложный полигон или полилинию. Параллельно происходит деление пространства на регулярную сеть ячеек. Для этого можно использовать линии градусной или километровой сетки с заданным интервалом, которые загружаются в отдельный векторный слой. Затем объединённый полигон (полилиния) разрезается этими линиями.

Далее в поле «*индекс*» атрибутивной таблицы слоя каждому вновь образованному полигону задаётся порядковый номер от 1 до n , где n – количество ячеек (рис. 1г). Полигоны нумеруются в строго заданной последовательности, общей для всех исследуемых слоёв (например, слева направо и сверху вниз). Это делается для того, чтобы полигоны из разных слоёв в пределах одной ячейки имели одинаковый номер.

После заполнения поля «*индекс*» слой импортируется в программу *QGIS*. В инструменте «*калькулятор полей*» числовому полю «*площадь*» атрибутивной таблицы задаётся функция «*\$area*». В результате в каждую ячейку данного поля автоматически заносится площадь соответствующего полигона, выраженная в заданных единицах (например, в квадратных

метрах). В случае, если исследуемый слой представляет собой совокупность не полигонов, а полилиний, в калькуляторе полей задаётся функция «*Slength*», рассчитывающая суммарную длину линий в каждой ячейке.

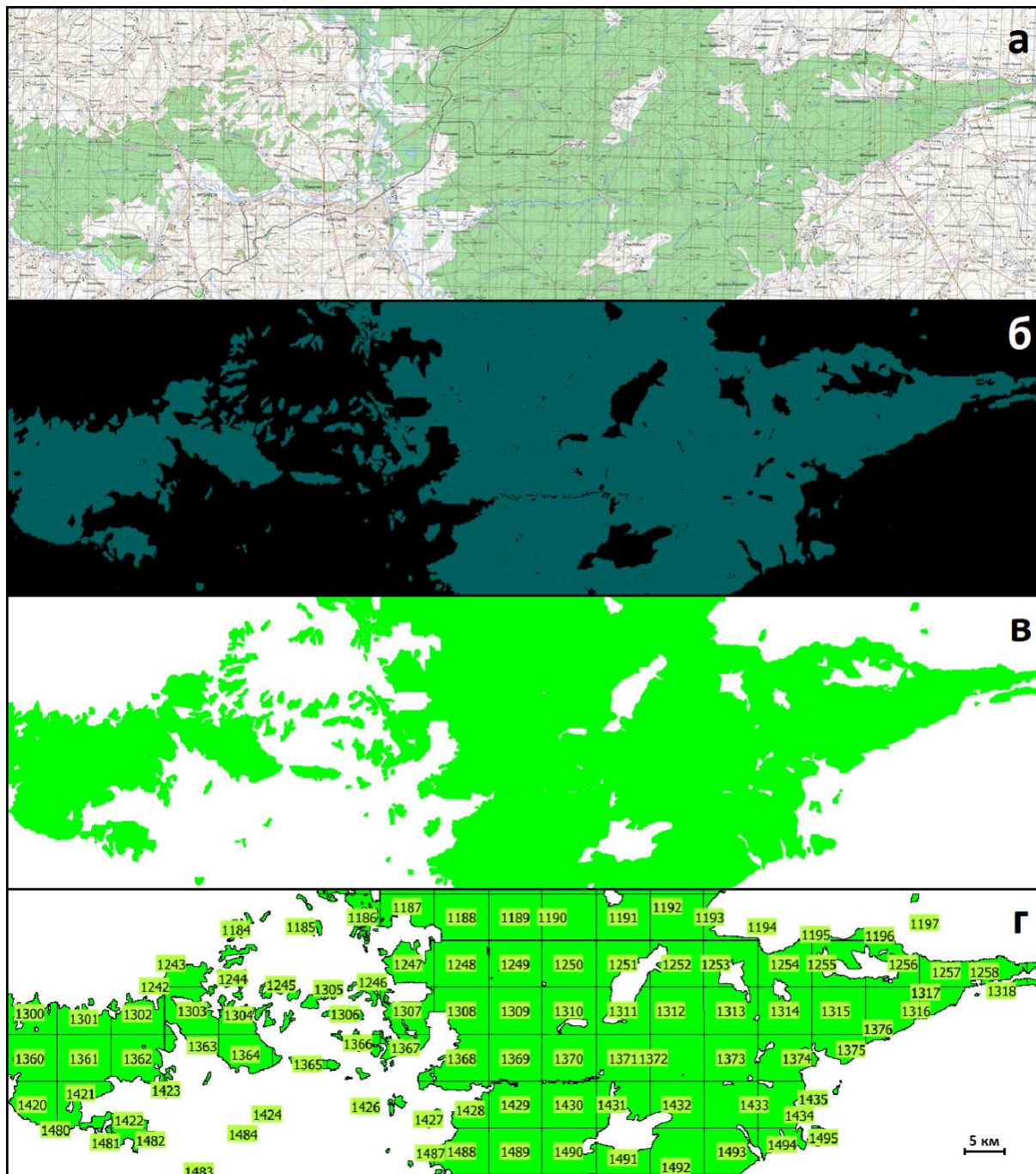


Рис. 1. Стадии обработки растрового изображения: а – фрагмент топографической карты севера Приволжской возвышенности; б – бинарное изображение лесных массивов в программе Easy Trace; в – полигоны лесных массивов в программе MapInfo; г – лесные массивы, разбитые регулярной сеткой, с указанием номеров ячеек

Тесноту связей между ландшафтными компонентами можно количественно оценить, применив корреляционный анализ. Такой анализ

предполагает трансформацию пространственной информации в табличную форму. Для этого атрибутивную таблицу каждого векторного слоя необходимо сохранить в виде таблицы *Microsoft Excel* (*экспорт – сохранить объекты как – электронная таблица MS Office Open XML*). Так как в некоторых ячейках полигоны могут отсутствовать, то строк с соответствующими номерами в атрибутивной таблице также может не быть (рис. 2а). Чтобы восстановить сквозную нумерацию ячеек, таблицу Excel необходимо откорректировать, добавив все пропущенные строки. В столбце «площадь» соответствующим ячейкам присваивается значение «0» (рис. 2б).

Для выявления связи между двумя ландшафтными характеристиками данные из соответствующих таблиц заносятся в сводную таблицу, после чего рассчитывается коэффициент парной корреляции (*формулы – библиотека функций – другие функции – статистические – КОРРЕЛ*).

D34			D36		
	A	B		A	B
1	№ ячейки	Площадь, м2	1	№ ячейки	Площадь, м2
2	1	31939663	2	1	31939663
3	2	34469029	3	2	34469029
4	3	28082564	4	3	28082564
5	4	17188133	5	4	17188133
6	5	951085	6	5	951085
7	6	683093	7	6	683093
8	7	7502728	8	7	7502728
9	8	4408470	9	8	4408470
10	10	2307448	10	9	0
11	13	6069926	11	10	2307448
12	14	722730	12	11	0
13	17	7416978	13	12	0
14	18	2830865	14	13	6069926
15	19	3948576	15	14	722730
16	20	5404877	16	15	0

Рис. 2. Таблица атрибутивных данных в MS Excel: а – до корректировки; б – после корректировки. Красным цветом выделены строки, соответствующие ячейкам без полигонов

Чтобы определить, является ли полученный коэффициент статистически значимым, необходимо рассчитать значение критерия Стьюдента и сравнить его с табличным значением. Наблюдаемое значение критерия Стьюдента рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}},$$

где r – полученный коэффициент парной корреляции, n – объём выборки (количество ячеек) [3].

По предложенному алгоритму автором была исследована связь между лесными массивами и отложениями песчаного механического состава в северной части Приволжской возвышенности (лист карты $N-38$). Объём выборки составил 4800 ячеек, коэффициент парной корреляции оказался равен 0,555. Наблюдаемое значение критерия Стьюдента составило 46,23, при этом табличное значение данного критерия для очень большой выборки и доверительной вероятности 0,999 равняется 3,29. Так как наблюдаемое значение критерия оказалось больше табличного, то коэффициент парной корреляции можно считать статистически значимым.

Таким образом, представленный алгоритм обработки картографического материала для изучения связи между компонентами природы показал свою эффективность при проведении ландшафтных исследований и будет применяться автором в дальнейшем.

Список используемых источников:

1. Государственные геологические карты РФ: [Электронный ресурс] // ФГБУ «ВСЕГЕИ». СПб., 2022. URL: https://www.vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/ (Дата обращения 12.11.2022).

2. Карты государственного геоинформационного центра [Электронный ресурс]. URL: <https://nakarte.me/#m=4/59.88894/70.66406&l=L/N/J/F/K> (Дата обращения 12.11.2022).

3. Савельева А. С., Черненко Н. А. Проверка значимости для коэффициента корреляции // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-1. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18221> (Дата обращения 12.11.2022).

Obatnin V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Processing of cartographical material to reveal relations between landscape components.

To determine the closeness of relationships between natural components, it is necessary to conduct a correlation analysis, which, in turn, requires the processing of cartographic material containing information about the desired components. The publication presents an algorithm for working with information systems (Easy Trace, QGIS, Microsoft Excel, etc.), which allows establishing links between landscape components.

Key words: geoinformation systems, correlation, binarization, raster, forest areas.

УДК 504.453(470.318)
ГРНТИ 87.21.00

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Рубина

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

Был проведен мониторинг поверхностных водных объектов в Калужской области, включающий в себя отбор проб поверхностной воды, анализ отчетов производственного контроля водопользователей. Полученные результаты позволяют сделать вывод о состоянии водных объектов на устьевых участках рек и в зонах сбросов водопользователей, оценить техногенное воздействие на реки и способность водотоков к ассимиляции.

мониторинг водных объектов

Основной целью работы является исследование рек Калужской области.

Для этого был трижды проведен отбор проб воды в июне, августе и сентябре в устьевых участках рек. На таких реках как Ока, Болва, Протва, не имеющих устьевых участков в Калужской области, мониторинг был осуществлен в районе пересечения ими границы области. Всего было отобрано 51 проба на 17 реках. Отбор был проведен в соответствии с действующими нормативными документами. Для определения количества загрязняющих веществ были проведены лабораторные исследования в аккредитованной лаборатории по методикам, прошедшим метрологическую аттестацию [1].

Для получения качества воды выше и в месте сброса сточных вод, были получены отчеты производственного контроля водопользователей за период 4 квартал 2021 – 3 квартал 2022 гг. [2]. Отчеты включали в себя: формы 3.1-3.3, план и проведенные водохозяйственные мероприятия, показатели качества поверхностной воды выше, в месте и ниже сброса сточных вод, подкрепленные протоколами исследований. Стоит отметить, что из квартала в квартал, перечень предоставленных материалов мог различаться, тем или иным пунктом водопользователь мог пренебречь или вообще не предоставить отчетность, что осложняет цикличность анализа антропогенного воздействия на водные объекты [3,4].

Оценка качества поверхностных вод, была проведена путем сравнения полученных концентраций загрязняющих веществ с установленными предельно допустимыми концентрациями (санитарно-гигиеническими и рыбохозяйственными) и с помощью расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [5,6,7].

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды был выполнен по 6 региональным показателям техногенного воздействия (нефтепродукты, фосфаты, нитраты, аммоний, биохимическое потребление кислорода 5 (БПК5), анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ)) [8,9].

Для водопользователей анализ природной поверхностной воды по региональным показателям не является обязательным, в проведении исследований они, в первую очередь, опираются на необходимые для своей организации показатели [3]. В связи с этим для сопоставимости результатов было взято различие по количеству учитываемых при расчете УКИЗВ ингредиентов не превышающее 30%, что значительно сократило количество анализируемой информации [5].

В пробах, по данным водопользователей, на основании результатов расчета превышений предельных допустимых концентраций, выявлены превышения рыбохозяйственных нормативов по нефтепродуктам от 1 до 26 раз, фосфатам от 1 до 77 раз, нитратам от 1 до 2,5 раз, аммоний от 1 до 43 раз, БПК₅ от 1 до 44,7 раз, АПАВ от 1 до 13 раз. Наибольшие превышения ПДК были зафиксированы в местах сброса сточных вод.

По результатам расчета УКИЗВ выше и в месте сброса сточных вод, можно сделать следующие выводы: в большинстве проб, качество воды относится к 4 классу и составляет 49%, при этом к 1 классу относится 2% проб, к 2 классу – 8%, к 3 классу – 38%, к 5 классу – 3%. Качество воды ухудшается по мере продвижения от верхнего створа к нижнему. Расчет УКИЗВ на основании данных от водопользователей был необходим для дальнейшей оценки качества водных объектов.

В пробах, отобранных в рамках мониторинга, на основании результатов расчета превышений предельных допустимых концентраций санитарно-гигиенических нормативов не обнаружено. Выявлены превышения рыбохозяйственных нормативов по БПК₅ от 1,18 до 2,09 раз, фосфатам от 1,19 до 9,06 раз, аммоний от 1,3 до 9,8 раз. В таблице 1 приведены результаты расчета УКИЗВ по региональным показателям.

ТАБЛИЦА 1. Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

№ п/п	Водный объект	Выше сброса		В месте сброса		Устье	
		УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗВ	Класс качества воды
1	Шаня	3,86	3-й класс, загрязненная, разряд "б" очень загрязненная	4,30	4-й класс, грязная, разряд "а" грязная	0,98	1-й класс, условно чистая
2	Суходре в	2,59	3-й класс, загрязненная, разряд "а" загрязненная	4,90	4-й класс, грязная, разряд "а" грязная	0,32	1-й класс, условно чистая
3	Медынка	-	-	-	-	0,90	1-й класс, условно чистая
4	Сечна	-	-	-	-	1,04	2-й класс, слабо загрязненная
5	Цыганка	4,23	4-й класс, грязная,	-	-	1,91	3-й класс, загрязнен

№ п/п	Водный объект	Выше сброса		В месте сброса		Устье	
		УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗВ	Класс качества воды
			разряд "а" грязная				ная, разряд "а" загрязнен ная
6	Росвянк а	4,65	4-й класс, грязная, разряд "а" грязная	-	-	1,57	3-й класс, загрязнен ная, разряд "а" загрязнен ная
7	Ока	2,87	3-й класс, загрязненная , разряд "а" загрязненная	3,91	3-й класс, загрязненна я, разряд "б" очень загрязненна я	0,48	1-й класс, условно чистая
8	Брынь	-	-	-	-	0,92	1-й класс, условно чистая
9	Терепец	-	-	-	-	0,72	1-й класс, условно чистая
10	Протва	3,84	3-й класс, загрязненная , разряд "б" очень загрязненная	3,53	3-й класс, загрязненна я, разряд "б" очень загрязненна я	0,87	1-й класс, условно чистая
11	Дырочн ая	3,98	3-й класс, загрязненная , разряд "б" очень загрязненная	-	-	1,40	2-й класс, слабо загрязнен ная
12	Страдал овка	-	-	-	-	0,98	1-й класс, условно чистая
13	Нара	6,75	4-й класс разряд «б» грязная	-	-	1,29	2-й класс, слабо загрязнен ная
14	Истья	2,12	3-й класс, загрязненная , разряд "а" загрязненная	-	-	1,35	2-й класс, слабо загрязнен ная
15	Киевка	-	-	-	-	0,41	1-й класс, условно чистая
16	Таруса	-	-	-	-	1,02	2-й класс, слабо загрязнен

№ п/п	Водный объект	Выше сброса		В месте сброса		Устье	
		УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗ В	Класс качества воды	УКИЗ В	Класс качества воды
							ная
17	Болва	-	-	-	-	1,34	2-й класс, слабо загрязненная

На рис. 1 представлена иллюстрация полученных значений расчета УКИЗВ по региональным показателям.

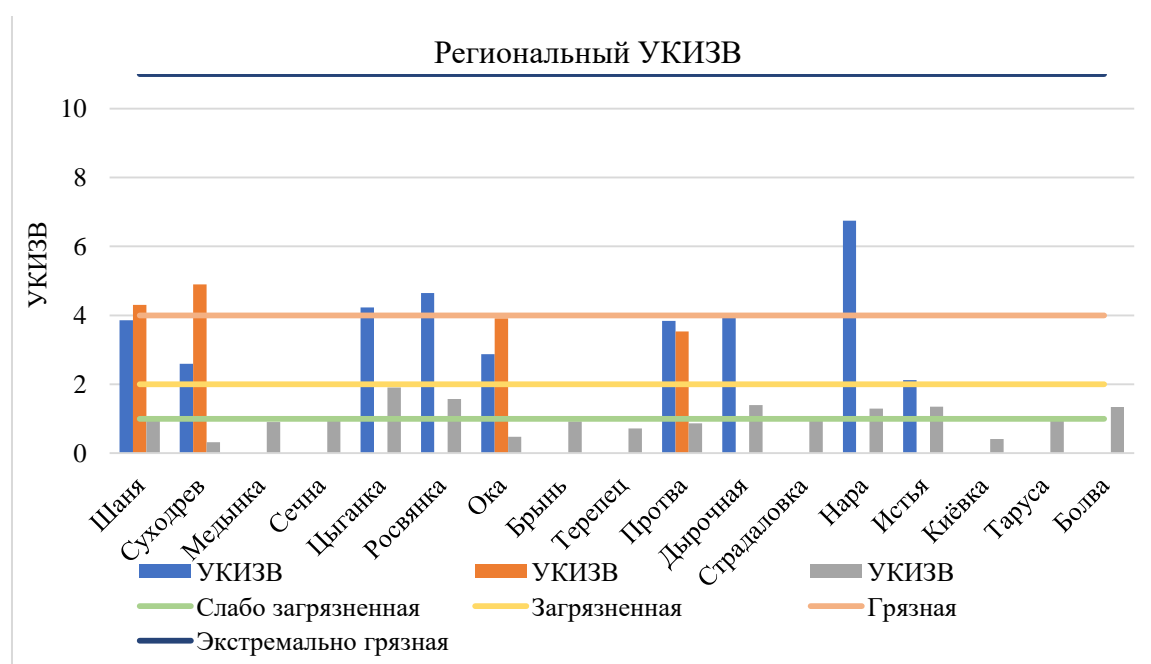


Рис. 1. Иллюстрация полученных значений расчета УКИЗВ по региональным показателям

Выше места сброса сточных вод наиболее высокие значения УКИЗВ – 4 класс качества воды, зафиксированы для рек Цыганка, Нара и Росвянка, это позволяет говорить о наличии выше по течению реки других источников загрязнения.

В месте сброса наибольшие значения УКИЗВ – 4 класс качества воды, зафиксированы для рек Шаня и Суходрев.

Ниже сброса сточных вод наиболее загрязненные реки, с 3 классом качества воды, Цыганка и Росвянка.

Для участков рек выше и в месте сброса сточных вод загрязненность воды характеризуется 3 и 4 классом качества. Основное количество створов (35%) выше сброса относится к 3 классу «Загрязненная». В месте сброса сточных вод отмечено равное количество створов с 3 и 4 классом качества.

В устьевых участках загрязненность воды варьирует от 1 до 3 класса. Основное количество створов соответствует 1 классу «Условно чистая» (53%).

В соответствии с приведенным графиком, можно сделать следующий вывод: качество воды в исследованных реках имеет тенденцию к улучшению, что свидетельствует о высокой ассимилирующей способности водотоков. Согласно таблице 1, видно, что к устьевому створу происходит значительное разбавление и самоочищение водотоков.

Список используемых источников:

1. Приказ Минприроды России от 24.02.2014 № 112 «Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов» (действ. с 10.10.2014).

2. Приказ Минприроды России от 31.01.2022 №51 «Типовая форма решения о предоставлении водного объекта в пользование, принимаемого федеральным агентством водных ресурсов, его территориальным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органом местного самоуправления» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 18.02.2022 № 67309).

3. Приказ Минприроды России от 09.11.2020 № 903 "Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества" (Зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 18.12.2020 N 61582).

4. Прохоров Ю.А., Ваганов Г.А., Шошина Р.Р., Маньшина И.В., Молодык А.Д., Иванова В.Е., Техногенное воздействие на поверхностные воды. Производственный контроль водопользователей как источник информации о состоянии поверхностных водных объектов Калужской области // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: сборник материалов. 2019. N 2. С. 18.

5. Руководящий документ РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности вод по гидрохимическим показателям» // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) –2002 г. – 50 с.

6. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». /Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 г. №2.

7. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ №552 от 13.12.2016 (для водоемов рыбохозяйственного значения).

8. Прохоров Ю.А., Королева И.В., Ваганов Г.А., Лунькина Г.Б., Маньшина И.В., Молодык А.Д., Шошина Р.Р. Мониторинг поверхностных водных объектов Калужской области. Развитие, состояние и перспективы // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: сборник материалов. 2018. С. 32.

9. Молодык А.Д., Маньшина И.В., Шошина Р.Р., Ваганов Г.А. Техногенное воздействие на поверхностные воды. Критерии выбора целевых региональных показателей техногенного воздействия // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: сборник материалов. 2019. N 1. С. 15.

Rubina A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Assessment of surface water quality in Kaluga Oblast.

Monitoring of surface water bodies in Kaluga Oblast was carried out, including surface water sampling and analysis of water users' production control reports. The results obtained allow us to make a conclusion about the condition of water bodies at river mouths and in the areas of water users' discharges, to assess the technogenic impact on the rivers and the ability of watercourses to assimilate.

Key words: water body monitoring.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

3.1. Безопасность компьютерных систем и сетей связи

УДК 004.056.53
ГРНТИ 20.15.05

КЛАССИФИКАЦИЯ АТАК НА ОБЛАЧНЫЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н. А. Голубов, С. А. Кошелева

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

В настоящее время использование Интернета и новых технологий для бизнеса и для пользователей уже стало частью повседневной жизни. NIST определяет архитектуру облачных вычислений, описывая пять основных характеристик, три модели облачных сервисов и четыре модели развертывания облачных вычислений. Многоуровневая классификация обеспечивает измерение для решения проблем безопасности. Уровень серьезности атаки также оценивается как низкий, средний и высокий по различным аспектам безопасности.

облачная инфраструктура, информационная безопасность, виртуализация, классификация атак, угрозы облачным технологиям, оценка рисков информационной безопасности

Основные модели.

Существует 3 основные модели облачных сервисов, и эти 3 фундаментальные классификации часто называют «моделью SPI», то есть программным обеспечением, платформой или инфраструктурой как услугой.

– Облачное программное обеспечение как услуга (SaaS) – это возможность, при которой потребитель может использовать приложения поставщика, работающие в облаке.

– Облачная платформа как услуга (Paas) – в этом типе услуг потребитель может развертывать созданные или приобретенные потребителем приложения, созданные с использованием языков программирования или инструментов, предоставленных поставщиком, в облачной инфраструктуре.

– Облачная инфраструктура как услуга (IaaS) – это возможность, предоставляемая потребителю, с помощью которой он может предоставлять обработку, хранение, сети и другие основные вычислительные ресурсы, где потребители могут развертывать и запускать программное обеспечение.

В основном, проблемы безопасности, представленные на рис. 1 возникающие при облачных вычислениях, являются результатом отсутствия у пользователей предприятий контроля над физической инфраструктурой.

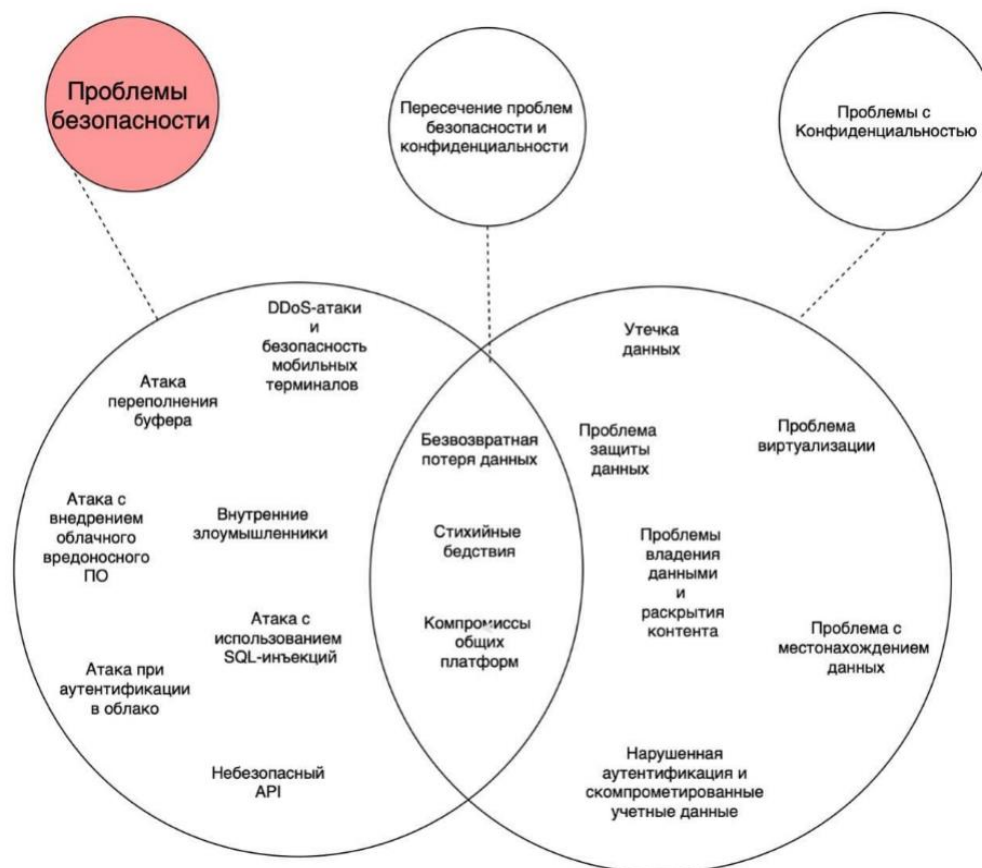


Рис. 1. Проблемы безопасности, возникающие при облачных вычислениях

Проблемы облачной безопасности во многом определяются моделью предоставления облачных услуг и моделью развертывания. В частных облаках легче достичь высоких уровней безопасности, чем в публичных. К другим основным проблемам безопасности в облачных вычислениях относятся небезопасные интерфейсы и API, злонамеренные инсайдеры, проблемы с общими технологиями, захват учетной записи или службы и неизвестные профили риска.

Облачные вычисления также касаются предоставления и использования ИТ, а не только технологических усовершенствований центров обработки данных.

Классификация угроз на облачную инфраструктуру.

Облачные вычисления — это широкая парадигма, основанная на моделях предоставления услуг хранения и программного обеспечения платформы.

В облачных вычислениях облака могут быть описаны на разных уровнях, то есть SaaS (программное обеспечение как услуга), PaaS (платформа как услуга) и IaaS (инфраструктура как услуга).

ТАБЛИЦА 1. Многоуровневая классификация рисков безопасности и конфиденциальности в облачных вычислениях

Облачный уровень	Облачный сервис	Проблемы безопасности	Тип атаки	Уровень риска
SAAS	Веб-сервис	Защита данных	Конфиденциальность	Средний
	Веб-портал	Атака на интерфейсы	Атака на подпись	Низкий
			Атака на издателя	Средний
	API	Атака на SSH	Атака на ключи API	Средний
			Атака на учетные данные пользователя	Средний
			Атака на учетные данные издателя	Высокий
PAAS и IAAS	Виртуализация платформы	Аппаратная виртуализация	ARP-спуфинг виртуальной коммутации	Высокий
			MAC-спуфинг виртуальной коммутации	Средний
		Программная виртуализация	Атака на вычисления	Низкий
Службы разработки	Облачное программное обеспечение	Вредоносный код	Вредоносный скрипт	Высокий
	Вычислительные сервисы	Службные вычисления	Неоплаченные клиентские атаки	Низкий
		SLA	Взлом	Высокий

Атаки на интерфейсы.

В данной статье будут рассмотрены атаки XSS и DoS атаки.

Успешная атака на облачные интерфейсы может привести к корневому доступу к машине без инициации прямой атаки на облачную инфраструктуру. На механизм аутентификации облаков запускается такой тип атаки как XSS (Cross-Site Scripting). Атака на конкретную уязвимость крадет информацию о паре имени пользователя и пароля.

Атаки с использованием межсайтовых сценариев (XSS) — это тип внедрения, при котором вредоносные сценарии вводятся на безопасные и надежные веб-сайты. Эта атака происходит, когда злоумышленник использует веб-приложение для исполнения или отправки вредоносного

кода на компьютер другого пользователя. Кроме того, межсайтовый скриптинг — это тип кибератаки, при которой в веб-приложении производится поиск уязвимостей для внедрения вредоносного скрипта. Это означает, что на пользовательскую информацию может повлиять кража файлов cookie, фишинг или атака всей сети компании.

Вредоносный контент, отправляемый в веб-браузер, часто принимает форму сегмента JavaScript, но может также включать HTML, Flash или любой другой тип кода, который браузер может выполнять. Разнообразие атак, основанных на XSS, практически безгранично, но обычно они включают в себя передачу злоумышленнику личных данных, таких как файлы cookie или другой информации о сеансе, перенаправление жертвы на веб-контент, контролируемый злоумышленником, или выполнение других вредоносных операций на машине пользователя. под видом уязвимого сайта.

Эффективное предотвращение уязвимостей XSS будет включать в себя комбинацию следующих мер:

- В том месте, где получен пользовательский ввод, фильтруйте как можно более строго на основе ожидаемого или допустимого ввода.

- В точке, где управляемые пользователем данные выводятся в HTTP-ответах, кодируйте выходные данные, чтобы предотвратить их интерпретацию как активного содержимого. В зависимости от контекста вывода это может потребовать применения комбинаций HTML, URL, JavaScript и CSS-кодировки.

Поскольку все больше организаций полагаются на технологии облачных вычислений в своих бизнес-операциях, атаки отказа в обслуживании (DoS), одна из наиболее распространенных форм атак на облако, могут оказаться чрезвычайно разрушительными.

DoS — это метод атаки, используемый для отказа в доступе законным пользователям онлайн-сервиса. Этой службой может быть банк или веб-сайт электронной коммерции, приложение SaaS или любой другой тип сетевой службы.

Самыми простыми типами атак являются атаки уровня 3 и 4 (IP и UDP / TCP в стеке OSI). Они просто наводняют сеть и серверы, так что они больше не могут обрабатывать законный сетевой трафик, потому что атаки насыщают сетевое соединение цели. Более сложная атака уровня 7 «имитирует» попытки реального пользователя использовать веб-приложение путем поиска контента на сайте или нажатия кнопки «добавить в корзину».

Учитывая, что DoS-атаки становятся все более частыми, вот несколько способов, как их предотвратить или отразить:

- Убедиться, что Интернет-соединение организации превышает пропускную способность — это одна из самых простых защит от DDoS-атак, но она также может быть дорогостоящей. Чем больше пропускная способность у организации, тем больше злоумышленники должны сделать, чтобы заблокировать ее соединение.

– Определить уязвимости в системе - просканировать систему для обнаружения уязвимостей. Можно использовать инструменты сканирования уязвимостей, чтобы определить слабые места, которые могут быть использованы для запуска атак типа «отказ в обслуживании».

– Использовать систему обнаружения вторжений (IDS). Некоторые системы обнаружения вторжений, доступные сегодня, оснащены технологией защиты систем от DoS-атак с использованием методов проверки соединения и предотвращения попадания определенных запросов на корпоративные серверы. Системы IDS также можно настроить для обнаружения угрозы и принятия корректирующих действий для ее предотвращения.

– Поддерживать резервное подключение к Интернету с отдельным пулом IP-адресов для критически важных пользователей

– Настроить правила брандмауэра для фильтрации вредоносного IP-адреса.

В данной статье представлена многоуровневая классификация проблем безопасности в облачных вычислениях, выделяющая влияние различных атак на безопасность каждого облачного уровня.

Рассмотрены способы защиты от XSS и DoS атак.

Список используемых источников:

1. The NIST definition of cloud computing. ИТ: [Электронный ресурс]. URL: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final> (Дата обращения 12.11.2022)

2. Assessing the security risks of cloud computing: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.studymode.com/essays/Assessing-The-Security-Risks-Of-Cloud-1009499.html>

3. Ponemon 2014 SSH security Vulnerability Report [Электронный ресурс]. URL: <http://www.venafi.com/collateral/wp/ponemon-2014-ssh-security-vulnerability-report> (Дата обращения 12.11.2022)

4. Virtualization: issues, security threats, and solutions [Электронный ресурс]. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2431211.2431216> (Дата обращения 12.11.2022)

5. Банк данных угроз безопасности информации // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю [Электронный ресурс]. URL: <https://bdu.fstec.ru> (Дата обращения 12.11.2022)

6. Просто об оценке рисков [Электронный ресурс]. URL: <https://www.securitylab.ru/blog/personal/shaurojen/22833.php> (Дата обращения 12.11.2022)

Golubov N., Kosheleva S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Classification of attacks on cloud infrastructures.

At present, the use of the Internet and new technologies for business and for users has already become part of everyday life. NIST defines the cloud computing architecture by describing five core characteristics, three cloud service models, and four cloud deployment models.

Multi-level classification to solve security problems. The severity of the attack is also rated as low, and high in terms of security.

Key words: *cloud infrastructure, information security, virtualization, classification of attacks, assessment of cloud technologies, information security risks.*

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА RPCAP ДЛЯ УДАЛЕННОГО АНАЛИЗА ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. В. Коновалова, П. В. Карельский, М. М. Ковцур

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

В современном мире развитие технологий и рост сети приводят к увеличению возможных атак на вычислительную сеть. Чтобы предотвратить нападения злоумышленников и быстро устранить уязвимости появляется необходимость в мониторинге сети. Мониторинг сети осуществляется путем наблюдения за передаваемыми внутри этой сети данными и обнаружения аномалий. Появляется потребность в получении передаваемых данных для анализа содержимого, а вместе с этим, необходимость перехвата трафика. Существуют разные методы перехвата трафика на основе которых работают технологии мониторинга и технологии предотвращения вторжений внутри информационной инфраструктуры. Предлагается использовать один из методов перехвата трафика, основанный на работе протокола Remote Packet Capture с использованием беспроводной сети для дальнейшего удаленного анализа.

информационная безопасность, удаленный мониторинг, RPCAP протокол, беспроводные сети, удаленный анализ трафика

Микрокомпьютеры имеют широкое распространение в нашей повседневной жизни, будь это умный телевизор, офисный ПК, или маршрутизатор. Всё перечисленное создаётся, переходит, или уже успело перейти на микропроцессорную базу, например, POS-терминалы, созданные на основе Raspberry Pi. Raspberry Pi - семейство микрокомпьютеров, получившее широкое применение в системах автоматизации типа «умный дом», робототехнике, макетировании, а также в создании узкоспециализированного несерийного оборудования. В данной работе рассматривается применение микрокомпьютера для реализации удаленного анализа передаваемых данных с использованием облачных технологий [1-4].

В качестве сервиса, позволяющего осуществлять анализ передаваемых данных, используется RPCAPD-демон. Он позволяет настроить гибкий мониторинг сетевой инфраструктуры. Для его работы необходимы клиентская и серверная части [5-7]. На стороне клиентской части предлагается использовать микрокомпьютер Raspberry Pi. Внутри Raspberry Pi установлен RPCAPD-демон. Устройство raspberry Pi должно иметь как минимум два сетевых интерфейса. С помощью первого сетевого интерфейса устройство должно подключаться к компонентам информационной инфраструктуры компании. С помощью второго сетевого

интерфейса устройство необходимо подключить к внешней сети Интернет. Для этого можно использовать протоколы Ethernet или IEEE 802.11. Далее будет рассматриваться протокол IEEE 802.11 для подключения к внешней сети и протокол Ethernet для подключения к внутренней. В качестве устройства, с помощью которого клиент будет иметь доступ во внешнюю сеть для обмена данными с серверной частью, будет использоваться беспроводная точка доступа (рисунок 1) [8-10].

Управление клиентом, который сканирует хосты, можно осуществлять как локально, с помощью сервера на территории информационной инфраструктуры, так и удалённо [11]. Удаленное управление возможно осуществлять привычным образом, с использованием физического устройства или с использованием облачных технологий [12-15].

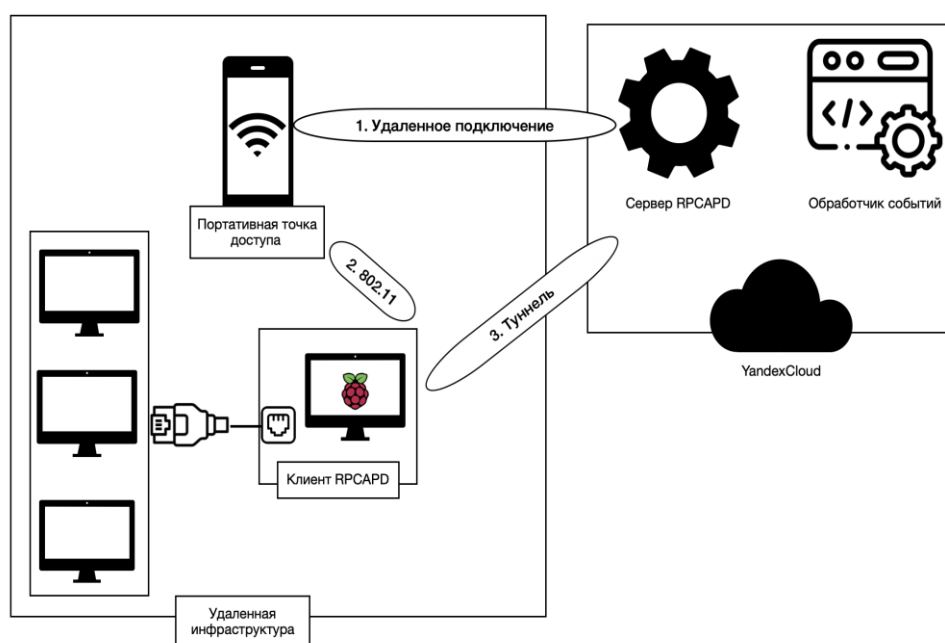


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов информационной инфраструктуры.

В качестве облачных технологий предлагается использовать виртуальную машину в Yandex.Cloud. На данной виртуальной машине необходимо настроить работу серверной части RPCAPD-демона. Для удаленного взаимодействия между клиентом и сервером необходимо организовать VPN-туннель. Для этого необходимо заранее сконфигурировать клиент-серверное взаимодействие, добавив в файл `/etc/strongswan.conf` как на клиенте, так и на сервере необходимые для подключения по VPN настройки [16-17].

После построения VPN-туннеля можно управлять клиентом RPCAPD-демона. Далее необходимо подключить микрокомпьютер к устройству и

начать запись удаленного получения пакетов на хосте инфраструктуры [18].

Для удобства работы и администрирования на стороне клиента необходимо написать скрипт автозапуска RPCAPD-демона.

Затем, на стороне сервера запускаем сниффер, например, Wireshark. Пример подключения показан на рисунке 2. В качестве адреса хоста необходимо указать IP-адрес клиентской части установки. После чего, из перечисленных интерфейсов необходимо выбрать интерфейс, подключенный к сканируемому устройству и начать запись удаленного получения пакетов на хосте инфраструктуры.

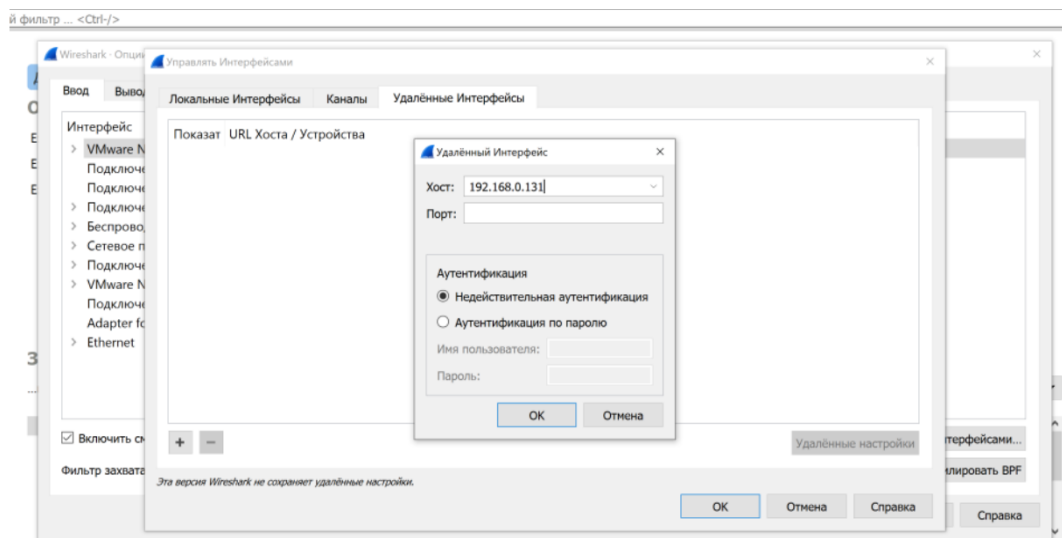


Рис. 2. Подключение к удаленному интерфейсу с использованием Wireshark.

Таким образом, после того, как построился VPN-туннель для клиент-серверного взаимодействия, на виртуальной машине в Yandex.Cloud будет сформирован дамп трафика. Этот дамп будет содержать пакеты, проходящие через устройство удаленной инфраструктуры. Благодаря VPN-туннелю, получаемые и передаваемые по внешней сети данные будут зашифрованы во время передачи пакетов от устройства удаленной инфраструктуры в хранилище Yandex.Cloud.

Данная установка позволяет осуществлять удаленное получение данных с любого устройства удаленной инфраструктуры для дальнейшего анализа и выявления аномалий в сети. Установка мобильна в использовании. Для её работы достаточно использовать мобильную связь с возможностью создания беспроводной точки доступа на телефоне.

Список используемых источников:

1. Герлинг Е.Ю., Модели нарушителей информационной безопасности / Герлинг Е.Ю., Кулишкина Е.И., Бирих Э.В., Виткова Л.А. // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2017. Т. 35. No 1. С. 27-30.

2. Березина Е.О., Классификация угроз информационной безопасности в сетях ИОТ / Березина Е.О., Виткова Л.А., Ахрамеева К.А. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. No 2. С. 11-18.
3. Лаврова Д.С., Предупреждение DOS-атак путем прогнозирования значений корреляционных параметров сетевого трафика / Лаврова Д.С., Попова Е.А., Штыркина А.А., Штеренберг С.И. // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2018. No 3. С. 70-77.
4. Котенко И.В., Гибридная модель базы данных NOSQL для анализа сетевого трафика / Котенко И.В., Ушаков И.А., Пелёвин Д.В., Овраменко А.Ю. // Защита информации. Инсайд. 2019. No 1 (85). С. 46-54.
5. Ушаков И.А., Разработка автоматизированной установки IAAS... (OPENSTACK) и мониторинговой системы (PROMETHEUS) для сегмента частной закрытой сети / Ушаков И.А., Паничев А.Д., Гурбатов Г.О. / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. No 2. С. 24-33.
6. Ушаков И.А., Комбинированный подход к обнаружению инсайдеров в компьютерных сетях / Ушаков И.А., Котенко И.В., Овраменко А.Ю., Преображенский А.И., Пелёвин Д.В. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. No 4. С. 66-71.
7. Котенко И.В., Технологии Больших данных для мониторинга компьютерной безопасности / Котенко И.В., Ушаков И.А. // Защита информации. Инсайд. 2017. No 3 (75). С. 23-33.
8. Valueva A., Approach to detection of denial-of-sleep attacks in wireless sensor networks on the base of machine learning / Valueva A., Desnitsky V., Ushakov I. // В сборнике: Intelligent Distributed Computing XIII. 2019. С. 350-355.
9. Ахрамеева К.А., Использование стеганографии в компьютерных играх / Ахрамеева К.А., Герлинг Е.Ю., Ковцур М.М., Куликов И.А. // Телекоммуникации. 2020. No 10. С. 22-26.
10. Виткова Л.А., Использование геометрических ХЕШ-функций в информационной безопасности / Виткова Л.А., Ахрамеева К.А., Грузинский Б.А. // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2017. Т. 37. No 3. С. 5-9.
11. Штеренберг С.И., Методика применения концепции адаптивной саморазвивающейся системы / Штеренберг С.И., Виткова Л.А., Просихин В.П. // Информационные технологии и телекоммуникации. 2014. Т. 2. No 4. С. 126-133.
12. Карев А.С., Бирих Э.В., Сахаров Д.В., Виткова Л.А., Проблемы информационной безопасности в интернете вещей. // В сборнике: Интернет вещей и 5G. 2016. С. 66-70.
13. Штеренберг С.И., Виткова Л.А., Варианты вложения информации в исполняемый файл формата INTEL HEX при помощи языка ассемблера // Инновации и инвестиции. 2015. No 7. С. 154-156.
14. Krasov A., Vitkova L., Pestov I., Behavioral analysis of resource allocation systems in cloud infrastructure // В сборнике: Proceedings - 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019. 2019. С. 8867699.
15. Костарев С.В., Липатников В.А., Сахаров Д.В., Модель процесса передачи результатов аудита и контроля в автоматизированной системе менеджмента предприятия интегрированной структуры // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2015. No 2. С. 120-125

16. Сахаров Д.В., Штеренберг С.И., Левин М.В., Колесникова Ю.А., Разработка модели обеспечения отказоустойчивости сети передачи данных // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2016. Т. 34. No 4. С. 14-20.

17. Сахаров Д.В., Левин М.В., Фостач Е.С., Виткова Л.А., Исследование механизмов обеспечения защищенного доступа к данным, размещенным в облачной инфраструктуре // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. No 2. С. 40-46.

18. Миняев А.А., Метод и методика оценки эффективности системы защиты территориально- распределенных информационных систем // Информатизация и связь. 2020. No 6. С. 29-36.

Konovalova V. , Karelsky P. , Kovtsur M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a solution concept based on the rpsap protocol for remote traffic analysis using cloud technologies.

In the modern world, the development of technology and the growth of the network lead to an increase in possible attacks on the computer network. In order to prevent malicious attacks and quickly eliminate vulnerabilities, there is a need for network monitoring. Network monitoring is carried out by monitoring the data transmitted within this network and detecting anomalies. There is a need to receive the transmitted data for content analysis, and at the same time, the need to intercept traffic. There are different methods of intercepting traffic on the basis of which monitoring technologies and intrusion prevention technologies work inside the information infrastructure. It is proposed to use one of the methods of traffic interception based on the operation of the Remote Packet Capture protocol using a wireless network.

Key words: information security, remote monitoring, RPCAP protocol, wireless networks.

УДК 004.056.55
ГРНТИ 28.21.19

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ СО СТИРАНИЕМ ОШИБОЧНЫХ БЛОКОВ У НАРУШИТЕЛЯ

А. С. Лапшин

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

Предложена и исследована модификация протокола формирования ключа между двумя корреспондентами с использованием каналов с постоянными параметрами в присутствии пассивного нарушителя. Данный протокол состоит из нескольких составляющих: протокол формирования бит сырого ключа, протокола преимущественного улучшения основного канала, протокол ухудшения двух каналов. Суть предлагаемой модификации заключается в том, что производится дополнительное стирание блоков первой итерации протокола преимущественного улучшения основного канала, в которых у нарушителя присутствуют одиночные ошибки. Получены аналитические и экспериментальные оценки вероятностей ошибок ключевых последовательностей у легальных пользователей и нарушителя.

распределение ключей, бесшумные каналы, усиление секретности

Для обеспечения информационной безопасности при передаче и хранении сообщений в инфокоммуникационных системах, использующих Интернет, необходимо применять шифрование.

В работах [1], [2], [3] исследуются протоколы распределения ключей, через стандартный канал Интернет. Наиболее эффективным с точки зрения реализации на пользовательских компьютерах является протокол распределения ключей на основе обмена случайными двоичными числами между легальными пользователями, предложенный и исследованный [3]. Однако скорость формирования ключа в этом протоколе не высока. В этой связи актуален поиск путей увеличения скорости формирования ключа, который проведен в настоящем исследовании. Рассмотрим основные этапы цифрового протокола распределения ключа, предложенного в [3].

Данный протокол является стеком из нескольких протоколов. Кратко опишем каждый из данных протоколов. В первом из них - протоколе формирования бит сырого ключа (ФСК), производится формирование последовательностей бит сырого ключа посредством обмена случайными двоичными числами по каналу интернет. Как показано в [3], вероятность ошибки в последовательности у легального пользователя (p_m) больше вероятности ошибки в последовательности бит сырого ключа у нарушителя (p_e). Затем следует применение протокола ПУОК – преимущественного улучшения основного канала, позволяющего достичь условия $p_m \ll p_e$, а затем выполняется протокол УДК – ухудшения двух каналов, позволяющего увеличить до уровня необходимого для успешного применения процедуры усиления секретности, обеспечивающей требуемую величину утечки ключа у нарушителя. В завершение

производится исправление ошибок в ключевых последовательностях у легальных пользователей посредством процедуры помехоустойчивого кодирования.

Рассмотрим принцип работы протокола ФСК, затем рассмотрим предлагаемую модификацию протокола ПУОК (рис. 1).

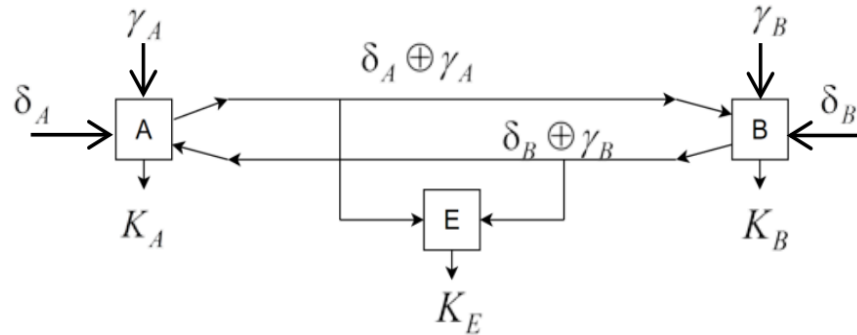


Рис. 1. Схема выполнения протокола формирования бит сырого ключа

В обмене участвуют два пользователя (А и В). Каждый из пользователей генерирует случайные двоичные последовательности δ_A и δ_B , а также шумовые компоненты γ_A и γ_B , которые также являются двоичными случайными последовательностями, но с иными вероятностями:

$$\begin{aligned}
 P\{\delta_A = 0\} &= P\{\delta_A = 1\} = 1/2 \\
 P\{\delta_B = 0\} &= P\{\delta_B = 1\} = 1/2 \\
 P\{\gamma_A = 0\} &= P\{\gamma_B = 0\} = p \\
 P\{\gamma_A = 1\} &= P\{\gamma_B = 1\} = 1 - p,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где δ_A , δ_B , γ_A и γ_B независимы.

Затем пользователи обмениваются последовательностями с аддитивно наложенным шумом по незащищённому каналу.

В результате пользователи А и В формируют последовательности бит сырых ключей по правилам

$$\begin{aligned}
 K_A &= \delta_A \oplus \delta_B \oplus \gamma_B, \\
 K_B &= \delta_B \oplus \delta_A \oplus \gamma_A.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Нарушитель Е может перехватить оба сообщения, и аналогично может сформировать свою последовательность по правилу:

$$K_E = \delta_A \oplus \gamma_A \oplus \delta_B \oplus \gamma_B.$$

Доказательство того, что данное правило является оптимальным, приведено в [3].

Далее производится выполнение протокола преимущественного улучшения основного канала (ПУОК). Для этого биты сырого ключа разбиваются на блоки по s символов.

Пользователь А генерирует двоичное случайное число γ , которое кодируется $(s,1)$ – кодом повторения и побитно складывается с цепочкой длиной s бит сырого ключа K_A , и затем передаётся по публичному каналу пользователю В. Пользователь складывает полученную цепочку со своей цепочкой и получает блок U :

$$U = K_A \oplus \gamma \oplus K_B = \gamma \oplus \varepsilon_{AB}. \quad (3)$$

где ε_{AB} – цепочка шума: $\varepsilon_{AB} = K_A \oplus K_B$.

В данном случае γ – ключевая последовательность для пользователей А и В. Аналогичным образом Е вычисляет:

$$W = K_A \oplus \gamma \oplus K_E = K_A \oplus \gamma \oplus K_A \oplus \varepsilon_{AE} = \gamma \oplus \varepsilon_{AE} \quad (4)$$

где ε_{AE} – цепочка шума, разность между цепочками $\varepsilon_{AE} = K_A \oplus K_E$.

Корреспондент В декодирует принятый двоичный блок следующим образом:

- если все s бит в блоке одинаковые (нули или единицы), блок считается принятым;
- если блок содержит нули и единицы, блок стирается, об этом сообщается корреспонденту А по *каналу обсуждения* и он стирает этот бит из буфера памяти.

Нарушитель Е контролирует обмен информацией в отводном канале и канале обсуждения и, если корреспонденты стерли блок, он тоже его стирает. Если они приняли блок, он его декодирует по мажоритарному правилу следующим образом. При нечетном s блок декодируется как единица, если число единиц в блоке больше чем число нулей и декодируется как нуль, если чисто нулей больше числа единиц. При s четном мажоритарное правило сохраняется, но при равенстве нулей и единиц в блоке одна половина таких комбинаций декодируется как нуль, а другая половина, как единица. Протокол ПУОК может быть выполнен несколько раз подряд.

При выполнении нескольких итераций возможно выполнение условия $p_e \geq p_0$. Основной недостаток такой конструкции протоколов состоит в том, что скорость формирования ключа мала.

Одна из причин в том, что в первой итерации протокола ПУОК вероятности ошибок в ключевых последовательностях у легального пользователя и нарушителя отличаются незначительно и поэтому стартовая позиция для второй итерации ПУОК и УДК является «невыгодной».

Задача данного исследования заключается в том, чтобы повысить эффективность первой итерации протокола ПУОК путем введения дополнительных стираний блоков, содержащих ошибки, которые нарушитель заведомо мог бы исправить. В результате вероятность ошибочного декодирования кодового слова нарушителем увеличивается.

Заметим, что из описания протокола ФСК (рис.1) следует, что пользователь А помимо формирования бита сырого ключа КА может также сформировать бит сырого ключа КЕ, который имеет нарушитель Е. То же самое можно сказать и корреспонденте В. То есть и корреспондент А, и корреспондент В, знают биты последовательности КЕ. Используя эту информацию, они могут влиять на процесс декодирования блоков $(s,1)$ нарушителем Е. Рассмотрим случай, когда такое влияние оказывает пользователь А. После того как пользователь А получил информацию от В о стертых блоках и стер их, он проводит анализ оставшихся блоков сопоставляя их с оставшимися блоками у нарушителя. И, если он видит, что у нарушителя блок содержит d ошибок, которые нарушитель может исправить, проведя мажоритарное декодирование, он стирает эти блоки, о чем сообщает пользователю В, который тоже этот блок стирает. Нарушитель вынужден этот блок стереть. То есть идея стирания дополнительных блоков состоит в том, чтобы из общей последовательности блоков, которые остались у нарушителя в ходе выполнения протокола ПУОК, изъять блоки, которые он мог бы исправить. Следовательно, у нарушителя останется больше ошибочных блоков и тем самым увеличится вероятность ошибки в ключевой последовательности.

Было произведено моделирование данной модификации протокола с целью получения вероятностей ошибок у легального пользователя и у нарушителя после выполнения протокола ПУОК с дополнительным стиранием при $s = 4$.

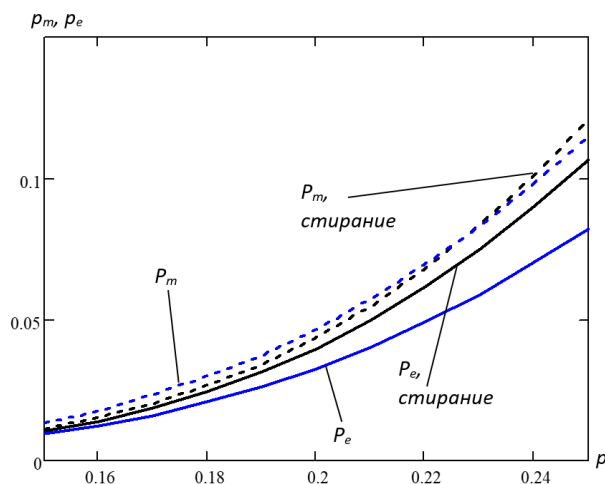


Рис. 2. Зависимости вероятностей ошибки у легального пользователя и у нарушителя при применении итерации протокола ПУОК без стирания и с дополнительным стиранием

Как видно из рис. 2, при введении дополнительного стирания вероятность ошибки приема бита ключа у нарушителя увеличивается. В тоже время вероятность ошибки у легального пользователя изменяется незначительно.

Предложена и исследована модификация цифрового протокола формирования ключа между двумя корреспондентами с использованием каналов с постоянными параметрами. Суть предлагаемой модификации заключается в том, что корреспонденты осуществляют дополнительное стирание блоков в первой итерации протокола ПУОК. В этих блоках нарушитель имеет одиночные ошибки, которые он мог бы исправить. За счет уменьшения доли неисправляемых ошибок вероятность ошибки приема бита ключа у нарушителя увеличивается. Получены оценки (аналитические и на основе моделирования) вероятностей ошибок ключевых последовательностей у легальных пользователей и нарушителя на всех этапах протокола с дополнительным стиранием.

Список используемых источников:

1. Korzhik V., Starostin V., Kabardov M., Gerasimovich A., Yakovlev V., Zhuvikin A. “Protocol of key distribution over public noiseless channels executing without cryptographic assumption” // International Journal of Computer Science and Application. 2020, V. 17, N 1, P. 1-14.

2. Yakovlev V., Korzhik V., Akhmetshina M., Zhuvikin A. “Key Sharing Protocol Using Exchange by Integers over Public Noiseless Channels Between Users that Provides Security without Cryptographic Assumptions” // The 31th Conference of Open Innovations Association FRUCT, Helsinki Finland, 27-29 April 2022, P. 363-379.

3. Yakovlev V., Korzhik V., Starostin V., Lapshin A., Zhuvikin A. “Channel Traffic Minimizing Key Sharing Protocol Intended for the Use over the Internet and Secure without any Cryptographic Assumptions” // The 32th Conference of Open Innovations Association FRUCT, Helsinki Finland

Lapshin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research of the key distribution protocol with erasing of error blocks of the intruder. A modification of the key distribution protocol between two correspondents using channels with constant parameters in the presence of a passive intruder has been proposed and investigated. This protocol consists of several components: the protocol of raw key bit formation, the protocol of preferential improvement of the main channel, the protocol of deterioration of two channels. The main idea of the proposed modification is that additional erasure of blocks of the first iteration of the protocol of preferential improvement of the main channel, in which the intruder has single errors, is performed. Analytical and experimental estimates of key sequence error probabilities for legitimate users and intruder have been obtained.

Key words: key distribution, noiseless channels, secrecy enhancement.

УДК 004.891.2
ГРНТИ 28.23.37

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА МУЛЬТИАГЕНТНОГО ТИПА

А. Д. Лебедева

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

В мир технологий всё больше внедряется искусственный интеллект (далее ИИ). Одним из способов его применения может быть в системах обнаружения вторжения, где ИИ сопровождает распределительную интеллектуальную систему и интеграцию в нее различных технологий от Больших данных до машинного обучения. Создание отечественных систем защиты информации (далее СЗИ) накладывает дополнительную актуальность данной теме исследований

искусственный интеллект, Большие данные, машинное обучение, нейронные сети, программные агенты

Основная идея данного исследования – на имеющемся базисе отечественных РИС построить архитектуру СЗИ, оснащенную новыми технологиями искусственного интеллекта. Однако, сам ИИ нуждается в собственной самозащите от атак, например, нарушения целостности.

На основании этого в работе формируется цель – построение концептуальной модели обеспечения защиты искусственного интеллекта мультиагентного типа. Под «жизнеспособностью» ИИ будем понимать совокупность оценок в методологии построения самоорганизующихся карт программных агентов (далее - ПА, они же «нейроны») и воздействию к атакам, направленных на нарушение целостности.

В модели, где уже имеются предметы контроля «жизнеспособности», основными достоинством будет являться установление коэффициента достижения порога насыщения, позволяющий контролировать распространения ПА по системе с обработкой механизмов Больших данных. Обработка Больших данных в дальнейшем будет влиять на приобретение ассоциативной память у ИИ, а также обеспечивать синхронизацию компонентов мультиагентной нейронной системы, имеющая в основе квазибиологическую парадигму, которая позволяет определить условия сохранности ИИ от деструктивных действий.

На начальных этапах формирования мультиагентной системы для нового ИИ необходимо составить схему их взаимодействия. Поскольку все ПА системы новые и проходят на данный момент этап первичного внедрения в перцептрон, то также принято решении о самоназвании каждого из ПА и символического представления в схеме для придания

аутентичности разрабатываемого программного обеспечения (далее - ПО) (рис 1).

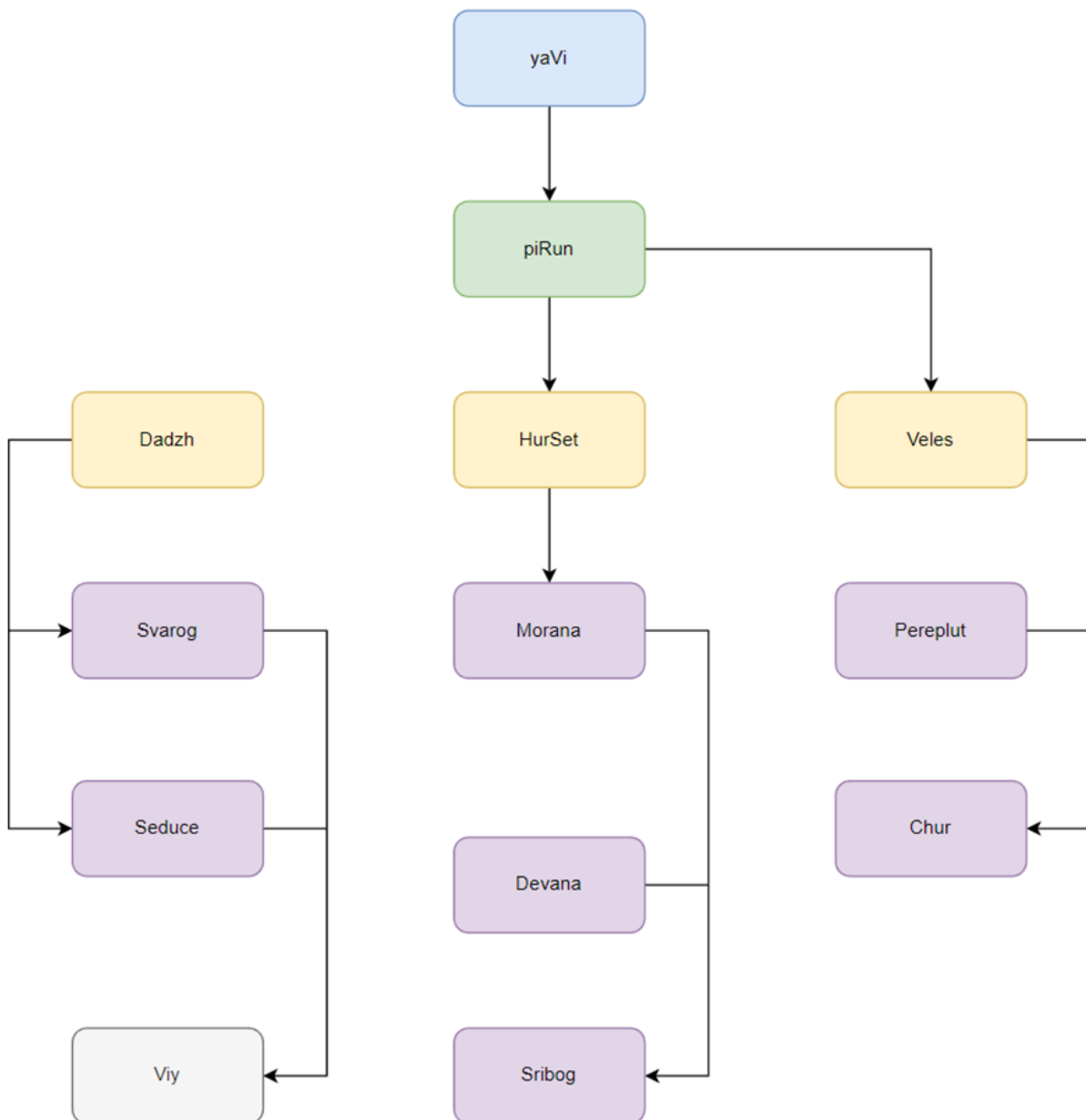


Рис. 1. Концептуальная схема взаимосвязи ПА

Таблица 1 соответствует Рис.1 с кратким названием и описанием компонентов интеллектуальной системы.

ТАБЛИЦА 1. Описание ПА концептуальной модели обеспечения защиты системы искусственного интеллекта мультиагентного типа

Название компонента	Тип ПО	Функции ПО
Veles	ПА	ПА для ведения активных защитных функции перцептрона PiRun
PiRun	ПА	Главной модуль принятия решений перцептрона
HurSet	ПА	ПА для ведения функций пассивной защиты перцептрона PiRun
Chur	ПА	ПА с определением системы свой-чужой
Pereplut	ПА	ПА в функция исследования среды для внедрения нейрона Veles
Morana	ПА	ПА, отвечающий за оперативной самоуничтожение перцептрона PiRun
Dadzh	ПА	ПА, отвечающий за восстановление работоспособности PiRun
Devana	ПА	ПА с встроенными библиотечными данными для проведения стеганографических операций [12] перцептрона PiRun
Stribog	ПА	ПА с встроенными библиотечными данными для проведения криптографических операций [11] перцептрона PiRun
Seduce	ПА	Отвечающий за самоинсталляцию компонентов перцептрона PiRun
Svarog	ПА	ПА-самописец кода компонентов перцептрона PiRun
Viy	ПА	Модуль память версий перцептрона PiRun

Каждый модуль – программный агент («нейрон») со встроенными функциями СЗИ, которые связаны единым процессом перцептрона, носящего название PiRun. В дальнейшем будет выстраиваться и методология и защита ПО во всей РИС (которое в свою очередь носит название yaVi). Суть этой концептуальной модели обеспечить зарождающийся ИИ математической методологией, обработкой Больших данных для накопления ассоциативной памяти, проводить ассимиляцию дополнительных СЗИ и компонентов перцептрона, а также развивать и улучшать строящийся ИИ.

Заключение. В ходе построения и написания данной концептуальной модели, в дальнейшем будет проводится модификация методики построения самоорганизующейся карты программных агентов (нейронов) для систем обнаружения вторжений (далее - COB).

Список используемых источников:

1. Бостром Н., Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М. : МИФ, 2016. 496 с.

2. Хапке Х., Нельсон К., Разработка конвейеров машинного обучения. Автоматизация жизненных циклов модели с помощью TensorFlow. М. : ДМК Пресс, 2021. 346 с.: ил.

3. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е., Глубокое обучение. СПб. : ПИТЕР, 2018. 480 с.

4. Уорр К., Надежность нейронных сетей: укрепляем устойчивость ИИ к обману. СПб. : ПИТЕР, 2021. 272 с.

Lebedeva A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A conceptual model for ensuring the protection of a multi-agent type artificial intelligence system.

Artificial intelligence is increasingly being introduced into the world of technology. One of the ways it can be used in intrusion detection systems, where artificial intelligence accompanies a distribution intelligent system and the integration of various technologies into it from Big Data to machine learning. The creation of domestic information security systems imposes additional relevance to this research topic.

Key words: *artificial intelligence, big data, machine learning, neural networks, software agents.*

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

З. В. Михайлова

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

В статье представлено описание роли технологии искусственного интеллекта в информационной безопасности. Методы использования данных алгоритмов в роли вспомогательной функции для сотрудников отделов кибербезопасности. Также представлена оценка эффективности внедрения и применения данной технологии в компаниях.

искусственный интеллект, информационная безопасность, EDR, алгоритм, UEBA, системы Антифрод

Конфиденциальность являлась важной составляющей личной и публичной жизни человека еще со времен появления писем. С одной стороны, необходимо поддерживать конфиденциальность личных сообщений, банковских счетов, переводов или паролей от оплачиваемых сервисов. С другой стороны, более глобальной, все характеристики продуктов и их производства, финансовые составляющие, организационные и корпоративные данные компаний и предприятий имеют огромную ценность и стоимость. Их потеря может привести к банкротству или крушению корпорации. Таким образом, в 2021 году ущерб от кибератак и хакерства составил около 6 триллионов рублей в России [1]. В мировой экономике за этот же год ущерб хакерских атак составил более 9 триллионов долларов, что несомненно пагубно сказывается на инвестиционной деятельности [2].

На настоящий момент обеспечением информационной безопасности компании занимаются специализирующиеся в этой области отделы информационных технологий и экономической безопасности. Они поддерживают непрерывный контроль доступа и занимаются своевременным предотвращением системных уязвимостей и угроз. Данные отделы полностью контролируют весь жизненный цикл разработки продукта от исходного задокументированного технического задания до снятия продукта с использования вследствие потери актуальности.

Прогресс никогда не стоит на месте, и ежедневно разрабатываются новые системы помощи специалистам с использованием новейшей информационной технологии - искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) — это система или машина, которая может имитировать человеческое поведение, чтобы выполнять задачи и постепенно обучаться, используя собранную информацию [3].

Основными преимуществами использования технологий искусственного интеллекта являются:

- круглосуточный контроль и защита данных в нерабочее время сотрудников;

- своевременное и оперативное обнаружение угроз и их предпосылок, обеспечивающее сокращение времени на весь перечень действий по обеспечению защиты;

- отсутствие необходимости нахождения требуемого количества опытных и квалифицированных сотрудников.

Рассмотрим далее другие важные аспекты в обеспечении информационной безопасности посредством внедрения технологий искусственного интеллекта и последующей помощи сотрудникам кибербезопасности.

Искусственный интеллект предполагает машинное обучение, которое прогнозирует и анализирует модели поведения, ввиду чего имеет возможность определять, обнаруживать и классифицировать любые аномалии, вредоносные программы, угрозы и предотвращать их до совершения атаки [4]. Данный алгоритм действий применения технологий искусственного интеллекта в данной области несет название - EDR (Endpoint Detection and Response) [5].

Также искусственный интеллект может взять на себя ответственность за другое основополагающее задание - анализ сетевой безопасности. Данный анализ включает в себя разработку корпоративной политики безопасности и непрерывное анализирование сетевой среды. Использование технологий искусственного интеллекта предоставляет огромную пользу большим компаниям, где отделы по работе с информационной безопасностью тратят большое количество времени на определение соответствия серверов нормам безопасности и мониторинге рабочих нагрузок приложений. Более того, искусственный интеллект может предполагать поведенческий анализ в режиме реального времени. Данная технология может сработать при обнаружении аномалий, таких как запрос доступа в нерабочее время сотрудников или местоположение, через которое совершается попытка входа в систему. Исходные данные в код несомненно заносятся и контролируются сотрудником отдела безопасности. Данный тип защиты именуется - UEBA (User and Entity Behavior Analytics) [6].

Более того, огромный вклад технологии искусственного интеллекта могут привести в обеспечении безопасности на этапе перевода данных и веб-продуктов компании в облачное хранилище. Гибридный подход, а именно работа алгоритмов искусственного интеллекта в связке с сотрудником защиты информации могут обеспечить защищенный переход данных компании с последующей компиляцией их в облако с постоянным мониторингом.

Отдельно стоит отметить системы антифрод. Технологии обнаружения фрода посредством алгоритмов искусственного интеллекта анализируют типичное поведение пользователя и бьют тревогу при отклонении от нормы, тем самым позволяя вовремя предотвратить акт

мошенничества, вычислить уязвимость и предупредить пользователя. Однако, технологии кибермошенников тоже не стоят на месте. Существуют различные алгоритмы способные обхитрить технологии защиты, такие как Deep Fake, способный воссоздать внешний вид человека в любом видео источнике, также имеются в наличии различные алгоритмы для подделывания и изменения голоса, номеров телефонов и даже создания собственных синтетических персональных данных для банковских карт.

В ходе исследования, которые провели Osterman Research (таблица 1), компаний, начавшие использовать продукты с технологиями искусственного интеллекта, выявляют повышение эффективности в расследовании инцидентов, управлении персоналом по информационной безопасности, обнаружении и скорости реакции на угрозы. Более того, исследователи обращают внимание на сокращение количества ложных срабатываний.

ТАБЛИЦА 1. Статистика по улучшению показателей информационной безопасности после применения технологий искусственного интеллекта.

Польза	Все орг.	Орг. внедряющие максимум 10% ИИ	Орг. внедряющие более 10% ИИ
ИИ ускоряет обнаружение тревоги	60%	49%	69%
ИИ повышает эффективность работы сотрудников киберзащиты	60%	46%	70%
Автоматическая первоначальная сортировка	49%	41%	54%
Оптимизация идентификации угроз	47%	41%	51%
ИИ ускоряет процесс устранения угроз	44%	33%	53%
ИИ снижает количество ложных срабатываний тревоги	38%	28%	47%
Автоматическое устранение или изоляция	23%	17%	28%

Из года в год наблюдается глобальное развитие технологических составляющих компаний и продуктов. Технологии искусственного интеллекта вносят огромный вклад в отрасль информационной безопасности посредством борьбы с современными информационными угрозами и служат незаменимым помощником сотрудникам соответствующей отрасли.

Список используемых источников

1. Vedomosti.ru // Почему киберпреступления – угроза национальной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2021/12/07/899278-kiberprestupleniya-bezopasnosti> (дата обращения 05.11.2022)
2. Iprime.ru // Ущерб мировой экономики [Электронный ресурс]. URL: https://Iprime.ru/telecommunications_and_technologies/20211216/835525865.html (дата обращения 05.11.2022)
3. Oracle.com // Что такое ИИ? [Электронный ресурс] URL: <https://www.oracle.com/cis/artificial-intelligence/what-is-ai/> (дата обращения 07.11.2022)
4. Калинин М.О., Штеренберг С.И. Анализ информационной безопасности предприятия на основе мониторинга информационных ресурсов с использованием машинного обучения // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2018. № 3 (15). С. 47-54.
5. Encyclopedia.kaspersky.com // Endpoint Detection and Response [Электронный ресурс] URL: <https://encyclopedia.kaspersky.com/glossary/edr-endpoint-detection-response/> (дата обращения 07.11.2022)
6. rapid7.com // What is user and entity behavior analytics? [Электронный ресурс] URL: <https://www.rapid7.com/fundamentals/user-behavior-analytics/> (дата обращения 08.11.2022)

Mikhailova Z.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Artificial intelligence in information security.

The article describes the role of artificial intelligence technology in information security. Methods of using these algorithms in the role of an auxiliary function for employees of cybersecurity departments. It also presents an assessment of the effectiveness of the implementation and application of this technology in companies.

Key words: *Artificial intelligence, information security, EDR, algorithm, UEBA, Anti-Fraud systems.*

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.21

RSTEG-TCP: МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ

А. А. Нечаев, И. О. Курманов

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

RSTEG (retransmission stenography) – один из методов сетевой стеганографии, который может быть реализован с протоколами транспортного уровня, использующими алгоритм ретрансляции сегментов. Целями настоящей работы являются описание метода RSTEG-TCP, его вариаций (улучшений) и выделение индикаторов, которые могут помочь в его стегоанализе. Были сделаны выводы о наилучших индикаторах.

RSTEG, TCP, сетевая стеганография, стегоанализ

Стеганография – наука о скрытой передаче информации. Сетевая стеганография охватывает методы, которые используют сетевой трафик как покрывающий объект и сетевые протоколы эталонной модели OSI в качестве носителей секретных данных.

Методы сетевой стеганографии принято разделять на следующие группы [1]:

- методы стеганографии, изменяющие данные в полях заголовков или полезной нагрузки пакетов;
- методы стеганографии, изменяющие структуру передачи пакетов, а именно: очередность передачи, их задержку или введение преднамеренных потерь пакетов.

Так же существуют и гибридные методы стеганографии – их реализации изменяют: содержимое пакетов, сроки доставки пакетов, порядок их передачи; или осуществляют преднамеренные потери пакетов. Примером такого метода является RSTEG, который первоначально был представлен в [2].

Его идея состоит в намеренном игнорировании (неподтверждении) корректно принятого сегмента с последующим вызовом его повторной отправки. При этом, в поле полезной нагрузки ретранслированного сегмента вкладывается стеганограмма.

Методы сетевой стеганографии привлекают внимание исследователей безопасности, поскольку их анализ дает ценную информацию для улучшения мониторинга сети и обнаружения вредоносного ПО. Использование статического и динамического анализа, выполняемого сетевыми системами обнаружения вторжений, стало отраслевым стандартом, в результате чего стало проще реализовывать технические меры для обнаружения стегоканалов.

Целями настоящей работы являются описание механизма работы RSTEG, его вариаций и выделение индикаторов, которые могут помочь в обнаружении организуемых им стегоканалов.

2. Описание RSTEG

В типовом механизме ретрансляции на основе истечения таймера (например, TCP), отправитель запускает таймер после отправки каждого сегмента, который обнуляется после получения подтверждения. Если таймер отправителя истекает, происходит повторная отправка сегмента. RSTEG эксплуатирует этот алгоритм, заставляя скрытого получателя не подтверждать успешно полученный сегмент. В результате таймер скрытого отправителя истекает и инициируется повторная отправка сегмента. Затем, отправитель намеренно изменяет ретранслируемый сегмент, вкладывая стеганограмму в его полезную нагрузку. Очевидно, оба участника должны знать о происходящем обмене.

Пример действия RSTEG с использованием TCP показан на рис. 1. Сначала клиент устанавливает соединение с сервером для передачи файла. Установленное соединение действует как покрывающий объект. Затем клиент приступает к отправке файла, разбитого на несколько сегментов. В случайный момент передачи клиент сигнализирует о том, что следующий сегмент будет содержать стеганограмму. При получении сигнализирующего PDU (сигнализация может происходить не только на транспортном уровне) сервер не отвечает подтверждением, и ожидает ретранслированного сегмента. Наконец, сервер получает и подтверждает получение сегмента со стеганограммой, и сессия продолжается как обычно.

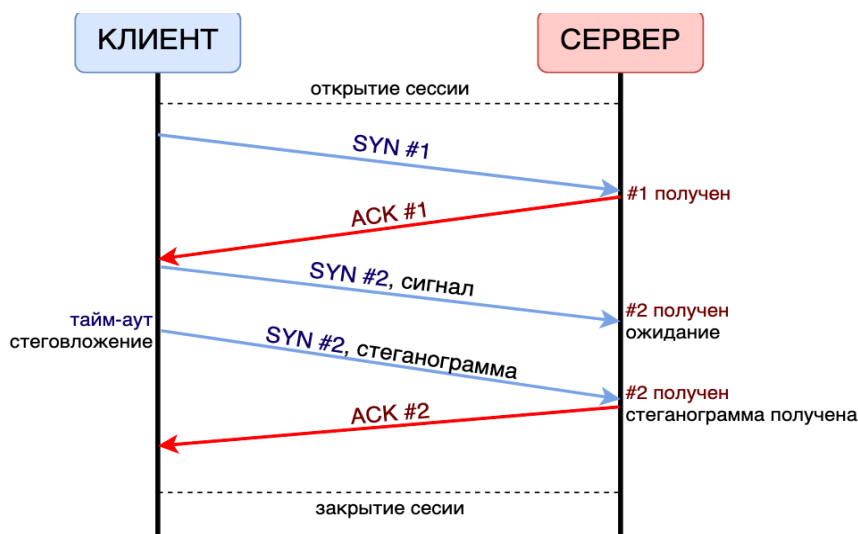


Рис. 1. Идея RSTEG применительно к TCP-сессии

Для эффективной работы RSTEG необходимо учитывать случаи потери сигнализирующих и ретранслированных сегментов. Эти механизмы подробно описаны в [3] и представляют мало интереса с точки зрения стегоанализа.

3. Обнаружение

Методы обнаружения RSTEG-TCP можно свести к трем группам: анализ ретранслированных сегментов, анализ отдельных сессий и анализ общего потока трафика.

Многие вариации RSTEG являются его прямыми улучшениями, делающими неэффективными определенные методы стегоанализа. Однако, авторами не было найдено ни одной реализации в открытом доступе,

содержащей все описанные на сегодняшний день механизмы предотвращения обнаружения. Учитывая возможность использования этих реализаций в реальных атаках (например, с целью эксфильтрации данных или передачи управляющих команд), важно описать, в том числе, “устаревшие” индикаторы наличия стегоканала в сети, как и механизмы, уменьшающие или устраняющие возможность обнаружения стегоканала по этим индикаторам.

3.1. Доля потерянных пакетов

Поскольку ретрансляции являются неотъемлемой частью транспортных протоколов, в которых применим RSTEG, добавление искусственных ретрансляций не является основным вектором обнаружения. Данное утверждение справедливо только при выборе небольшой вероятности ретрансляции. Если возможно, отправитель должен проанализировать среднюю вероятность потери пакета в целевой сети, чтобы выбрать соответствующую вероятность ретрансляции. Выбранное значение также повлияет на пропускную способность как стеганографического, так и покрывающего канала [3].

Таким образом, обнаружение наличия стегоканала любой вариации RSTEG возможно путем сравнения долей потерянных пакетов в участке сети, в разные временные интервалы. Однако, эффективность этого подхода тем ниже, чем ниже стабильность канала связи и выбранная вероятность ретрансляции.

3.2. Сигнализация

RSTEG может сигнализировать о последующей передаче стеганограммы несколькими способами. Простейший подход состоит в том, чтобы выбирать одно из полей заголовка PDU и изменять его значение [4]. К примеру, для протокола IPv4 можно изменять один бит в таких полях, как DF или ToS. Однако, такую манипуляцию легко обнаружить, сравнивая заголовки пакетов одной и той же сессии.

Другим способом является встраивание идентифицирующей последовательности в полезную нагрузку сегмента [4]. Авторами оригинальной статьи предлагается идентифицирующая последовательность (IS – Identifying Sequence) для маркировки сегмента TCP, вычисление которой описано в уравнении (1). IS вычисляется с использованием хеш-функции и следующих параметров: SK (Secret Key) — общий секретный ключ между отправителем и получателем, порядковый номер TCP, контрольная сумма сегмента и сигнальный бит.

$$IS = H(SK + \text{порядковый номер} + \text{контрольная сумма TCP} + \text{сигнальный бит}). \quad (1)$$

После вычисления, отправитель встраивает IS в predeterminedенную позицию поля полезной нагрузки. Получателю необходимо проверять эту позицию в каждом сегменте и сравнивать полученные данные с вычисленной последовательностью.

Ясно, что реализация этого подхода значительно усложнит возможность обнаружения сигнализирующих сегментов, как и уменьшит пропускную способность стегоканала.

3.3. Контрольные суммы сегментов

Еще одним вектором обнаружения являюся контрольные суммы сегментов. Как известно, контрольная сумма TCP-сегмента вычисляется из его заголовков, полезной нагрузки и псевдо-заголовка IP [5]. Во время процедуры вставки полезная нагрузка сегмента заменяется стеганограммой. Таким образом, контрольные суммы исходного (сигнального) и ретранслированного сегментов не будут соответствовать.

Созданный таким образом стегоканал может быть обнаружен путем сравнения контрольных сумм оригинальных и ретранслированных сегментов. Такую функцию может выполнять NIPS/NIDS. Однако, возможны редкие ложноположительные срабатывания, когда значение контрольной суммы оригинального или ретранслированного сегмента было действительно повреждено в процессе его передачи.

Устранение возможности обнаружения было предложено в [6], получив название IRSTEG (Improved RSTEG). Решение состоит в сопоставлении контрольной суммы с желаемым значением и добавлением 16-битного компенсирующего кода в поле полезной нагрузки сегмента. Такой подход устраняет описанный выше вектор обнаружения и немного снижает пропускную способность стегоканала.

3.4. Полезная нагрузка сегментов

Стегоканал RSTEG может быть обнаружен с помощью механизма сравнения полезной нагрузки между оригинальным и ретранслированным сегментами. Несмотря на простоту и эффективность, этот метод может значительно снижать производительность в сетях с высоким уровнем трафика. Поскольку копия последней полученной полезной нагрузки должна храниться в памяти для будущего сравнения, требования к памяти для типичного сетевого устройства становятся очень высокими.

Согласно проведенному ранее авторами RSTEG исследованию [2], NIDS Snort 2.9.17 обладает таким механизмом и, в результате эксперимента, системой было обнаружено 83% сегментов, содержащих стеганограмму. Авторами также были найдены некоторые сетевые устройства, использующие Snort, но с выключенным по умолчанию правилом, описанным далее.

Авторами оригинальной статьи не было представлено данных о полученных ложноположительных срабатываниях. Кроме того, авторы утверждают, что исследовали исходный код препроцессора Normalize_TCP, чтобы понять механизм вызова тревоги с sid 129-5 (именно она сигнализирует о наличии стеганограммы в сегменте). Однако, согласно документации Snort [7], gid 129 соответствует препроцессору Stream5_TCP. Была ли допущена эта ошибка на этапе редакции статьи или нет, действительная точность заявленного метода требует дальнейшего исследования.

В настоящей работе был описан механизм действия стегосистемы RSTEG-TCP, а также ее вариаций, являющимися накопленными с годами улучшениями, направленными, главным образом, на затруднение стегоанализа. Были описаны векторы стегоанализа, имеющие различную на сегодняшний день актуальность.

Исследование показало, что наиболее универсальными на сегодняшний день являются способы обнаружения по долям потерянных пакетов и полям полезной нагрузки сегментов. При этом, первый метод является сравнительно дешевым в реализации, но сильно зависит от характеристик среды передачи и выбранной вероятности ретрансляции сегмента. Последний из описанных методов тем более ресурсоемкий, чем больше загруженность участка сети, но обладает высокой вероятностью истинноположительных срабатываний. Тем не менее, его точность в части ложноположительных срабатываний требует дальнейшего исследования.

Список используемых источников:

1. Пескова О. Ю., Халабурда Г. Ю. Применение сетевой стеганографии для скрытия данных, передаваемых по каналам связи: [Электронный ресурс] // Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. N 12 (137). С. 167-176. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-setevoy-steganografii-dlya-skrytiya-dannyh-peredavaemyh-po-kanalam-svyazi> (Дата обращения: 07.11.2022).
2. Mazurczyk W., Smolarczyk M., Szczypiorski K. Retransmission Steganography and Its Detection: [Электронный ресурс] // Soft Comput. 15. 2011. pp. 505-515. URL: <https://doi.org/10.1007/s00500-009-0530-1> (Дата обращения: 07.11.2022).
3. Hospital J., Megias D., Mazurczyk W. Retransmission steganography in real-world scenarios: a practical study [Электронный ресурс] // European Interdisciplinary Cybersecurity Conference (EICC). Association for Computing Machinery. 2021. pp. 60-65. URL: <https://doi.org/10.1145/3487405.3487659> (Дата обращения: 09.11.2022).
4. Mazurczyk W., Smolarczyk M., Szczypiorski K. Retransmission Steganography Applied: [Электронный ресурс] // International Conference on Multimedia Information Networking and Security. 2010. pp. 846-850. URL: <https://doi.org/10.1109/MINES.2010.179> (Дата обращения: 09.11.2022).
5. Eddy W., Ed., "Transmission Control Protocol (TCP)": [Электронный ресурс]. STD 7. RFC 9293. 2022. URL: <https://doi.org/10.17487/RFC9293> (Дата обращения: 10.11.2022).
6. Zhai J., Liu G., Dai Y. An Improved Retransmission-based Network Steganography: Design and Detection: [Электронный ресурс] // Journal of Networks. Vol. 8. № 1. pp. 182-188. URL: https://www.researchgate.net/publication/274663989_An_Improved_Retransmission-based_Network_Steganography_Design_and_Detection (Дата обращения: 12.11.2022).
7. Snort Users Manual 2.9.16: [Электронный ресурс] // The Snort Project. URL: <https://www.snort.org/documents/snort-users-manual-2-9-16> (Дата обращения: 12.11.2022)

Nechayev A., Kurmanov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

RSTEG-TCP: Detection Methods.

RSTEG (retransmission stenography) is one of the network steganography methods that can be implemented making use of transport layer protocols using a segment relay algorithm. The aims of this paper are to describe the RSTEG-TCP method, its variations (improvements), and to identify indicators that can help in its steganalysis. Conclusions about the best of available indicators were made.

Key words: *RSTEG, TCP, network stenography, retransmission stenography, steganalysis.*

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

МОНИТОРИНГ ИНФОРМАЦИИ ИНСТАНСОВ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

И. Е. Пестов, И. А. Смуров, П. О. Федоров, Е. С. Федорова

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

В статье рассматривается проблема информационной безопасности инстансов облачной инфраструктуры. Она также описывает понятие мониторинга облачной среды, как комплексный процесс, включающий в себя подтипы, выполняющие определенные функции. В статье также отражено представление облачной системы в виде конечного операционного автомата.

облачная инфраструктура, информационная безопасность, мониторинг, операционный конечный автомат

Чтобы соответствовать современным направлениям развития возникла потребность в облачных вычислениях. Соответственно, нагрузка от реализации и количество трафика полностью ложится на инфраструктуру. В связи с этим для обеспечения корректной и стабильной работы всей инфраструктуры и быстрого реагирования на угрозы и неполадки необходимо производить мониторинг ЦОД [1].

Мониторинг, или отслеживание состояния компонентов системы и управление облачной инфраструктурой позволяет распределять нагрузку и затраты ресурсов, обеспечивать надлежащий уровень информационной безопасности и надежности и контролировать качество передаваемых услуг, что необходимо как клиентам, так и самим провайдерам облачных услуг.

Мониторинг облачной среды.

Мониторинг облачной среды – это комплексный процесс, который включает в себя подтипы, выполняющие определенные функции [2].

Реализация мониторинга системы начинается с построения математической модели. В таком случае параметры системы необходимо рассматривать в дискретных состояниях и времени. При таком подходе модель представляется в виде формального аппарата, обладающего входными, внутренними (или промежуточными) и выходными состояниями [3].

При этом модель следует рассматривать как конечный операционный автомат (ОКА), имеющего конечное количество параметров только в одной итерации поведения [4].

Состояние подобного автомата на шаге r можно задать совокупностью параметров:

$$\text{ОКА}_r = \{d_{a_r}, d_{b_r}, d_{c_r}, F_r^b, F_r^c, DA(d_{b_{r-1}}), DB(d_{b_{r-1}}), DC(d_{b_{r-1}}), FB(d_{b_{r-1}}), FC(d_{b_{r-1}})\} \quad (1)$$

Где:

d_{a_r} — вектор исходной информации;

d_{b_r} — вектор характеристик промежуточного состояния;

d_{c_r} — вектор выходной информации.

Возможные условия, возникающие при создании ОКА можно разделить на три категории: основное условие (ОУ), пост- и предусловия. В таком случае последним должно соответствовать ОУ, при которых они истинны, а постусловиям — при которых они ложны.

В таком случае можно ввести соответствующие предикаты $P_{zv0}(P_{zv0}(\cdot))$, $P_{zv1}(d_{zv1})$, ..., $P_{zva}(d_{zva})$ равные нулю при ложности (неопределенности) и единице в противном случае. Таким образом получаем следующую структуру:

$$\{P_{zv0} \wedge P_{zv1} \wedge \dots \wedge P_{zve_z} \rightarrow P_{zva} | S_{zv}, M_{zv}, z = \overline{1, Z}; v = \overline{1, V_z}\} \quad (2)$$

Где:

S_{zv} — состояние условия zv ;

M_{zv} — множество, содержащее номера ОУ, при которых постуствия неистинны, а предусловия — наоборот.

Выразив модель учитывая описанные выше значения получим следующую формулу:

$$\text{ОКА}_r = \{F_{zv}(d_{zve}; e = \overline{1, E_z}) \rightarrow d_{zva}; \{d_s\}; \{d_w\}; z = \overline{1, Z}; v = \overline{1, V_z}\} \quad (3)$$

Теперь можно осуществить переход от построенного одноуровневого аппарата к иерархическому конечному операционному. Для этого из исследованных параметров необходимо выделить опорные, которые далее будут помечены индексом “0”, помещенным сверху.

Совокупность опорных множеств можно представить в следующем виде:

$$DOKA^0 = \{DA^0, DB^0, DC^0, FB^0, FC^0\} \quad (4)$$

откуда можно получить допустимые множества параметров высших уровней i :

$$DOKA^i = \{DA^i, DB^i, DC^i, FB^i, FC^i\} \quad (5)$$

И, приводя все к единой характеристике, можно вывести следующее соотношение:

$$DOKA^0 \Leftrightarrow DOKA^1 \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow DOKA^i \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow DOKA^K \quad (6)$$

в другом случае можно записать с учетом зависимости от промежуточного статуса,

$$DOKA^i = DOKA^i(d_{b_{r-1}}) \quad (7)$$

Теперь можно представить допустимые множества в расширенном виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} DA^i(\bar{d}_{r-1}) \xrightarrow{F_{ij}^{DA}} DA^j(\bar{d}_r) \\ DB^i(\bar{d}_{r-1}) \xrightarrow{F_{ij}^{DB}} DB^j(\bar{d}_r) \\ DC^i(\bar{d}_{r-1}) \xrightarrow{F_{ij}^{DC}} DC^j(\bar{d}_r) \\ FB^i(\bar{d}_{r-1}) \xrightarrow{F_{ij}^{FB}} FB^j(\bar{d}_r) \\ FC^i(\bar{d}_{r-1}) \xrightarrow{F_{ij}^{FC}} FC^j(\bar{d}_r) \end{array} \right\}, \quad (8)$$

где при помощи функций F_{ij}^{DA} , F_{ij}^{DB} , F_{ij}^{DC} , F_{ij}^{FB} , F_{ij}^{FC} строится множество, содержащее допустимые параметры.

Иерархический операционный конечный автомат предоставляет возможность воспринимать объекты в виде множества связанных друг с другом низкоуровневых элементов. При этом, формально, переход между уровнями осуществим при помощи изменения вида множеств, содержащих допустимые параметры. На основании иерархического конечного аппарата можно построить необходимые функции переходов. В момент перехода допустимые массивы параметров перестраиваются на всех уровнях [5].

Возможности разработанного автомата можно представить при помощи функциональной модели представленной на рис. 1.

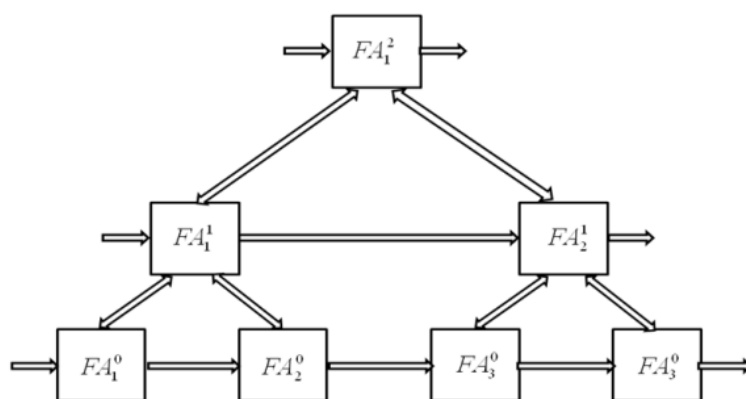


Рис. 1. Иерархическая структура функций

При этом возможные состояния иерархического ОКА представляют из себя также иерархическую структуру.

Данные во время работы рассматриваются на дискретных отрезках времени, в течение которых состояние объекта полностью не изменяется. Для каждого отрезка строится собственная многоуровневая структура, в итоге все они связываются в единую последовательность [6].

Мониторинг является неотъемлемой частью информационных систем и немаловажным аспектом обеспечения безопасности облачных

инфраструктур, в частности [7]. Но для подготовки инфраструктуры к любым угрозам и создания оптимальной по безопасности системы мониторинг необходимо применять в совокупности с моделями угроз.

Основываясь на приведенной выше разработке и представлении операционного конечного аппарата можно выделить обобщенный алгоритм (рис. 2.), который позволяет проводить многоуровневый синтез моделей объектов мониторинга. С его помощью можно проводить исследование конкретного объекта, определяя все описывающие его параметры ОКА [8].

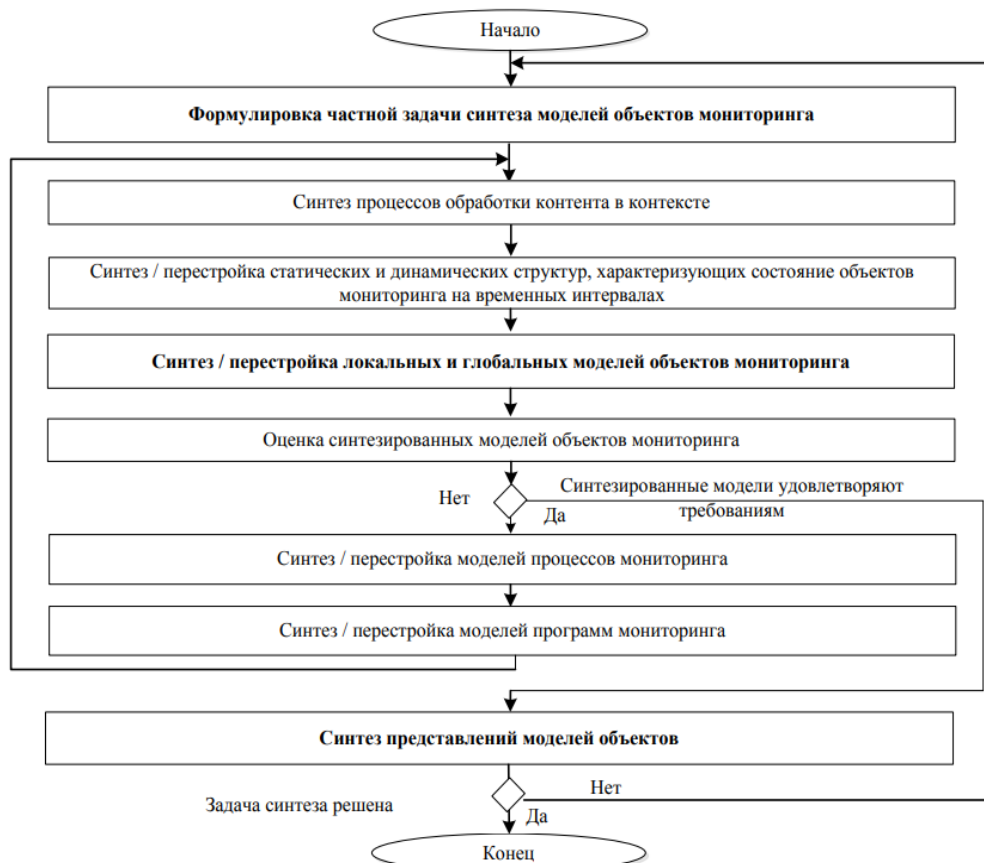


Рис. 2. Обобщенный алгоритм синтеза моделей объектов мониторинга

Чтобы синтезировать всю систему необходимо сформулировать задачи на основе требований клиентов. Это позволит охарактеризовать объекты, а именно: классифицировать, идентифицировать, прогнозировать динамику изменения состояний, а также осуществлять контроль.

После получения и анализа информации, состояния и условий обработки, возникает выбор между актуализацией текущих моделей мониторинга или созданием новых. Помимо этого, возможно найти отличия между моделями, которые описывают состояние объектов, и моделями, которые направлены на решение конкретных прикладных задач. Используя как основу данную информацию можно определить, какие

параметры необходимо изменить для дальнейшего использования системы [9].

Список используемых источников:

1. Десницкий В. А., Сахаров, Д. В., Чечулин, А. А., Ушаков, И. А., Защита информации в центрах обработки данных. – 2019.
2. Красов А.В., Швидкий А.А. Использование возможностей масштабирования облачной инфраструктуры для оптимизации процесса создания лабораторных стендов // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей в 2 томах. под. ред. С. В. Бачевского, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. 2015. С. 1580-1584.
3. Темченко В. И., Цветков А. Ю. Проектирование модели информационной безопасности в операционной системе //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 740-745.
4. Жукова Н. А. О возможностях синтеза многоуровневых моделей объектов //Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2020. – №. 10. – С. 23-33
3. Гельфанд А. М., Косов, Н. А., Красов, А. В., Орлов, Г. А., Защита для распределенных отказов в обслуживании в облачных вычислениях //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 329-334.
5. Красов А.В. Разработка и исследование алгоритмов и методики повышения эффективности численного моделирования структурно-сложных нелинейных систем управления // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербург, 2001
6. Богданов, А. А., фон Бергаланфи, Л., ван Гиг, Д., Месарович, М., Афанасьев, В. Г., Тяхтин, В. С., Садовский, В. Н. 1.1 Методы описания и анализа сложных систем, классификация систем.
7. Виткова Л.А., Иванов А.И. Обзор актуальных угроз и методов защиты в сфере облачных вычислений. //В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Сборник научных статей. В 4-х томах. Под редакцией С.В. Бачевского. 2018. С. 179-182..
8. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. – Мир, 1978. – С. 311.
9. Темченко В. И., Цветков А. Ю. Проектирование модели информационной безопасности в операционной системе //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 740-745.

Pestov I., Smurov I., Fedorov P., Fedorova E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Monitoring information of cloud infrastructure instances.

The article deals with the problem of information security of cloud infrastructure instances. It also describes the concept of cloud environment monitoring as a complex process that includes subtypes that perform certain functions. The article also reflects the representation of a cloud system in the form of a finite operating machine.

Key words: cloud infrastructure, information security, monitoring, operational state machine.

УДК 004.382.4
ГРНТИ 20.53.21

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

В. А. Севостьянов, Ю. В. Фомин, С. В. Борисов

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

В современном мире индустрия одноплатных компьютеров все больше приобретает популярность не только у крупных организаций, но и среди интернета вещей, поэтому собственная разработка таких устройств является актуальной задачей на сегодняшний день. Вопросы импортозамещения устройств, архитектур и перехода на отечественную программную составляющую являются крайне острым и важным вопросом.

одноплатные компьютеры, интернет вещей, импортозамещение

В современном мире индустрия одноплатных компьютеров переживает свой рассвет популярности. Их используют во многих областях промышленного производства и автоматике, в образовательных целях, в различных охранных системах, авиации и транспорте, а также для интернет вещей. Но вместе с увеличением спроса, индустрия столкнулась производственными проблемами и срывом поставок. Из-за этого многие страны начали создавать свои независимые, насколько это возможно, одноплатные компьютеры, поэтому Россия не является исключением. На сегодняшний день существует множество отечественных решений, таких как: АТБ-АТОМ от компании АТБ Электроника, Module MB 77.07 от НТЦ «Модуль», ММ-СВЕ от компании MicroMax [1].

Одноплатные компьютеры от АТБ — это целая группа одноплатных компьютеров, различающихся, главным образом, процессорами: Intel Atom, Байкал ВЕ- М1000 и Эльбрус-8СВ. Продукция имеет набор базовых функций компьютера, с возможностью аппаратной кастомизации, что позволяет использовать его для решения различных задач. Платы данного сегмента отсутствуют в непосредственной свободной продаже, но производятся и поставляются по запросу.

Помимо производства с использованием комплектующих элементов на основе российских разработок, остаются варианты отечественных разработок неполного цикла. Под данным решением подразумеваются использование компонентной базы (Процессора, оперативной памяти, интерфейсов и прочих элементов) произведенных не на территории сборщика. Такой способ позволяет гибко обходить и изменять уже существующие платы, к примеру, в случаи логистических или санкционных ограничений, но всё так же не терять десятки лет на открытие новых производственных технологий. В качестве одной из

перспективной разработки можно выделить продукцию “RBS computers”. Согласно утверждениям производителя, одноплатные компьютеры предназначены для приобретения собственного опыта и экспертизы в разработке собственных решений [4]. Данные решения могут применяться в IoT, автоматизации и роботостроении. Одним из более перспективным продуктом компании является одноплатный компьютер, находящийся в стадии разработки “Repka Pi 3” [5] (рис.1), по своей общей концепции, он должен представлять из себя более доступную и распространённую зарубежную версию одноплатного компьютера “Raspberry Pi 3”, но согласно заявлениям, экспериментальная версия данной платы уже превосходит свой зарубежный аналог.



Рис. 1. Тестовый экземпляр одноплатного компьютера Repka Pi 3

Не смотря на отсутствие данной платы в свободной продаже, присутствует её рабочий тестовый прототип, под названием “RBS Computers Allwinner A20” [6] (рис.2). Данный одноплатный компьютер полностью свободен в продаже и может быть применен в качестве автоматизированных систем, производства, IoT.



Рис. 2 Одноплатный компьютер RBS Computers Allwinner A20

Одной из ключевой особенностью производства и разработки отечественных процессоров и одноплатных компьютеров, является выбор архитектуры ARM. Покупка лицензии позволяет разрабатывать и производить процессоры согласно своим инженерным решениям, не тратя десятки лет на развитие самих технологий производств, которые по-прежнему остаются недоступными для большинства стран в мире. В качестве одного из примеров можно выделить заключение соглашения в феврале 2014 года компании “Baikal Electronics” с английской компанией ARM на использование технологий. Данное решение позволило в будущем представить 2 микросхемы, “Baikal M” и “Baikal S” [7].

Так, своё серверное решение Baikal S компания “Baikal Electronics” сравнивала в своей документации с аналогом в виде процессора “Intel Xeon 6230”. Согласно приведенным результатам синтетического тестирования, процессор практически не уступал конкуренту (рис.3).

Не смотря на очевидные преимущества использование лицензий, на данный момент времени, попадание части отечественных компании, таких как Baikal Electronics в санкционные списки США, повлекли частичную остановку производства микросхем на заводах TSMC. В связи с этим, дальнейшая судьба многих отечественных решений остается в “подвешенном” состоянии.

Одной из ключевой проблемой, с которой столкнулось отечественное производство в ходе необходимости срочного импортозамещения на фоне санкций и ухода части решений с отечественного рынка, являлось отсутствие комплексного отечественного программного обеспечения и проприетарность уже готовых решений, которые разрабатывались много лет на зарубежных платформах.

Достаточно затяжной период появления отечественных разработок, как и в аппаратном секторе, так и программном, повлек за собой общий принцип информатизации на зарубежных решениях [8]. Вероятность увидеть один из отечественных дистрибутивов Linux на стандартных офисных решениях, разительно ниже, нежели увидеть компьютер под управлением операционной системы Windows. Зарубежные решения так же остаются более популярными, даже на фоне отсутствия возможности лицензирования [9]. Это объясняется малой готовностью отечественных решений и самого общества к их использованию.

Разработка же программного обеспечения под малый тираж отечественных аппаратных решений, скорее носит накопительных характер в экономическом плане. Практически полное отсутствие базового ПО, повлекло бы за собой достаточно долгий и дорогой процесс перехода на отечественные решения, которое показала бы экономическую выгоду только спустя много лет. В совокупности же с относительно запоздалым появлением аппаратной части – это и стало одной из ключевой

проблематики успешного импортозамещения. По этой же причине, крайне резко вырос спрос перехода на платформу Linux [10].

B-S1000

	Baikal-S1000, 48 × 2.0GHz		Xeon 6230, 20 × 2.1 GHz	
Threads used #	48	1	40	1
MHz	2000		2100	3100
ARCH	ARM Cortex-A75		Cascade Lake	
Coremark				
Coremarks	647 292	13 540	589 036	30 661
Coremarks/Mhz/core	6,7	6,8	7,0	9,9
Dhrystone				
VAX Dhrystones	641 661	13 410	584 559	28 601
Dhrystones per Second	1127 397 973	23 561 181		
DMIPS/Mhz/core	6,7	6,7	7,0	9,2
STREAM				
Copy, MB/s	73 617	16 568	60 401	10 452
Whetstone				
MWIPS	225 078	4 702	200 192	7 580
MWIPS(all)/Mhz/core	2,3	2,4	2,4	2,4
HPLinpack				
HPL, all cores, GFLOPs	294,6	6,9	849,0	95,2
PEAK, all cores, GFLOPs	384	8	1 344	99
Efficiency, all cores, %	77	86	63	96
7zip benchmark				
Decompress, MIPS	108 733	2 443	80 508	3 950
Compress, MIPS	75 158	2 820	87 198	4 843

Рис. 3 Таблица тестирования Baikal S и Intel Xeon 6230

На сегодняшний день уже имеется достаточно обширный список отечественных продуктов, которые могут выступать в роли импортозамещения иностранных решений [11]. Несмотря на это, существует большая доля программного обеспечения, которая была изначально разработана под зарубежные операционные системы.

Одним из условий решения о замещении программной части могут стать возможности эмулирования и эмуляции, а также контейнеризация, под отечественными операционными системами. В таком случае, это может стать крайне эффективным временным решением между разработчиками и конечными пользователями, но даже такое решение несёт ряд ограничений. В первую очередь, это крайне негативно скажется на производительности, и значительно повысит требования к аппаратным составляющим. Помимо этого, даже базовая оптимизация работы приложений всё так же останется необходима. Так же остаются комплексные решения способные к непосредственной работе с API, к примеру такое ПО как Wine (рис.4), позволяет использовать приложение Windows на дистрибутивах Linux без эмуляции или принципа работы

виртуальной машины [12]. Благодаря этому, производительность и стабильность остается на должном уровне.

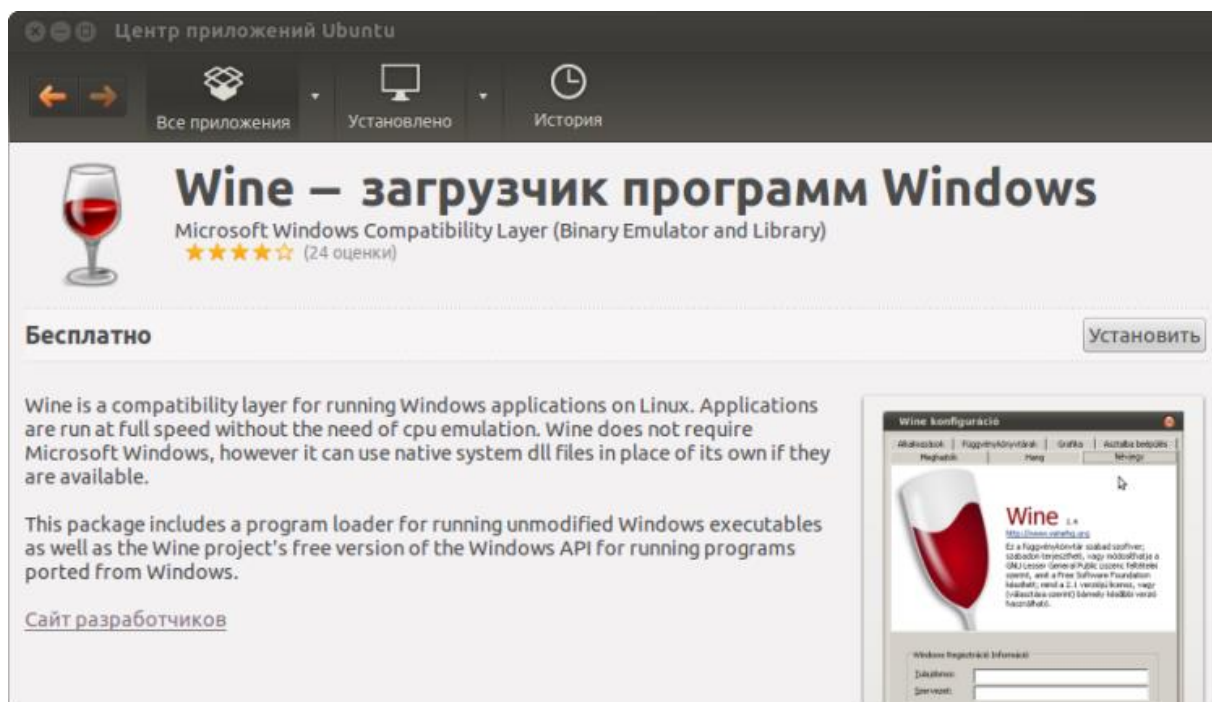


Рис. 4 Страница приложения Wine в дистрибутиве Ubuntu

Список используемых источников:

1. МИНИ-КОМПЬЮТЕР INTEL АТОМ E3815, E3825, E3845, 1,3-1,9ГГц, ДО 4 ЯДЕР АТБ-АТОМ-1 [Электронный ресурс]. URL: https://atb-oem.ru/catalog/mini_computers/in_case/atb-atom-1/ (дата обращения 10.11.2022).
2. Микрокомпьютер Module MB 77.07 — русский ответ Raspberry Pi [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/promwad/blog/217893/> (дата обращения 10.11.2022).
3. ММ-СВЕ Одноплатный компьютер на базе процессора 1892BM14Я [Электронный ресурс]. URL: <https://micromax.ru/catalog/boards-components/embedded-computers-components/sbc/mm-cbe/> (дата обращения 10.11.2022).
4. Проект Рерка Pi — переклеивание этикеток или реальная разработка? [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/688570/> (дата обращения 10.11.2022).
5. Рерка Pi 3— русский ответ Raspberry Pi [Электронный ресурс]. URL: <https://rbs-computers.ru/реркаpi3> (дата обращения 10.11.2022).
6. RBS Computers Allwinner A20— русский ответ Raspberry Pi [Электронный ресурс]. URL: <https://rbs-computers.ru/rbs-computers-a20> (дата обращения 10.11.2022).
7. Российский серверный процессор Baikal [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/693180/> (дата обращения 10.11.2022).
8. Клишас заявил о провале программы импортозамещения в России [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/693180/> (дата обращения 10.11.2022).
9. В России после ухода Microsoft вырос спрос на пиратский Windows [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/politics/19/05/2022/6285f0c79a7947c127bab983> (дата обращения 10.11.2022).

10. Российских разработчиков заставят переделать свой софт под Linux [Электронный ресурс]. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2022-09-20_rossijskih_razrabotchikov (дата обращения 10.11.2022).

11. Импортозамещение [Электронный ресурс]. URL: https://catalog.arppsoft.ru/replacement_list (дата обращения 10.11.2022).

12. Wine запускает программы Windows в Linux [Электронный ресурс]. URL: <https://pingvinus.ru/program/wine> (дата обращения 10.11.2022).

Sevostyanov V., Fomin U., Borisov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of domestic single-board computers.

In the modern world, the industry of single-board computers is becoming more and more popular not only among large organizations, but also among the Internet of things, so the development of such devices in-house is an urgent task today. The issues of import substitution of devices, architectures and the transition to the domestic software component are an extremely acute and important issue.

Key words: *Single board computers, internet of things, import substitution.*

3.2. Интернет вещей и гетерогенные сети

УДК 621.391
ГРНТИ 49.03.03

ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

С. С. Владимиров, В. В. Трофимов, Е. Д. Фищев

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

В статье выполнен краткий обзор существующих и перспективных методов и подходов к применению псевдослучайных последовательностей в современных системах передачи данных для решения различных актуальных задач. Изложение выполнено на основе классификации подходов по решаемым задачам. В рамках каждой рассмотренной области применения псевдослучайных последовательностей приведен обзор перспективных научных исследований последних лет.

псевдослучайные последовательности, ПСП, помехоустойчивое кодирование, адресация, защита информации

Псевдослучайные последовательности (ПСП) представляют собой последовательности чисел, которые вычисляются по некоторому арифметическому правилу, определенному для конкретного типа ПСП, но имеют все свойства случайной последовательности чисел в рамках решаемой задачи. Если говорить о наиболее распространенных двоичных ПСП, то они имеют случайный характер следования нулевых и единичных битов внутри последовательности. В качестве широко применяемых и исследуемых ПСП можно отметить М-последовательности, последовательности Касами, составные последовательности Голда, последовательности Гордона–Миллса–Велча (ГМВ), коды Баркера, последовательности Лежандра [1]. Помимо двоичных ПСП применение находят троичные и k -ичные ПСП [2-4].

В сетях передачи данных ПСП используются для решения различных задач: защита информации и криптографические алгоритмы; системы синхронизации приемо-передающих систем; адресация в многоадресатных системах; скремблирование потока цифровых данных; расширение спектра для увеличения помехоустойчивости передачи и собственно помехоустойчивое кодирование; измерения.

В рамках поиска решений всех этих задач проводятся научные исследования, нацеленные на нахождение оптимальных способов применения ПСП.

Применение ПСП для защиты информации.

Использование ПСП в системах защиты информации является одной из самых изучаемых областей их применения, поскольку свойства псевдослучайности крайне важны как для реализации самих систем шифрования, так и для генерации ключей шифрования [5-7].

Среди большого количества работ, посвященных данной тематике, можно выделить несколько статей, посвященных перспективным направлениям.

В 2019 году группа исследователей из Университета Сычуани предложила подход к применению псевдослучайного шифрования данных на основе ПСП для передачи показаний датчиков по небезопасным каналам в центры обработки данных. Исследование показало, что примененный подход обеспечивает защиту передаваемой информации от дешифрования злоумышленником [8].

В 2021 году группой ученых из ЯрГУ представлен метод обеспечения энергетической и структурной скрытности сигнала на основе псевдослучайной перестройки расширяющей ПСП [9].

ПСП в системах синхронизации.

Синхронизация между опорной ПСП приемника и передаваемой ПСП крайне важна при передаче и обработке любых широкополосных сигналов. Только в случае, когда параметры принимаемого сигнала, в том числе и его запаздывание во времени, известны в точке приема, возможна эффективная работа приемного устройства системы связи. В реальных условиях из-за нестабильности генераторов ПСП в передатчике и приемнике, а также из-за задержки сигнала при распространении от передатчика к приемнику точный момент прихода сигнала на вход приемника неизвестен. Система синхронизации обеспечивает введение системы связи в работоспособное состояние и поддержание этого состояния в течение передачи сообщения. Хотя это направление исследований можно назвать традиционным и в нем уже многое исследовано, продолжают появляться и новые перспективные разработки, имеющие практическую и научную ценность.

Например, в 2020 году российскими учеными предложена структурная схема модифицированного мажоритарного алгоритма для многочастотной CDMA, которая позволяет принимать решение по большинству принятых элементов ПСП, и связанная с ней методика расчета длины синхропоследовательности при модифицированной мажоритарной обработке сегмента ПСП с целью снижения времени синхронизации в условиях деструктивных ошибок [10].

В том же 2020 году другим отечественным коллективом исследователей была представлена система синхронизации на основе M-последовательностей для беспроводных сенсорных сетей, применяемых в нефтегазовой отрасли [11].

Адресация на основе ПСП.

Адресация на основе ПСП основана на том, что начальную фазу синхронизирующей ПСП можно использовать в качестве адреса или идентификатора передающего узла. Фактически это свойство позволяет создавать системы передачи в которых ПСП обеспечивает и синхронизацию передаваемых блоков данных, и адресацию взаимодействующих приемопередатчиков.

Эта область применения ПСП пока не столь широко освещено в научной литературе, но существующие исследования и их результаты показывают перспективность данного направления.

В 2015 году был представлен способ динамической адресации корреспондентов мобильной радиосети, в котором для выполнения функций синхронизации и адресации применялись ПСП максимальной длины [12].

В 2017 году группой ученых из СПбГУТ опубликован патент, определяющий способ цикловой синхронизации с одновременной динамической адресацией получателя пакета данных, основанный на формировании идентификатора-синхропоследовательности из ПСП максимальной длины. Вместе со способом синхронизации/адресации авторами предложен и метод поиска начальной фазы ПСП максимальной длины по «зачетному участку» методом двойственного базиса [13].

Применение ПСП для борьбы с ошибками.

Свойства ПСП позволяют формировать на их основе помехоустойчивые коды с исправлением и обнаружением ошибок. Чаще всего в научных работах проводятся исследования так называемых кодов максимальной длины (КМД), основанных на М-последовательностях, но рассматриваются и коды на основе других ПСП, в том числе составных.

Так, в 2018 и 2019 годах учеными из СПбГУТ был опубликован цикл работ по исследованию корректирующих свойств составных последовательностей Касами и ГМВ [14-16], а в 2020 году представлен метод исправления ошибок на основе кодов Голда и КМД для систем передачи с сетевым кодированием [17].

Применение ПСП для измерений.

ПСП большой длины давно и успешно используются для проведения измерений. В первую очередь для измерений расстояния и оценки временных характеристик систем передачи.

Так, в 2007 году польские ученые предложили метод использования М-последовательностей для измерения импульсного отклика электроакустических приемопередатчиков в гидроакустических системах связи [18].

В 2016 году коллективом исследователей из Миссурийского университета науки и технологий были проведены исследования применения ПСП для определения времени прихода сигнала в акустических подводных каналах [19].

В 2019 году исследователями из НИУ МЭИ был предложен универсальный генератор дальномерных кодов сигналов спутниковых навигационных систем, позволяющий формировать почти 70% всех типов дальномерных кодов открытых сигналов всех четырех используемых в настоящее время основных глобальных спутниковых навигационных систем: ГЛОНАСС, GPS, Galileo и BeiDou [20, 21].

Выполнен обзор методов и принципов применения ПСП в сетях передачи данных. Проведенный анализ показывает актуальность и востребованность ПСП для решения актуальных и перспективных задач защиты информации, синхронизации потоков данных, борьбы с ошибками.

Список используемых источников:

1. Семина Ю.В. Способ формирования ПСП Лежандра // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тезисы докладов Двадцать третьей Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов. В 3-х томах. Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. С. 108-109.
2. Львов А.А., Светлов М.С., Ульянина Ю.А. Параметрические оценки к-ичных и троичных ПСП-кодов в каналах со стиранием // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2012. Т. 1, № 2(64). С. 157-162.
3. Ковалев М.А., Макаров А.А., Павский В.Ф., Петелин Ю.В. О существовании троичных псевдослучайных последовательностей, подобных двоичным кодам Баркера // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2016. № 650. С. 54-56.
4. Владимиров С.С., Когновицкий О.С. Широкополосные сигналы данных с расширением спектра прямой троичной M-последовательностью и их характеристика // Труды учебных заведений связи. 2017. Т. 3, № 3. С. 28-36.
5. Karimovich G.S., Turakulovich K.Z., Ubaydullayevna H.I. Computer's source based (Pseudo) random number generation // 2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). IEEE, 2017. P. 1-6.
6. Origines D.V., Sison A.M., Medina R.P. A Novel Pseudo-Random Number Generator Algorithm based on Entropy Source Epoch Timestamp // 2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT). IEEE, 2019. P. 50-55.
7. Hanouti I.E., Fadili H.E., Souhail W., Masood F.A Lightweight Pseudo-Random Number Generator Based on a Robust Chaotic Map // 2020 Fourth International Conference On Intelligent Computing in Data Sciences (ICDS). IEEE, 2020. P. 1-6.
8. Liu L., Chen W., Li T., Liu Y. Pseudo-Random Encryption for Security Data Transmission in Wireless Sensor Networks // Sensors. 2019. Vol. 19, Iss. 11. P. 2452.
9. Евстафьев Г.А., Селянская Е.А. Метод обеспечения структурной скрытности сигнала // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2021. Т. 12, № 4. С. 39-45.
10. Подольцев В.В., Ажмухамедов И.М. Оценка эффективности синхронизации псевдослучайных последовательностей на основе мажоритарного алгоритма при возрастании деструктивных ошибок // Автоматизация процессов управления. 2020. № 1(59). С. 121-126.
11. Onyshko D., Fugarov D., Purchina O., Poluyan A., Rasteryaev N., Skakunova T. Synchronization system in wireless sensor networks of oil and gas complex // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 164. Art. 03030.
12. Патент № 2557451 С2 Российская Федерация, МПК H03D 7/00, H04B 1/10, H04J 13/10. Способ динамической адресации корреспондентов мобильной радиосети и

устройство для его реализации : № 2012123647/08 : заявл. 08.06.2012 : опубл. 20.07.2015 / О.И. Галицына.

13. Патент № 2621181 С1 Российская Федерация, МПК Н03М 13/15, Н04L 7/02. Способ цикловой синхронизации с динамической адресацией получателя : № 2016121944 : заявл. 02.06.2016 : опубл. 31.05.2017 / О.С. Когновицкий, С.С. Владимиров, Д.С. Кукунин, Д.Я. Лапшов.

14. Владимиров С.С., Когновицкий О.С. Малое множество последовательностей Касами и их декодирование на основе двойственного базиса // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4, № 1. С. 22-31.

15. Владимиров С.С., Когновицкий О.С. Постобработка при декодировании последовательностей малого семейства Касами на основе двойственного базиса // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4, № 4. С. 5-12.

16. Владимиров С.С., Когновицкий О.С., Стародубцев В.Г. Формирование и обработка ГМВ-подобных последовательностей на основе двойственного базиса // Труды учебных заведений связи. 2019. Т. 5, № 4. С. 16-27.

17. Владимиров С.С. Коды Голда и коды максимальной длины в сетевом кодировании // Электросвязь. 2020. № 1. С. 61-66.

18. Mazurek R., Lasota H. Application of maximum-length sequences to impulse response measurement of hydroacoustic communications systems // Hydroacoustics. 2007. Iss. 10. P. 123–130.

19. Huang H., Zheng Y.R., Duan W. Pseudo-noise based time of arrival estimation for underwater acoustic sensor localization // OCEANS 2016 - Shanghai. IEEE, 2016. P. 1-5.

20. Михайлова О.К., Корогодин И.В., Липа И.В. Универсальный генератор дальномерных кодов сигналов спутниковых навигационных систем// Радиотехника. 2019. Т. 83, № 9(14). С. 34-40.

21. Михайлова О.К., Корогодин И.В., Липа И.В. Блок формирования дальномерных кодов сигналов глобальных и региональных спутниковых навигационных систем // Успехи современной радиоэлектроники. 2019. № 12. С. 119-123.

Vladimirov S., Trofimov V., Fischev E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Pseudo-random sequences in modern data transmission systems.

The article provides a brief overview of existing and promising methods and approaches to the use of pseudo-random sequences in modern data transmission systems for solving various actual problems. The presentation is made on the basis of the classification of approaches according to the tasks to be solved. Within each considered area of application of the pseudo-random sequences, an overview of promising scientific research in recent years is given.

Key words: *pseudo-random sequences, PRS, error-correcting coding, addressing, information security.*

УДК 004.057.4
ГРНТИ 49.38.49

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЦИЙ ПРОТОКОЛА TCP В РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Я. А. Герасимова, О. В. Корженевский, Р. А. Дунайцев

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

Единицей обмена в протоколе TCP является сегмент, который состоит из заголовка и блока данных (при наличии). В ряде случаев к заголовку сегмента может добавляться одна или несколько опций, которые позволяют либо сообщить противоположной стороне дополнительные параметры протокола, либо согласовать использование необязательных функций. В статье представлены результаты экспериментального исследования использования опций TCP в различных операционных системах. Приводится список опций, обнаруженных в перехваченных сегментах SYN, их назначение и особенности применения.

TCP, опции, операционные системы

Протокол управления передачей (Transmission Control Protocol, TCP) является доминирующим протоколом транспортного уровня в сети Интернет [1, 2]. Совместно с протоколом межсетевого взаимодействия (Internet Protocol, IP) он составляет основу семейства протоколов TCP/IP. Единицей обмена в TCP является сегмент, который состоит из заголовка и блока данных (при наличии). В ряде случаев к заголовку сегмента может добавляться одна или несколько опций, которые позволяют либо сообщить противоположной стороне дополнительные параметры протокола, либо согласовать использование необязательных функций. Стандарт, описывающий назначение и основные функции TCP, был принят в далеком 1981 году [3]. С тех пор TCP продолжал активно развиваться и совершенствоваться [4], однако формат сегмента все эти годы оставался практически без изменений (см. рис. 1). Единственным исключением стало присвоение трем битам из ранее зарезервированных нового значения для поддержки функции явного уведомления о перегрузке (Explicit Congestion Notification, ECN). Эти биты получили название флагов ECE (ECN-Echo), CWR (Congestion Window Reduced) [5] и NS (Nonce Sum) [6]. Таким образом, использование опций становится единственным способом для взаимодействующих устройств без изменения формата самого сегмента передать друг другу дополнительную информацию с целью расширения функционала и оптимизации работы TCP. Согласование используемых параметров и/или функций происходит при установлении логического соединения путем включения в передаваемые сегменты SYN и SYN/ACK одной или нескольких опций. Состав используемых опций может меняться в зависимости от типа операционной системы (ОС) и года ее выпуска.

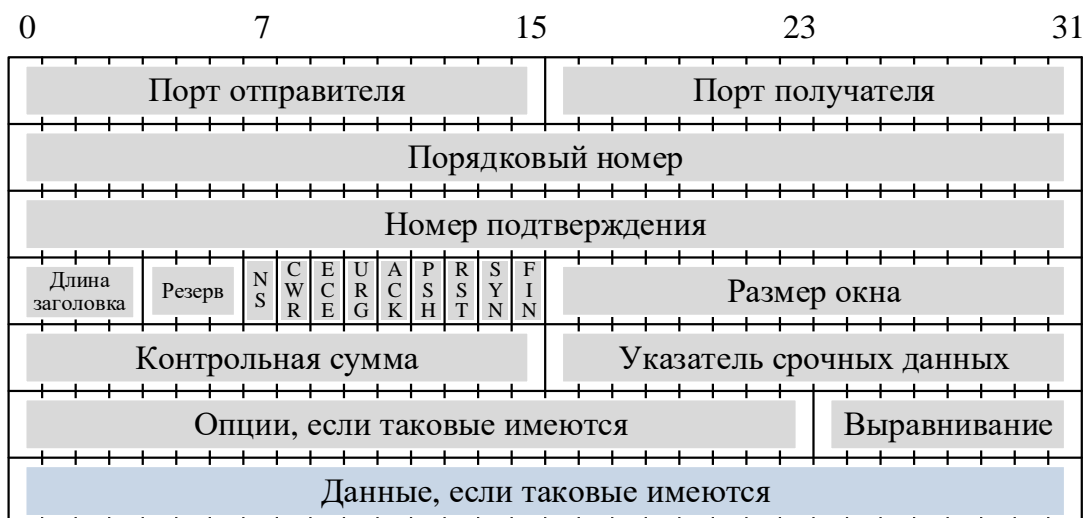


Рис. 1. Формат сегмента TCP

В рамках исследования были перехвачены сегменты SYN, передаваемые при обращении к сайтам в сети Интернет со стороны ноутбуков, работающих под управлением Microsoft Windows и Mac OS X, виртуальных машин с установленными ОС Linux Mint Cinnamon разных лет выпуска, а также смартфонов на базе Android. Полученные результаты представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Список опций TCP, обнаруженных в перехваченных сегментах SYN

Название ОС	Год выпуска	Список опций	Общая длина, байт
Mac OS X 10.5.8	2007	MSS: 1460 байт No-Operation (NOP) Window scale: 3 No-Operation (NOP) No-Operation (NOP) Timestamps SACK permitted End of Option List End of Option List	24
Mac OS X 10.6.8	2011	Идентичен предыдущему	24
Linux Mint 13	2012	MSS: 1460 байт SACK permitted Timestamps No-Operation (NOP) Window scale: 4	20
Linux Mint 17	2014	MSS: 1460 байт SACK permitted Timestamps No-Operation (NOP) Window scale: 7	20
Linux Mint 17.3	2015	Идентичен предыдущему	20

Название ОС	Год выпуска	Список опций	Общая длина, байт
Linux Mint 18.3	2017	Идентичен предыдущему	20
Linux Mint 19.3	2019	Идентичен предыдущему	20
Linux Mint 20	2020	Идентичен предыдущему	20
Linux Mint 20.3	2021	Идентичен предыдущему	20
Linux Mint 21	2022	Идентичен предыдущему	20
Windows 7 SP1	2010	MSS: 1460 байт No-Operation (NOP) Window scale: 8 No-Operation (NOP) No-Operation (NOP) SACK permitted	12
Windows 8 build 8102	2011	Идентичен предыдущему	12
Windows 10 20H2	2020	Идентичен предыдущему	12
Android 7.1.1	2016	MSS: 1460 байт SACK permitted Timestamps No-Operation (NOP) Window scale: 8	20
Android 9	2018	MSS: 1460 байт SACK permitted Timestamps No-Operation (NOP) Window scale: 9	20
Android 12	2021	Идентичен предыдущему	20

Собранные данные позволяют сделать следующие наблюдения. Во-первых, во всех рассмотренных ОС используются те или иные опции TCP. Во-вторых, в современных ОС поддержка функции ECN хотя и имеется [7], по умолчанию она обычно отключена. Это полностью согласуется с результатами анализа трафика, полученными в [1]. В-третьих, несмотря на внушительный перечень опций в [8], современные ОС используют не более 6 типов, причем 2 из них (EOL и NOP) являются вспомогательными. При этом в обязательном порядке присутствуют опции MSS, SACK permitted, Window scale и No-Operation (NOP). В-четвертых, как отмечалось в [9], коэффициент Window scale у более новых ОС имеет тенденцию к небольшому росту. Размер же MSS, независимо от способа доступа к сети, всегда составляет 1460 байт. Также все рассмотренные ОС, за исключением Microsoft Windows, используют опцию Timestamps.

Опция максимального размера сегмента (Maximum Segment Size, MSS) имеет длину 4 байта и указывает максимальный размер блока данных в сегментах, которые ее отправитель готов получать [10]. Величина MSS рассчитывается на основе значения максимального блока данных (Maximum Transmission Unit, MTU) сетевого интерфейса, из которого затем вычитаются размеры стандартных заголовков IP и TCP. Так, например, при использовании Ethernet II, MTU которого равен 1500 байт, после вычитания 20 байт заголовка IPv4 и 20 байт заголовка TCP размер MSS будет равен 1460 байт. Назначением данной опции является повышение пропускной способности соединения путем избегания фрагментации пакетов IP, передаваемых по сети между конечными устройствами.

Опция поддержки выборочных подтверждений (SACK permitted) имеет длину 2 байта и информирует противоположную сторону о том, что выборочные подтверждения (Selective Acknowledgements, SACK) разрешены к использованию [11]. Это позволяет TCP подтверждать получение данных в произвольном порядке.

Опция масштабирования окна (Window scale) имеет длину 3 байта и предназначена для более эффективного использования сетей с высокой пропускной способностью [12]. Так как поле «Размер окна» в заголовке сегмента имеет длину всего 2 байта (см. рис. 1), это позволяет разрешить противоположной стороне отправку не более 65535 байт за один раз. Данная же опция задает коэффициент масштабирования, который будет применяться к значению, указанному в этом поле, что дает возможность увеличить максимальный размер окна приема вплоть до 1 гигабайта.

Опция временных меток (Timestamps) имеет длину 10 байт и предназначена для более точного измерения круговой задержки (Round-Trip Time, RTT), а также для обнаружения повторного использования порядковых номеров (Protection Against Wrapped Sequences, PAWS) [12].

Опция отсутствия операции (No-Operation, NOP) имеет длину 1 байт и обычно используется для выравнивания списка опций по 32-битной границе, но иногда применяется и в качестве разделителя между другими опциями в списке [10]. Последний вариант характерен для всех версий Microsoft Windows (см. табл. 1).

Опция конца списка опций (End of Option List, EOL) имеет длину 1 байт и используется для заполнения поля «Опции» до числа байт, кратного 4 [10]. Однако в отличие от NOP, EOL может применяться лишь в конце всего списка опций, а не после каждой опции. В табл. 1 встречается исключительно у Mac OS X.

Список используемых источников:

1. Murray D., Koziniec T. The State of Enterprise Network Traffic in 2012 // 18th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), 2012, pp. 179-184.

2. Schumann L., Doan T. V., Shreedhar T., Mok R. K., Vajpai V. Impact of Evolving Protocols and COVID-19 on Internet Traffic Shares [Электронный ресурс] // URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.00142> (дата обращения 15.11.2022).
3. RFC 793: Transmission Control Protocol [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc793> (дата обращения 15.11.2022).
4. RFC 7414: A Roadmap for Transmission Control Protocol (TCP) Specification Documents [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7414> (дата обращения 15.11.2022).
5. RFC 3168: The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3168> (дата обращения 15.11.2022).
6. RFC 3540: Robust Explicit Congestion Notification (ECN) Signaling with Nonces [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3540> (дата обращения 15.11.2022).
7. Enable ECN [Электронный ресурс] // URL: https://www.bufferbloat.net/projects/cerowrt/wiki/Enable_ECN/ (дата обращения 15.11.2022).
8. Transmission Control Protocol (TCP) Parameters [Электронный ресурс] // URL: <https://www.iana.org/assignments/tcp-parameters/tcp-parameters.xhtml> (дата обращения 15.11.2022).
9. Dunaytsev R., Moltchanov D. TCP Performance Modeling in Wired and Wired/Wireless Networks: Single Source Models. LAMBERT Academic Publishing, 2011. 200 p.
10. RFC 9293: Transmission Control Protocol (TCP) [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9293> (дата обращения 15.11.2022).
11. RFC 2018: TCP Selective Acknowledgment Options [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2018> (дата обращения 15.11.2022).
12. RFC 7323: TCP Extensions for High Performance [Электронный ресурс] // <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7323.html> (дата обращения 15.11.2022).

Gerasimova Y., Korzhenevskiy O., Dunaytsev R.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

A Study of the Use of TCP Options in Different Operating Systems.

The TCP protocol data unit is a segment, which consists of a header and a block of data (if any). In some cases, one or more options can be added to the header either to inform the opposite endpoint about additional protocol parameters or to coordinate the use of optional functions. This paper presents the results of an experimental study of the use of TCP options in various operating systems. The list of TCP options found in captured SYN segments, their meaning and use are discussed.

Key words: TCP, options, operating systems.

УДК 621.396.99
ГРНТИ 49.33.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ M-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ В ЗАДАЧАХ CDMA

Д. С. Кукунин¹, К. А. Елисеева¹, И. О. Федотов²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
²ООО «Естественный интеллект»

В настоящей работе описана многоканальная система передачи данных на основе кодового разделения. Выдвигается идея использования ортогональных кодовых конструкций на основе рекуррентных M-последовательностей в системах CDMA.

множественный доступ, кодовое уплотнение, последовательность максимальной длины, CDMA

Множественный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA) - это форма мультиплексирования, которая позволяет нескольким сигналам занимать один канал передачи. CDMA использует аналого-цифровое преобразование (АЦП) в сочетании с технологией расширения спектра. Данный метод позволяет эффективно использовать всю полосу пропускания на протяжении всего времени [1].

CDMA не является новой технологией, ее основы были заложены еще в прошлом веке. Тогда она была известна как IS-95 и использовала коды Уолша для расширения спектра. Коды Уолша являются аналогами цифровых синусоид, построенных на основе функций Радемахера [2]. Но у последовательностей Уолша есть один существенный недостаток: недостаточно «сильная» функция автокорреляции. Именно это не позволяет выдерживать сильные фазовые сбои в сети. Поэтому, это приводит нас к тому, что необходимо рассматривать новые последовательности для расширения спектра.

Изначально методы расширения спектра использовались только в военной связи. Но благодаря высокой помехоустойчивости, технологию высоко оценили и теперь используют во многих сферах, например, в проектировании систем, начиная от мобильной связи и до подключения к Wi-Fi.

На сегодняшний день есть несколько способов расширения спектра сигнала в беспроводной связи:

- Линейная частотная модуляция (CSS - ChirpSpreadSpectrum);
- Псевдослучайная перестройка рабочей частоты (FHSS - Frequency-HoppingSpreadSpectrum);
- Расширение спектра методом прямой последовательности (DSSS - DirectSequenceSpreadSpectrum).

В данной работе рассмотрен метод прямой последовательности (DSSS), основанный на рекуррентных M -последовательностях, для расширения спектра сигнала и дальнейшего уплотнения кода.

DSSS - это форма передачи, которая очень похожа на передачу белого шума по полосе пропускания. Однако после получения и обработки с использованием правильных кодов дескремблирования можно извлечь необходимые данные.

Принцип кодового уплотнения (рис. 1), предполагает использование специальных адресных комбинаций AS_1 и AS_2 , которые последовательно умножаются на разряды информационных сигналов $A(t)$ и $B(t)$ и формируют общий широкополосный сигнал $S(t)$.

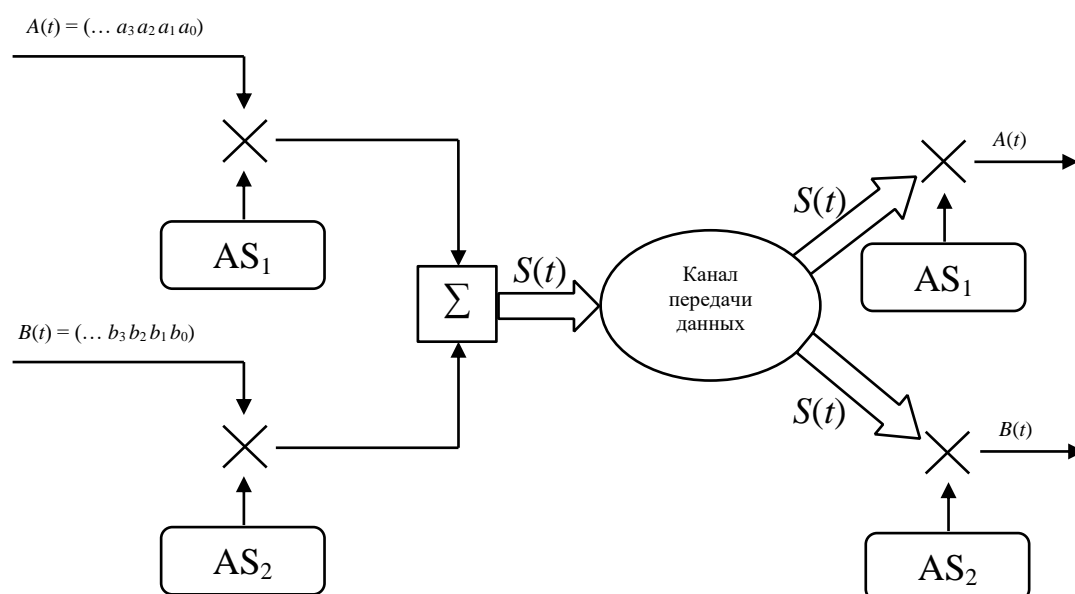


Рис. 1. Схема системы с кодовым уплотнением каналов

Наиболее важным фактором при совместном использовании последовательностей, подходящих для расширенного спектра, является их ортогональность. Именно это свойство позволяет производить уплотнение кода и передавать независимые потоки информации в общей полосе частот.

По своей природе M -последовательности или последовательности максимальной длины являются квазиортогональными, но кодовые конструкции, основанные на линейной сумме прямых и обратных M -последовательностей, ортогональны по отношению к ним [2]. Это свойство m -последовательностей позволяет объединить их в общий частотный спектр и передавать в одном временном интервале.

Прямая M -последовательность $\{U\}$ может быть построена различными способами [3]. Например, с использованием схемы,

основанной на рекуррентном регистре сдвига с выводимыми сумматорами (см. рис. 2).

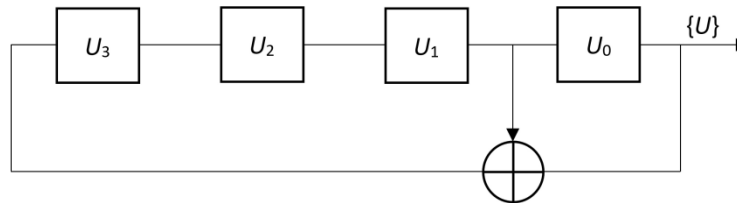


Рис. 2. Прямой генератор М-последовательности на основе $P(x)=x^4+x+1$.

Схема (см. рис. 2) основан на характеристическом многочлене $P(x)$. Чтобы построить обратную М-последовательность R , этот многочлен умножается на $(x+1)$. Таким образом, схема построения обратной последовательности для $P(x)=(x^4+x+1)(x+1)=x^5+x^4+x^2+1$ будет иметь вид (рис. 3).

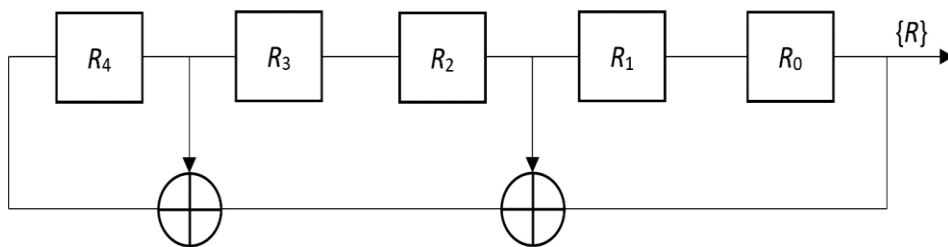


Рис. 3. Схема обратной последовательности

Ортогональность двух сигналов определяется их скалярным умножением, которое равно нулю:

$$\int^T S_i(t)S_j(t)dt = 0, i \neq j, \quad (1)$$

где $S_i(t)$ и $S_j(t)$ — конструкции ортогонального кода, которые не влияют друг на друга в течение периода времени T .

Действительно, умножая представленный в биполярном виде информационный элемент на адресную комбинацию, мы замещаем его на прямую или обратную М-последовательность [4]. При этом замена сигналов “0” на “+1” и “1” на “-1” как в информационной, так и в адресной комбинации не является жесткой, но должна учитываться при восстановлении информационного сигнала.

Пусть сигнал S является суммой прямой $MLS_1=(+1 +1 -1 +1 +1 -1 -1 +1 -1 +1 -1 -1 -1 +1)$ с начальной фазой ε и обратной $MLS_6=(+1 +1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1 -1 +1 -1 -1)$ с начальной фазой ε^6 , которые были

построены на основе характеристического многочлена $P(x)=x^4+x+1$. Тогда общий сигнал будет иметь вид: $S=(+2 +2 -2 +2 0 0 0 +2 0 0 -2 -2 0 -2 0)$.

Согласно условию ортогональности (1), скалярное произведение S со всеми адресными последовательностями, кроме MLS_1 и MLS_6 , будет равно нулю. При этом определение MLS_1 и MLS_6 должно быть однозначным. Ненормированное значение будет зависеть от периода адресных последовательностей N и равно, в данном случае, “+16” и “-16” соответственно.

Необходимо отметить, что существует вариант оптимизации сигнала S , который позволяет вдвое снизить его амплитуду на всем периоде: $S_{opt}=(+1 +1 -1 +1 0 0 0 +1 0 0 -1 -1 0 -1 0)$. Таким образом, среднее значение амплитуды прямой и обратной адресных последовательностей определяет минимальный уровень сигнала, который может быть использован для кодового разделения каналов.

Увеличение амплитуды минимального сигнала S_{opt} с целью повышения его помехоустойчивости определяется коэффициентом усиления μ , который умножается на весь период минимального сигнала S_{opt} . При этом усиленный сигнал сохраняет все свойства исходного, то есть коэффициент усиления сигнала не влияет на результат определения адресных последовательностей на приеме.

Коэффициент μ не оказывает влияния на результат скалярного произведения сигнала S_μ с адресными комбинациями. Последовательности MLS_1 (прямая) и MLS_6 (инверсная), составляющие общий сигнал, выделяются однозначно.

В работе были рассмотрены вопросы применения M -последовательностей в задачах формирования комбинации цикловой фазы, а также контроля синхронизации в процессе передачи данных. Подробно описана процедура формирования адресных комбинаций для системы с кодовым разделением каналов на основе последовательностей максимальной длины. Данный метод расширения спектра позволяет не только увеличить базу сигнала, но и организовать множественный доступ с кодовым разделением каналов.

Список используемых источников:

1. Кукунин, Д.С. Использование фантомных каналов в качестве катализаторов усиления ортогональных свойств M -последовательностей в системе с кодовым разделением каналов: научная статья / Д.С. Кукунин, А.А. Березкин, Р.В. Киричек // Труды НИИР. – С. 24-25
2. Никитин, Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов: учебное пособие / Г.И. Никитин. – СПб.: ГУАП, 2003. – 86 с.
3. Зверев В. А., Стромков А. А. Выделение сигналов из помех численными методами. - Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2001. - 188 с.
4. Kukunin D. Phasing in Asynchronous Data Transmission System using M-sequences / D. Kukunin, A. Berezkin, R. Kirichek, I. Panteleimonov // ICFNDS 2021: The 5th

International Conference on Future Networks & Distributed Systems. – December 2021. – P. 516–521.

Kukunin D., Eliseeva K., Fedotov I.

*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication
Natural Intelligence LLC*

Using m-sequences in cdma tasks.

This paper describes a multichannel data transmission system based on code separation. The idea of using orthogonal code constructions based on recurrent M-sequences in CDMA systems is put forward.

Key words: *multiple access, code seal, maximum length sequence, CDMA.*

УДК 004.732

ГРНТИ 49.33.35

УСТОЙЧИВОСТЬ КАНАЛОВ WI-FI К ПЕРЕГРУЗКАМ В РАБОЧЕМ И СОСЕДНЕМ КАНАЛАХ

М. Р. Матукас

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

В этой статье исследуется влияние загрузки канала IEEE 802.11n на пропускную способность. Для изучения полосы пропускания был проведен эксперимент, в ходе которого на канал воздействовали путем создания нагрузки с помощью однокристалльных микроконтроллеров. Загрузка осуществляется за счет использования микроконтроллеров на рабочем и соседнем каналах. Один из них используется в качестве точки доступа, остальные выступают в роли клиента. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о влиянии нагрузки на рабочем и соседнем канале на пропускную способность канала.

Wi-Fi, IEEE 802.11n, пропускная способность, помехи

Ограниченный частотный ресурс – это основная проблема беспроводных сетей. В наиболее широко используемом диапазоне 2,4 ГГц в РФ доступно 13 каналов из которых только 3 независимых. При этом частотный канал является разделяемым ресурсом между всеми использующими его устройствами.

Сети *Wi-Fi* строятся по схеме полудуплекса, когда прием и передача ведется в одном частотном канале с разделением по времени. При работе нескольких устройств на одном канале они будут ждать пока другое устройство освободит канал.

Есть три вида помех которых возникают в сетях *Wi-Fi* [1]: внутриканальные, межканальные и сторонние. В данной статье будет рассмотрено влияние внутриканальных и межканальных помех. Для этого разработан стенд.

Влияние межканальных помех на целевой канал передачи является одним из наиболее существенных факторов, учитываемых при планировании и анализе беспроводных сетей [2], поэтому будет полезно изучить устойчивость каналов *Wi-Fi* к межканальным помехам и сравнить с внутриканальными помехами.

Схема стенда показана на рисунке 1. Стенд можно условно разделить на две части. Первая часть стенда была реализован на основе [3].

Первую часть можно назвать генератор пакетов. Генератор пакетов реализован с помощью однокристальных микроконтроллеров *esp32*. Один из микроконтроллеров выполняет роль точки доступа, тогда как остальные четыре роль клиентов. Размер пакета 1460 байт, уровень мощности -78 дБм. На серверной части периодически выводятся данные о пропускной способности, созданной сети.

Вторая часть состоит из компьютера, телефона, маршрутизатора. На компьютере с помощью программы *HFS* реализован файловый *HTTP* веб-сервер. С помощью телефона с этого сервера скачивается файл. Телефон и компьютер в свою очередь подключены к одному маршрутизатору. Пропускная способность измеряется благодаря *Bandwidth Meter*.

Перед началом эксперимента надо добавить файл на веб-сервер. Эксперимент начинается с началом скачивания файла с веб-сервера. Перед тем как подключать точку доступа сначала надо измерить пропускную способность без влияния генератора пакетов. После этого через определенные промежутки времени подключаем к точке доступа микроконтроллеры и наблюдаем за пропускной способностью. После этого проделываем то же самое, только переместив генератор пакетов, на соседний канал. В данном эксперименте рабочий канал – 11, соседний – 10.

На рисунке 2 и 3 красным обозначены моменты увеличения пропускной способности на воздействующей точке доступа. Всего таких моментов четыре, как и количество микроконтроллеров, подключаемых к точке доступа.

Интенсивность на воздействующей точке доступа во время проведения эксперимента показана на рисунке 4.

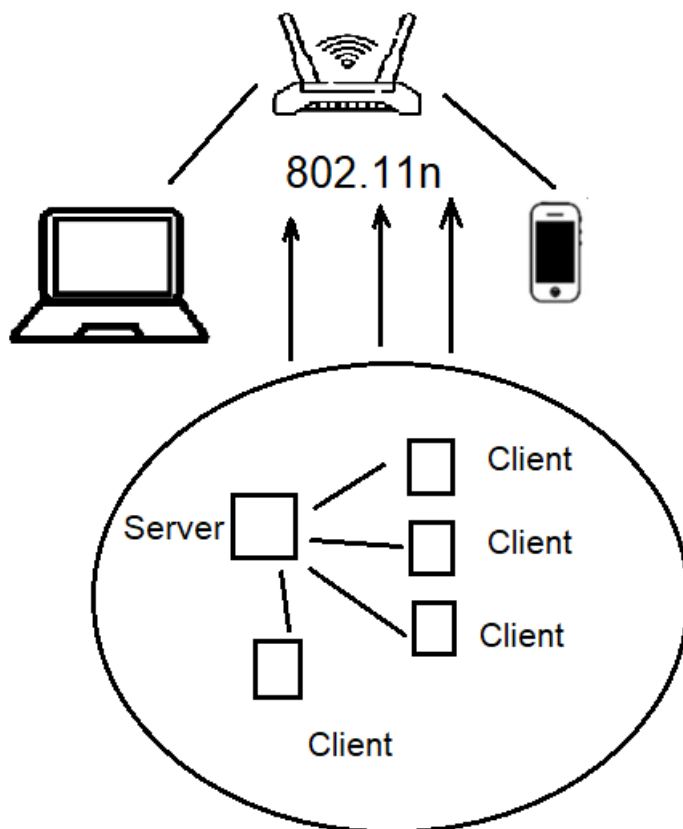


Рис. 1. Схема стенда

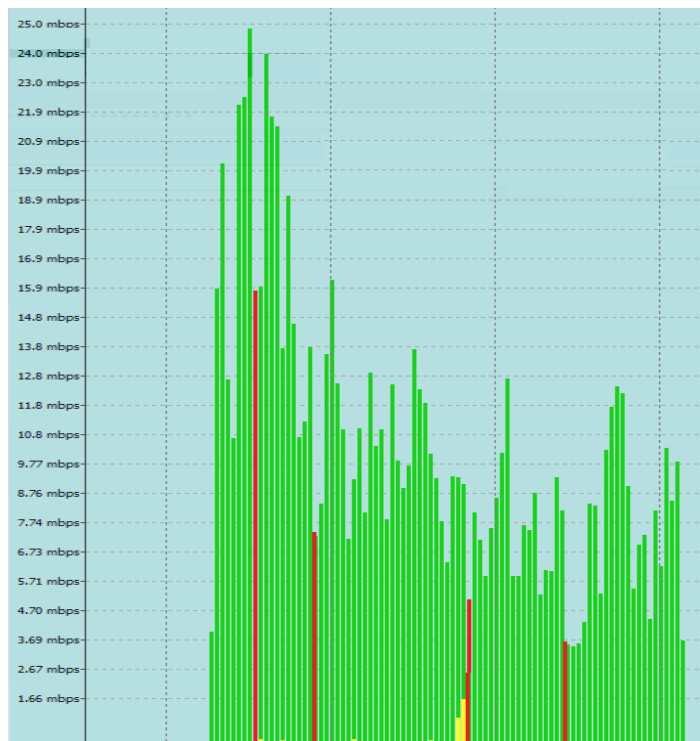


Рис. 2. Пропускная способность при внутриканальных помехах.

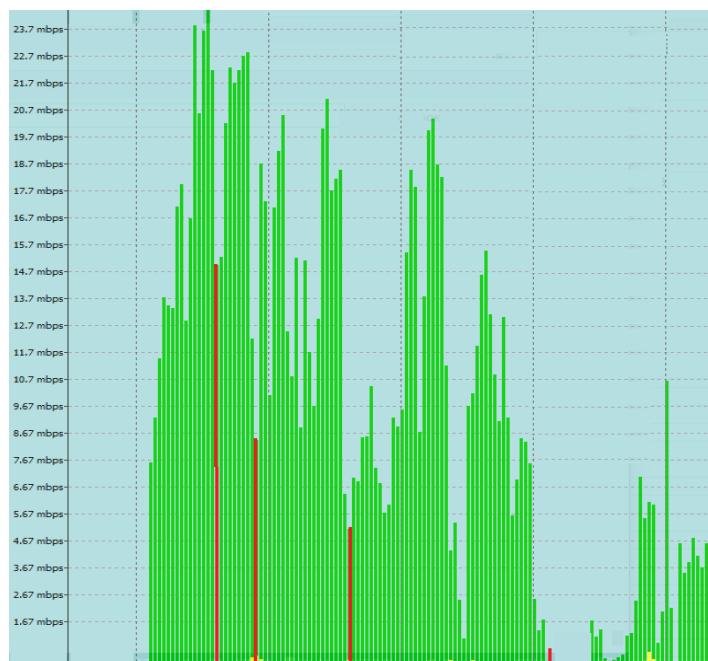


Рис. 3. Пропускная способность при межканальных помехах.

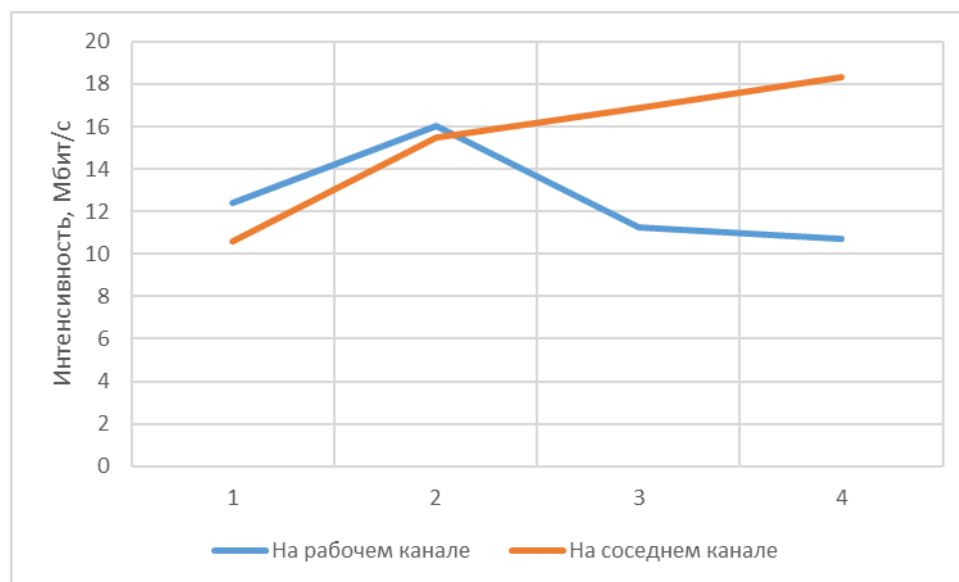


Рис. 4. Сравнение интенсивности на воздействующей точке доступа.

В ходе исследования был создан стенд, позволяющий изучить устойчивость каналов Wi-Fi к перегрузкам.

По результатам эксперимента, видно, что Wi-Fi устройства способны успешно противостоять внутриканальным помехам. Это обусловлено механизмом работы устройств в рамках одного канала ведь даже при наличии нескольких сетей клиентские устройства будут молчать во время передачи чужих устройств и не засорять диапазон шумом. При работе двух сетей на соседних каналах ситуация другая, это видно из рисунка 4. Устройства не будут молчать во время чужой передачи, они будут пытаться передавать сами, считая соседнюю передачу обычным шумом.

Список используемых источников:

1. Викулов А. С., Парамонов А. И. Анализ основных видов помех в задаче планирования сетей Wi-Fi с высокой плотностью пользователей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2018. Том 6. № 1. С. 21–31
2. Викулов А.С., Парамонов А.И. Исследование модели межканальной интерференции в сетях IEEE 802.11 для оценки пропускной способности // Труды учебных заведений связи. 2019. Т. 5. № 2. С. 43–48.
3. Дунайцев Р. В., Парамонов А. И. Учебный стенд для мониторинга трафика в сети высокой плотности // Информационные технологии и телекоммуникации. 2021. Том 9. № 3. С. 22–33.

Matukas M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

WiFi channels resilience to overload in the working and adjacent channels. This article explores the impact of IEEE 802.11n channel loading on bandwidth. To study the bandwidth an experiment was conducted in which the channel was affected by creating a load by using single-chip microcontrollers. Loading is implemented through the use of microcontrollers on the working and adjacent channels. One of the microcontrollers is used as an access point, the rest act as a client. The results of the experiment allowed us to conclude about the impact of loading on the working and adjacent channels on the channel bandwidth.

Key words: *Wi-Fi, IEEE 802.11n, bandwidth, interference.*

УДК 621.391
ГРНТИ 49.33.01

МОДЕЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО НАБОРА УСЛУГ ТЕЛЕПРИСУТСТВИЯ

Б. О. Паньков, М. А. Маколкина

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

Одной из стратегически важных целей нынешнего десятилетия является повсеместное развертывание услуг телеприсутствия с применением трехмерных голографических копий человека, роботов-аватаров, манипуляторов и их сообществ. Естественно, что произойдет это не сразу, и поэтому необходимо определить приоритетный набор услуг телеприсутствия для сетей связи Российской Федерации с учетом как возможностей реализации таких услуг, так и требований к параметрам сетей. В статье приведено описание первоочередного набора услуг, включая анализ условий по задержкам и вероятности безотказной работы, а также содержится представление общей концептуальной модели оказания услуг, организованной на принципах систематизации «сверху вниз», то есть от общего к частному, с разной степенью детализации на обособленных плоскостях. Основное назначение данной статьи состоит в формировании четко стандартизированного набора гибко используемых инструментов, облегчающих создание и внедрение новых услуг в сети связи. Кроме того, в статье определены правила построения услуги в пределах каждого из уровней модели с использованием унифицированных «функциональных блоков», средств и порядков.

телеприсутствие, модели услуг телеприсутствия, голография, дополненная реальность, роботы-аватары, 6G, сети 2030, НТС

Определение услуг телеприсутствия первоначально было дано Сектором стандартизации телекоммуникаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ-Т) в рекомендации F.734 в октябре 2014 года [1] и трактовалось как: Интерактивная коммуникация, организованная в звуковой и зрительной форме между удаленными точками и предоставляющая пользователям существенный эффект реализма и присутствия, благодаря задействованию оптимизации различных атрибутов, таких как качество аудиовизуального потока, бинокулярный зрительный контакт, идентификация взгляда, язык тела, стереоскопический звук, согласованная среда и естественный размер изображения.

Для обеспечения полного телеприсутствия необходимо, чтобы перемещения, действия, голос, и т. д. пользователя были считаны, переданы и воспроизведены в удаленной локации [2].

На сегодняшний день, а тем более к моменту внедрения сетевых технологий связи шестого поколения, это определение может быть дополнено за счет широкого использования смешанной реальности,

голографических технологий, роботов-аватаров, роботов-манипуляторов и т.д. [3, 4, 5].

Важно отметить, что в соответствии с проведенными в данной области исследованиями, услуги телеприсутствия будут, в основном, результатом конвергенции Тактильного Интернета и голографических взаимодействий НТС, а к ним уже будут предъявлены совершенно иные требования по задержкам и вероятности безотказной работы [6].

I. Первоочередной набор услуг телеприсутствия.

Исходя из сказанного, в настоящее время предлагается набор первоочередных услуг телеприсутствия для сетей связи РФ (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Первоочередной набор услуг телеприсутствия

№ п/п	Услуга телеприсутствия первого набора	Задержка, мс	Вероятность безотказной работы
1	Телеконференции	320 мс для видео 280 мс для аудио Аудио может опережать видео на 40 мс, отставать на 60 мс	0,99999
2	Голография с использованием вентиляторов и гибридных очков дополненной реальности	5 мс	0,999999
3	Дополненная реальность для медицины, промышленности и образования	5 мс	0,999999
4	Роботы-аватары на базе перчаток и искусственных рук для выполнения хозяйственной деятельности человека в неблагоприятных условиях внешней среды и при дистанционном уходе за нуждающимися в этом людьми и животными	1 мс	0,999999
5	Роботы-манипуляторы и их сообщества для дистанционного управления при выполнении различных задач в хозяйственной деятельности	1 мс	0,999999
6	Услуги телеприсутствия для людей с ограниченными возможностями, включая расширение языка жестов	100 мс	0,9999

Для каждой из составляющих первоочередного набора определены правила построения на базе общей архитектурной модели предоставления услуг, позволяющие упростить процесс выявления требуемых атрибутов, компоновочных модулей и групп информационных потоков между ними.

II. Общая модель предоставления первоочередного набора услуг телеприсутствия.

В формате модели, общей для всех первичных сервисов, предлагается структурная концепция, отображающая организацию процессов на независимых, обособленных уровнях с различной величиной детализации.

Идея построения системы по оказанию услуг телеприсутствия базируется на принципах систематизации «от общего к частному» и возможности продвижения вперед по мере достижения компромисса.

Модель, представленная на рисунке 1, содержит четыре плоскости, расположенные друг над другом и являющиеся абстрактным отображением тех функциональных возможностей, которыми располагает сетевая инфраструктура, организованная согласно предложенной концепции.

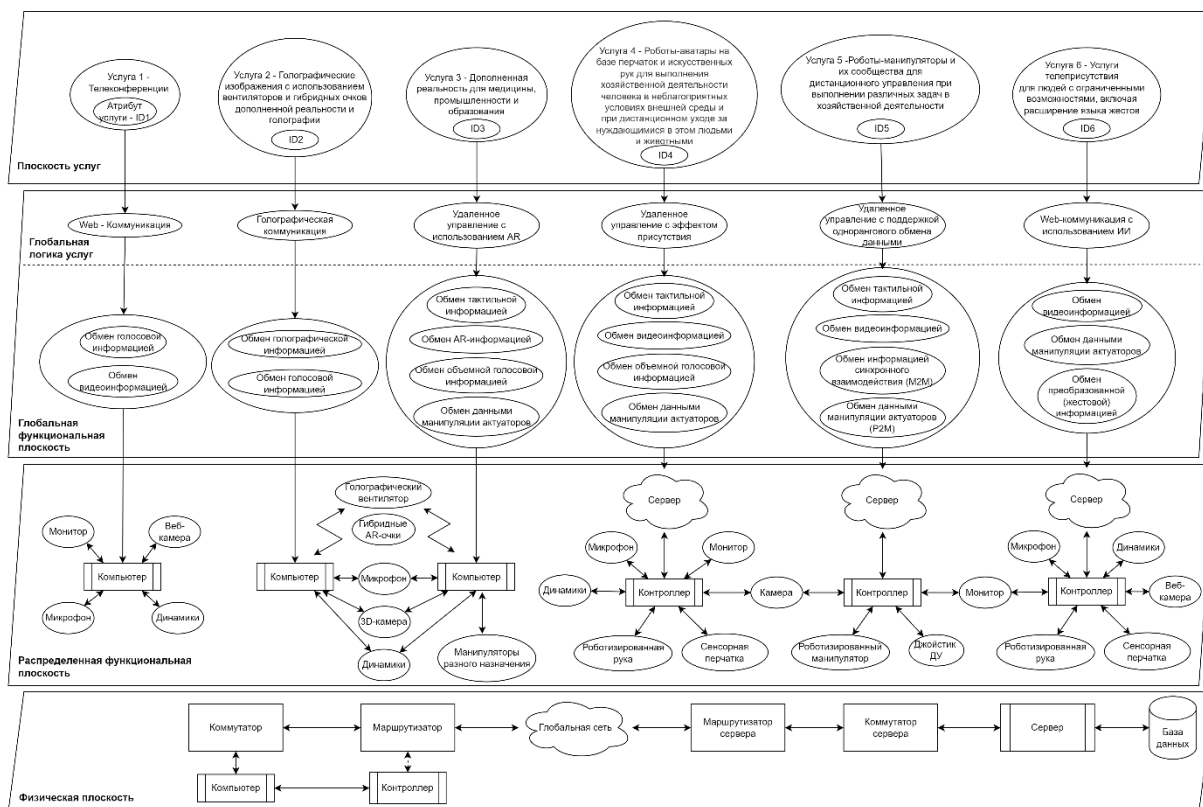


Рис. 1. Общая модель предоставления первоочередного набора услуг телеприсутствия

Использование выше указанной модели обеспечивает возможности проектирования услуг, а также отладку процессов их эксплуатации на сетях с индивидуальной структурой и уникальными принципами организации.

Рассмотрим более развернуто назначение и особенности отображенных на рисунке 1 плоскостей архитектурной модели.

Плоскость услуг. Самый верхний уровень демонстрирует услугу в том виде, в котором она будет воспринята конечным пользователем. Данная

область исключает информацию, заведомо относящуюся к детальному описанию технологии и нюансам исполнения услуги на сети связи.

Под услугой, согласно концепции телеприсутствия, рассматривается индивидуально предоставляемый продукт, включающий в себя одну или несколько обязательных, неотъемлемых составных частей, и способный модифицироваться посредством внедрения в него других компонентов [7].

Оператор сети с поддержкой телеприсутствия формирует для потенциального клиента перечень свойств, которыми на выходе может быть наделен каждый из сервисов, оказываемых его сетью. Затем пользователь подбирает требуемые ему атрибуты и тем самым сформировывает описание того, как он хотел бы «видеть» услугу, включающую данные качества. Итогом является индивидуальная спецификация услуги под клиента.

В конечном счете проектировщик выстраивает цепочку связей на каждом из уровней рассматриваемой схемы. Моделирование в плоскости услуг довольно незамысловато и заключается в применении служебных, стандартизированных единиц в качестве «строительных» компонентов.

Глобальная функциональная плоскость. Функции и правила, располагающиеся на этом уровне, не относятся к конкретным службам или их компонентам. Данные атрибуты называются сервис-независимыми функциональными блоками.

По своей сути и природе, ни один функциональный блок не может обладать той или иной зависимостью от конкретной службы и, соответственно, информация о последующем развитии событий в них попросту исключена. Единственный элемент на глобальной функциональной плоскости, зависящий от задачи и содержащий данные о порядке выполнения блоков – глобальная логика услуг.

В глобальной логике хранятся сведения, требуемые для организации цепочки функциональных блоков, информация об очередности их соединения и вариациях компоновки, а также правила, необходимые для функционирования каждого из них. Данную логику можно сравнить со скрепляющим компонентом, соединяющим блоки в надлежащем порядке.

Основным свойством глобальной функциональной плоскости является возможность многократного использования функциональных блоков при создании новых услуг. Другими словами, любой компонент сервиса можно представить в виде конечной последовательности функциональных блоков.

Реализовываются функциональные блоки посредством задействования одного или нескольких обособленных функциональных (периферийных) объектов ниже на распределенной функциональной плоскости.

Распределенная функциональная плоскость. Предоставляет возможность отображения коммуникационных алгоритмов и обрисовывает

информационные связующие потоки между функциональными объектами, образующиеся в процессе оказания услуги. Каждый функциональный объект, размещенный на данной плоскости, способен исполнять ряд стандартизированных для него процедур и представляет собой уникальный набор функций, объединенных в едином физическом элементе.

Физическая плоскость. Демонстрирует физические телекоммуникационные элементы (объекты) сети, а также задействованные между ними интерфейсы и протоколы [8].

Каждому объекту распределенной функциональной плоскости в обязательном порядке должен быть поставлен в параллель элемент из физической плоскости, при этом на один физический элемент может приходиться соответствие одному или нескольким функциональным объектам. Физическими элементами в данном случае выступают коммутационные станции, управляющие сегменты или базы данных [9].

Рассмотренная концептуальная структура представляется средством для четкого обособления этапов планирования и отладки установленной последовательности действий при создании новых сервисов. Путем моделирования процессов и атрибутов услуг на распределенных функциональных и физических плоскостях данной концептуальной модели, можно оценить перспективные варианты сетевой архитектуры и одновременно сравнить полученные структуры с позиции их экономической рентабельности и эффективности эксплуатации. Кроме того, свобода функциональных блоков от типов услуг кардинально упрощает операции по их созданию, что схоже с блочным строительством зданий, когда архитектор, обладающий ограниченным ассортиментом блоков, может, тем не менее, планировать постройки с уникальными параметрами.

Список используемых источников:

1. Li Z., Uusitalo M., Shariatmadari H., Singh B.. 5G URLLC: Design Challenges and System Concepts. 15th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS), October 8-9. Tokyo, Japan, 2018, бр.
2. Телеприсутствие [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/NHXhd> (дата обращения: 15.10.22).
3. P.Popovski and all. Wireless Access for Ultra-Reliable Low Latency Communications. IEEE Network, v.32, issue 2. March-April 2018, pp. 16-23.
4. Кучерявый, А.Е. Сети связи с ультрамалыми задержками / А.Е. Кучерявый. – Труды НИИР. – 2019. - №1.
5. Кучерявый А.Е. Сети связи 2030 / А.Е.Кучерявый, А.С.Бородин, Р.В.Киричек // Электросвязь. – 2018. - №11. – С.52-56.
6. Taleb T., Nadir Z., Flinck H., Song J.S. Extremely-Interactive and Low Latency Services in 5G and Beyond Mobile Systems. IEEE Communications Standard Magazine, v.5, issue 2, June 2021, pp.114-119.
7. Новые телекоммуникационные услуги [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/32dNS5> (дата обращения: 17.10.22).

8. Интерфейсы, протоколы, стеки протоколов [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/eokAe> (дата обращения: 19.10.22).

9. Интеллектуальная сеть (Intelligent Network) [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/32dNhP> (дата обращения: 23.10.22).

Pankov B., Makolkina M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Models for providing a priority set of telepresence services.

One of the strategic goals of the current decade is the large-scale introduction of telepresence services using three-dimensional holographic copies of a person, avatar robots, manipulators and their communities. Naturally, this will not happen immediately, and therefore it is necessary to determine the priority set of telepresence services for communication networks of the Russian Federation, taking into account both the possibilities for implementing such services and the requirements for communication networks for their implementation. The article provides a description of a priority set of services, including an analysis of the requirements for delays and the probability of failure-free operation, and also contains a presentation of a general conceptual model for the provision of services based on a “top-down” standardization process, that is, from general to particular, with varying degrees of detail on separate planes. The main purpose of this article is to form a strictly defined set of flexibly used tools that facilitate the creation and introduction of new services in a communication network. In addition, the article defines the rules for building a service within each of the levels of the model using standardized “functional blocks”, tools and procedures.

Key words: *telepresence, telepresence service models, holography, augmented reality, avatar robots, 6G, 2030 networks, HTC.*

УДК 004.735

ГРНТИ 49.43.29

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ МИГРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ONAP

Р. А. Соколовский, Ю. С. Шипицын, А. С. А. Мутханна

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

Данная статья посвящена исследованию методов повышения отказоустойчивости миграции сервисов с помощью ONAP. Рассмотрены ключевые возможности использования данной технологии в настоящее время. Будут представлены перспективы развития данной технологии и будет произведен сравнительный анализ.

ONAP, VNF, миграция сервисов, SDN

В настоящее время проект Open Network Automation Platform (ONAP) решает задачи растущей потребности в общей платформе автоматизации

для поставщиков телекоммуникационных, кабельных и облачных услуг, а также их поставщиков решений, которая позволяет автоматизировать различные процессы жизненного цикла, предоставлять дифференцированные сетевые услуги по запросу [1].

Платформа ONAP позволяет операторам телекоммуникационных сетей постоянно не быть сфокусированными на ручных изменениях некоторых участков сети, необходимых для внедрения новых предложений услуг, от установки нового оборудования центра обработки данных до, в частных случаях, модернизации клиентского оборудования на месте. Многие операторы стремятся использовать программно-определяемую сеть (SDN) и виртуализацию сетевых функций (NFV) для повышения скорости обслуживания, упрощения взаимодействия и интеграции оборудования, а также снижения общих капитальных и эксплуатационных затрат. Кроме того, текущая сильно фрагментированная среда управления затрудняет мониторинг систем [2].

ONAP решает эти проблемы, развивая глобальные и крупномасштабные (multi-site и multi-Virtual Infrastructure Manager (VIM)) возможности автоматизации как для физических, так и для виртуальных сетевых элементов. Платформа даёт возможности для гибкости обслуживания, поддерживая модели данных для быстрого развертывания услуг и ресурсов, предоставляя общий набор интерфейсов REST API северного направления, которые являются открытыми и взаимодействующими, а также поддерживая управляемые моделями интерфейсы для сетей. Модульный и многоуровневый характер ONAP улучшает совместимость и упрощает интеграцию, позволяя ему поддерживать несколько сред VNF за счет интеграции с несколькими VIM, диспетчерами виртуализированных сетевых функций (VNFM), контроллерами SDN и даже устаревшим оборудованием. Общие требования ONAP к VNF позволяют осуществлять коммерческую разработку VNF, совместимых с ONAP. Этот подход позволяет операторам сетей и облачных вычислений оптимизировать свою физическую и виртуальную инфраструктуру по стоимости и производительности; в то же время использование ONAP стандартных моделей снижает затраты на интеграцию и развертывание разнородного оборудования, сводя к минимуму фрагментацию управления [3].

ONAP позволяет разработчикам и их сетевым или облачным провайдерам совместно создавать сетевые элементы и службы в динамическом замкнутом цикле управления с реакцией в реальном времени на требующие действий события.

Основные виды деятельности ONAP, то есть проектирование, развертывание и эксплуатация услуг, предоставляются на основе двух основных платформ ONAP, а именно на основе среды разработки (Design-time) и среды выполнения (Run-time).

В настоящее время наиболее перспективными представляются использования ONAP для автономного управления Edge Cloud, который позволит продемонстрировать его преимущества.

Высокий уровень автоматизации обработки событий жизненного цикла VNF после запуска обеспечивается политиками ONAP и элементами управления с обратной связью, которые заботятся о большинстве событий жизненного цикла (запуск, остановка, масштабирование вверх/вниз/вход/выход, восстановление/миграция для высокой доступности), а также их мониторинг и управление SLA. Несколько типов VNF для разных сред выполнения сначала утверждаются в каталоге благодаря процессу адаптации, а затем могут систематически развертываться и обрабатываться несколькими контроллерами. Это приводит к эффективности управления (более низкие накладные расходы на управление/автоматизацию) и высокой степени автономности.

Рассмотрим пример повышения отказоустойчивости, который иллюстрирует сокращение времени восстановления после сбоя VNF с помощью ONAP благодаря автоматизированному мониторингу и управлению, а именно:

- Моделирование основной проблемы (сбой, стресс-тестирование или любое другое неблагоприятное состояние в сети, которое может повлиять на VNF)
- Отслеживание VNF
- Оценка необходимого времени, которое требуется ONAP для восстановления функциональности VNF.

Преимущество для поставщиков пограничных услуг NFV заключается в том, чтобы оценить, какая степень дополнительной отказоустойчивости платформы VIM+NFVI для VNF достигается за счет использования замкнутого цикла управления ONAP по сравнению с самоуправляемой отказоустойчивостью VIM+NFVI (которые могут не знать о VNF или соответствующей сквозной службе, но только базовых ресурсов, таких как виртуальные машины и серверы).

Кроме того, проблемы не обязательно могут быть сбоем (который также может быть устранен другими уровнями): это может быть проблема, приводящая к субоптимальной производительности без сбоев. Уровень управления VNF, обеспечиваемый ONAP, может обнаруживать такие безотказные проблемы и предоставлять решение для восстановления, которое не может предоставить никакой другой уровень в данном развертывании.

Предварительные условия:

1. Аппаратная среда, в которой может быть развернуто облако Edge.
2. Пограничное облако развернуто и готово к работе.
3. ONAP был развернут в облаке и подключен (т. е. подготовлен для доступа через API) к пограничному облаку.

4. Компоненты ONAP были развернуты в пограничном облаке по мере необходимости для конкретных целей тестирования.

Могут быть смоделированы различные типы проблем, следовательно, идентификация нескольких тестовых случаев, соответствующих этому варианту использования, как показано на этой диаграмме:

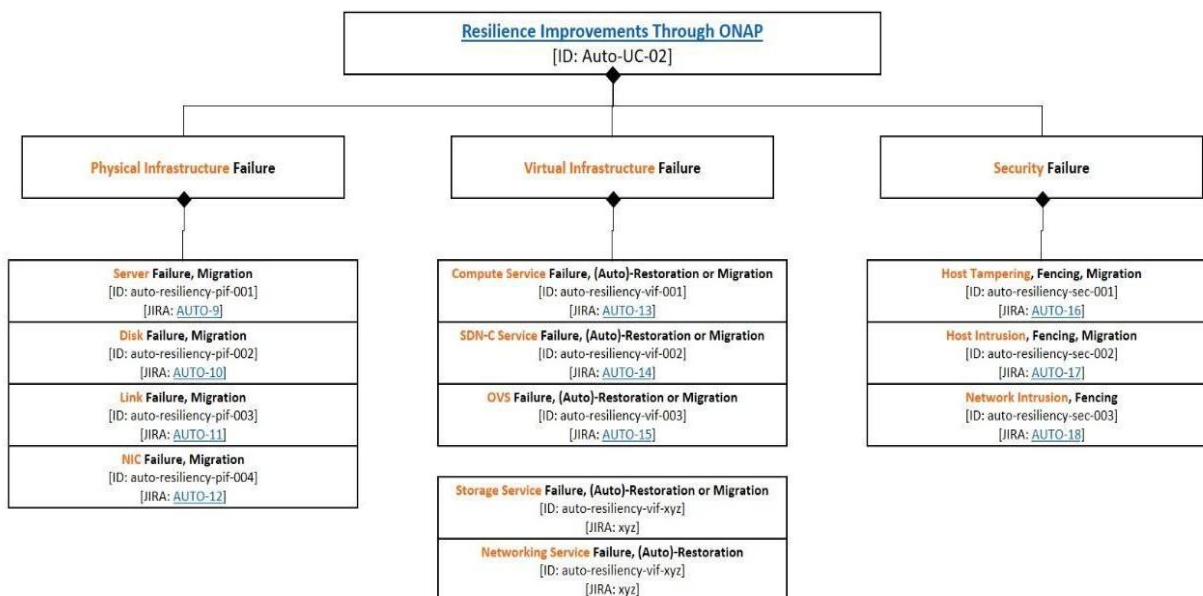


Рис. 1. Стандартный набор ошибок при миграции сервисов с помощью ONAP

Описание смоделированных проблем/вызовов, приводящих к различным тестам [4]:

1. Физический отказ инфраструктуры

– Миграция при сбое хоста: питание вычислительного хоста прерывается, и затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

– Миграция при сбое диска: дисковые тома размонтируются, а затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

– Миграция при сбое связи: трафик по ссылкам прерывается/искажается, и затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

– Миграция при сбое сетевой карты: порты сетевой карты отключаются командами хоста, а затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

2. Сбой виртуальной инфраструктуры

– Сбой службы узла вычислений OpenStack: основные процессы службы OpenStack на узлах вычислений завершаются и автоматически восстанавливаются, либо затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные узлы.

– Сбой службы SDNC: основные процессы службы SDNC завершаются и автоматически восстанавливаются.

– Сбой OVS: мосты OVS отключены, и затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

– Другие возможны ошибки.

3. Безопасность

– Подмена хоста: обнаруживается фальсификация хоста, хост изолируется, а затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные ресурсы.

– Проникновение в хост: обнаруживаются попытки вторжения в хост, идентифицируется и изолируется нарушающая рабочая нагрузка, устройство или поток, и при необходимости затронутые рабочие нагрузки переносятся на другие доступные хосты.

– Проникновение в сеть: обнаруживаются попытки вторжения в сеть, идентифицируется и изолируется поток-нарушителя.

Таким образом, платформа ONAP предоставляет широкую возможность для управления в режиме реального времени на основе политик и автоматизации физических и виртуальных сетевых функций, что позволяет автоматизировать различные новые услуги и поддержку, предлагаемые различным программным обеспечением, сетью и облачными сервисами. провайдеры. Это будущее, поскольку оно будет поддерживать 5G, IoT и поможет в полной мере использовать преимущества NFV. Это автоматизация без жесткого кодирования, облачное приложение, интегрированное в CI/CD.

Список используемых источников

1. Open Network Automation Platform [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.onap.org/en/latest/> (дата обращения 14.11.2022).

2. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48248989&pff=1>

3. Navdeep Singh Gill Overview of ONAP Architecture and Best Practices [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xenonstack.com/insights/what-is-onap> (дата обращения 14.11.2022).

4. OPNFV Auto (ONAP-Automated OPNFV) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.anuket.io/projects/auto/en/latest/release/userguide/UC01-feature.userguide.html> (дата обращения 14.11.2022).

Sokolovskii R., Shipitsyn Y., Muthanna A.

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

Analysis of methods for increasing fault tolerance of migration using ONAP. This article is devoted to the study of methods for improving the fault tolerance of service migration using ONAP. The key possibilities of using this technology at the present time are considered. Prospects for the development of this technology will be presented and a comparative analysis will be made.

Key words: ONAP, VNF, service migration, SDN.

3.3. Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии

УДК 004.891.3
ГРНТИ 49.34.06

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

А. Б. Гольдштейн, С. Р. Танашев

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

На сегодняшний день сети связи пятого поколения являются одним из главных трендов и двигателей прогресса сферы телекоммуникаций. По всему миру, в том числе и в России, ведется развертывание тестовых сетей 5G. В данном докладе описываются основные требования к алгоритмам автоматизации, которые могут быть использованы в проектировании сетей пятого поколения.

5G, OSS, проектирование сетей, искусственный интеллект, нейронные сети, самоорганизующиеся сети

В настоящее время довольно остро встает проблема проектирования сетей связи. Это связано с тем, что от начала и до самого конца XX века сети связи, ее объекты, структура и функционирование были описаны относительно фиксированными, стабильными характеристиками, а задачи и критерии проектирования допускали четкую формализацию и не менялись с течением времени.

Однако с развитием инфокоммуникаций, в том числе с появлением сетей и технологий пятого поколения, требующих автоматизации методов проектирования на основе постоянно накапливаемых знаний и постоянно меняющегося функционального описания, изменения внутренней структуры ее связей в процессе функционирования в зависимости от колебания трафика к тем или иным услугам и перемещения источников этого трафика, классическая теория проектирования сетей не позволяет решать поставленные перед операторами связи задачи.

К тому же и сами сетевые технологии, методы организации вызовов/сессий, построения транспортной сети, сетевые протоколы, состав передаваемого трафика и др. серьезно изменились за последние годы.

Появление гетерогенных сверхплотных сетей с показателями, достигающими согласно материалам 3GPP значений порядка 1 млн. устройств на 1 кв. км, а также рост общего числа устройств - по прогнозам,

около 24 млрд. к 2025 г. (в основном конечно за счет 5G/IoT), - все это радикально меняет архитектуру современных инфокоммуникационных сетей и принципы управления ими [1].

Внедрение такого рода технологий требует полного пересмотра к проектированию и построению новых участков сети, а также использования уже существующей инфраструктуры.

Разработка различных средств, способных решить сложные и критически важные для телекоммуникационного бизнеса задачи, является одним из приоритетных направлений отрасли информационных технологий.

Использование автоматизированных программных инструментов в повседневной деятельности операторов связи позволяет существенно повысить эффективность процесса управления бизнесом в целом и в том числе решить одну из основных проблем — сохранения и приумножения клиентской базы путем проектирования новых участков сети.

Инфраструктура операторов связи с каждым годом становится все более сложной и разнородной, ввиду быстрого развития технологий и жесткой конкуренцией вендоров. У операторов связи накапливается всё больше оборудования, принадлежащего к разным поколениям и обладающего разным набором функций. Это в свою очередь усложняет процесс эксплуатации и затрудняет выработку оптимального решения по развитию сети связи.

Помимо этого, Сети пятого поколения, действующие на основе стандартов телекоммуникаций (5G/IMT-2020), должны обеспечить высокие технические характеристики, такие как: повышенная спектральная эффективность, высокая скорость передачи данных, низкая задержка, а также превосходное качество обслуживания пользователей. 5G должен обеспечивать массовое развертывание Интернета вещей, при этом предлагая приемлемые уровни энергопотребления, стоимости оборудования, развертывания и эксплуатации сети, а также должен поддерживать широкий спектр приложений и сервисов [2].

Все вышеперечисленное приводит к возникновению новых требований к эксплуатационным особенностям таких сетей, в том числе к способам их проектирования. Если раньше, проектируя сеть, операторы связи могли вполне обойтись модулями системы OSS и отработанными алгоритмами проектирования сетей на основе закладываемых человеком требований, то для сетей пятого поколения, которым необходимо быстро разворачиваться, гибко адаптироваться к изменениям и учитывать массу нюансов связанных с многообразием предоставляемых услуг, необходима разработка совершенно иных инструментов и подходов к проектированию.

В 2019 году IDC провела опрос среди операторов связи по вопросам трансформации. Результаты опроса представлены ниже (рис.1).



Рис.1 «Опрос операторов связи Азиатско-Тихоокеанского региона (кроме Японии) по вопросам трансформации» от IDC за 2019 год (N = 200)

Результаты опроса показывают, что автоматизация операций и процессов, а также трансформация OSS/BSS являются главными приоритетами операторов.

Для автоматизация операций и процессов проектирования сетей пятого поколения необходимо учитывать особенности управления такой сетью. Ведь при отсутствии систем управления и аналитики правильное построение сетей пятого поколения невозможно [1].

В рамках использования алгоритма автоматизированного проектирования сетей пятого поколения используется двухуровневая система управления и аналитики (рис.2):

– Первый уровень

○ Общая система управления сетью, которая консолидирует в себе данные с системы прогнозирования и системы учета OSS, расположенных на втором уровне, и принимает решения.

– Второй уровень

○ Система прогнозирования - новая история в проектировании, когда необходимо ориентироваться не только на уже заранее известную нам информацию о необходимых характеристиках проектируемого участка сети (обычно указываемой в техническом задании), но и использовать элемент автоматического прогнозирования, который должен подсказать какие сервисы с какими требованиями и качеством мы ожидаем и предвидим на конкретном участке сети. Также следует отметить задачу прогнозирования нагрузки на этот участок, которая должна быть решена отдельной системой моделирования и прогнозирования, присутствующей в рамках автоматизированного проектирования участка сети. Это отдельная

большая задача которая будет решаться с помощью алгоритмов нейронных сетей и теории хаоса. Прогнозы будут рассчитывать, в том числе, исходя из географического расположения участка сети (использование системы NRI и геоинформационных систем), а также уже существующих и окружающих эту сеть сервисов (Аппаратно-программный комплексы “Безопасный город”, “Умный город” и прочее).

○ Система учета OSS - Поскольку сети пятого поколения подразумевают самоорганизующуюся структуру, мы должны учесть уже имеющуюся инфраструктуру. Сеть должны строить так, чтобы она могла дальше сама себя развивать. Для этого необходима отдельная управляющая модель, которая должна учесть какая уже есть инфраструктура. Использование алгоритма автоматизированного проектирования сетей пятого поколения Система OSS в телекоммуникациях представляет собой совокупность комплекса технических средств, информационных технологий и данных, необходимых для осуществления контроля над расширением или уменьшением сетей, средств и сооружений связи в части единиц технического учета (ТУ). Основная задача OSS заключается в постоянном сборе, накоплении, объединении и поддержании в актуальном состоянии информации о составе и конфигурации различных сетей, средств и сооружений связи (линейные сооружения, станционные сооружения) за весь период их жизненного цикла – от проектирования до вывода из эксплуатации. Объектом ТУ в телекоммуникациях являются сети, средства связи, сооружения связи. Учитывая совместное использование перечисленных объектов при передаче информации пользователям, объекты ТУ совокупно можно рассматривать как сетевые ресурсы.

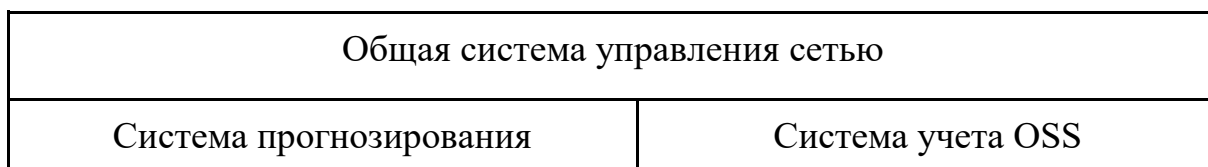


Рис.2 «Схема использования алгоритма автоматизированного проектирования сетей пятого поколения»

На данный момент только закладываются основы для полностью автоматизированной работы алгоритма автоматизированного проектирования сетей пятого поколения и при первичной настройке и внедрении будет необходимо непосредственное вмешательство человека, но в будущем это должна быть отдельная управляющая система.

Список используемых источников:

1. Уйхази Х., Рохас Б., «Индексы архитектуры транспортных сетей в эпоху 5G и облачных технологий», С. 1-24, 2020 г.

2. Волков А.Н., Мутханна А.С.А., А.Е. Кучерявый Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020.

3. Гольдштейн А.Б., «Концептуальный аспекты управления сетями пятого поколения», УДК 621.372.88.

Goldshtein A., Tanashev S.

The Bonch-Bruevich Saint- Petersburg State University of Telecommunications

The main requirements for the algorithm of computer-aided design of networks of the fifth generation.

Today, fifth-generation communication networks are one of the main trends and engines of progress in the telecommunications sector. 5G test networks are being deployed all over the world, including in Russia. This report describes the basic requirements for automation algorithms that can be used in the design of fifth-generation networks.

Key words: 5G, OSS, network design, artificial intelligence, neural networks, self-organizing networks.

УДК 004.77

ГРНТИ 49.34.06

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТЬЮ СВЯЗИ НА БАЗЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ СЕТЕВЫХ ФУНКЦИЙ NVF

Л. А. Гурина, Н. Н. Мошак

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

В статье рассмотрены принципы организации современных мультисервисных сетей и концепция виртуализации сетевых функций NVF. Дополнительно рассмотрены стандарты в области виртуализации и особенности современного сетевого управления. Представлены практические примеры конвергенции мобильной и фиксированной связи в рамках развёртывания сетей 5G.

мультисервисная сеть, управление мультисервисной сетью, NVF, IMT-2020, 5G

Объединение услуг мобильной и фиксированной связи на платформе IP является одной из основных целей следующего этапа развития телекоммуникаций. В связи с этим приобретает актуальность вопрос обеспечения полноценного управления мультисервисными сетями связи (МСС) в условиях увеличивающихся объёмов передаваемого трафика и постепенной миграции к IMS (IP Multimedia Subsystem) [1].

Стремительное развитие новых сервисов сопряжено с установкой дополнительных аппаратных средств, что приводит к росту затрат для операторов связи и поставщиков информационных услуг. В настоящее время набирает популярность концепция виртуализации сетевых функций (Network Functions Virtualization, NFV), открывающая дополнительные возможности для развёртывания сервисов в сложной структуре современных сетей [2]. На данный момент в разных регионах мира ведётся работа по распространению сетей 5G [2-4]. Согласно рекомендации Международного союза электросвязи (МСЭ) [3] трансформация современных сетей должна базироваться на концепциях программно-определяемой сети (Software-defined Network, SDN) и NFV, которая послужит общим ядром для новых технологий радиодоступа, а также проводных и беспроводных локальных сетей [4].

Таким образом, развитие коммуникационных технологий приведет к созданию облачной структуры, включающей в себя многоуровневые датацентры с интеллектуальным управлением и оркестровкой [4]. Сетевые функции мобильных и фиксированных сетей будут реализованы в соответствующем программном обеспечении с подразделением на плоскость пользователя и плоскость управления [3]. Соответственно, сетевые функции (BRAS, обслуживание шлюзов и др.) с выполнением алгоритмов управления будут отделены от плоскости пользователя, предназначенной преимущественно для коммутации пакетов [3].

Это позволит разворачивать сервисы на общей инфраструктуре, централизованно хранить данные о пользователях и взимать оплату услуг для обоих видов связи одновременно. На сегодняшний день данные о пользователях хранятся отдельно на AAA-сервере (Authentication, Authorization, Accounting) для сетей фиксированной связи и на HSS-серверах (Home Subscriber Server) для мобильных сетей. Разработчикам предстоит обеспечить поддержку объединённой процедуры доступа [3].

Рассмотрим пример использования, опубликованный в Рекомендации ИМТ-2020 о конвергенции мобильных и фиксированных сетей [3]. Устройства клиентов управляются в глобальной сети и могут выходить в Интернет, используя фиксированную и мобильную связь одновременно или одну предпочитаемую технологию доступа. Таким образом, любой пользователь сможет обзавестись портативным шлюзом и подключаться при помощи проводного канала или мобильной сети с одинаковыми параметрами, без необходимости дополнительной настройки. Счёт за услуги проводной и мобильной связи для абонента объединяется (рис. 1).

Второй пример использования описывает организацию голосовых вызовов. Конвергенция сетевых услуг позволит осуществлять голосовой вызов с мобильного телефона клиента на базе IMS через базовую станцию сотовой связи или домашнюю точку доступа, если сигнал от близлежащей вышки недостаточно силён. Переключение во время осуществления

вызова должно осуществляться автоматически, незаметно для пользователя и без потери данных.

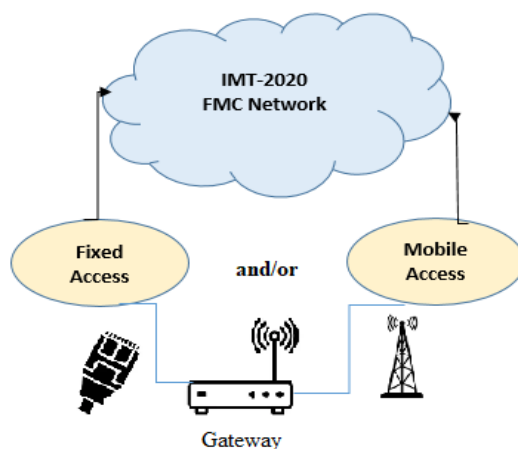


Рис 1. Предоставление услуг на уровне доступа для мобильных и фиксированных сетей [3]

Разработка стандартов в области виртуализации сетевых функций организована Европейским институтом стандартизации электросвязи (European Telecommunications Standard Institute, ETSI). Согласно документации ETSI [2] развитие виртуализации производится с целью объединения функций, реализованных на множестве сетевых устройств, на стандартизированных промышленных серверах, коммутаторах и хранилищах данных. Преимуществом для операторов связи можно считать сокращение издержек на закупку и размещение оборудования, а также повышение оперативности внедрения новых сервисов. Объем рынка в области виртуализированных решений достиг 3,9 млрд. долларов США в 2021 году; экспертами ожидается ежегодный прирост в 6,6% в последующие 10 лет [5]. Основной спрос генерируется компаниями из США (6,3%), Великобритании (6,2%), и Китая (5,9%) [5].

Для реорганизации сетевого управления необходимо добиться совместимости с оборудованием различных вендоров и версий, а также внедрить элементы виртуализации в уже существующие системы с дальнейшим перемещением основных функций в виртуальную среду.

По состоянию на 2022 г. многие сетевые функции реализованы программно и не требуют установки специализированного устройства. В качестве примера можно привести Firewall: настройка брандмауэра является распространённым способом обеспечения безопасности сети, и на данный момент для этого необязательно наличие в сети отдельного аппаратного элемента, каким в своё время выступали межсетевые экраны CISCO ASA. Также виртуализации подлежат функции маршрутизатора широкополосного удалённого доступа – BRAS, PE-маршрутизатора,

пограничного контроллера сессий (SBC), трансляции сетевых адресов (NAT) и др. [2]

Согласно спецификации, разработанной ETSI [2], структура NFV-домена (см. рис. 2) представляет собой систему из трёх компонентов [6]:

- виртуализированных сетевых функций (Virtualised Network Function, VNF);
- NFV-инфраструктуры (Network Function Virtualisation Infrastructure, NFVI), объединяющей аппаратные и виртуализированные ресурсы;
- средств управления NFV-системой и оркестрации команд (NFV Management and Orchestration, MANO). Эта часть модели представлена репозиториями данных и интерфейсами для управления жизненным циклом виртуальных элементов и связанных с ними аппаратной инфраструктурой [7].

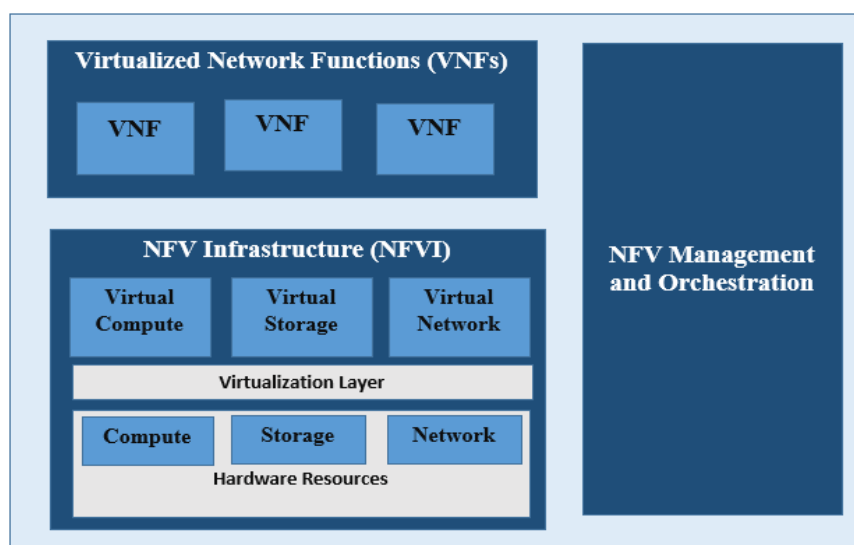


Рис. 2. Схема архитектуры NFV-домена [6]

На территории России также проводятся исследования в рамках стандартизации сетей 5G [7]. Регуляторная база сетей следующего поколения изучалась специалистами «Национального исследовательского института технологий и связи». В статье [7], опубликованной в 2017 году, отмечались изменения в характере использования сетей в связи с популяризацией Интернета-вещей и востребованности связи «от машины к машине» (M2M).

Согласно данным исследовательской компании ACG Research [8], существует два подхода к переносу ключевых функций в виртуальную среду: первый подход заключается в создании специального программного стека от определённого вендора, в то время как второй подход, также называемый модульным, предполагает создание горизонтальной платформы, объединяющей VNFs от нескольких разработчиков. Выбор оптимальной модели зависит от поставленных задач, однако отсутствие

привязки к вендору имеет за собой ряд финансовых преимуществ, а также соответствует основным идеям концепции NVF. Создание ПО с учётом пожеланий покупателя зачастую становится первым этапом виртуализации в организациях. Программные решения нередко включают в себя функции MANO и позволяют пользоваться виртуальными решениями без внесения значительных изменений в бизнес-процессы.

Одним из наиболее распространённых решений можно считать Cisco Enterprise NVF [10] – виртуализированную платформу, включающую в себя функции виртуального маршрутизатора интегрированных сервисов, виртуальный брэндмауэр следующего поколения, виртуальный контроллер беспроводных сетей и др. Альтернативным примером можно считать программное обеспечение OpenStack от провайдера Verizon для управления сервисами в публичном и частном облаке.

Второй подход можно считать более комплексным, он требует больших затрат на начальных этапах; при этом созданная платформа задаёт конкурентные условия для поставщиков ПО и оставляет операторам большой простор для принятия решений. Данная модель использовалась европейским оператором связи Vodafone: каждая организация, входящая в группу компаний, самостоятельно определяла, какие функции стоит перенести в виртуальную среду и сроки выполнения поставленных задач [9]. Внедряемые решения включали в себя программное обеспечение и аппаратные средства от нескольких вендоров.

На практике перенос основных функций в виртуальную среду – дорогостоящий и трудоёмкий процесс, требующий значительных финансовых затрат и высокой квалификации сотрудников. Виртуализация сетевых функций на сегодняшний день исследуется преимущественно крупными компаниями и сервис-провайдерами, но остаётся неподъёмной для стартапов и небольших организаций. Специалистами Cisco приведены успешные примеры использования платформы в крупных компаниях по всему миру, среди которых Straumann Group и British Telecom [12]. При этом существует большое количество критически настроенных экспертов, ссылающихся на сложность в настройке и большие затраты ресурса процессора для обеспечения работы сервисов без задержки, а также крайнюю ограниченность предложения на сегодняшнем рынке.

В статье рассмотрены назначение и структура NVF-домена, существующие стандарты и рекомендации в области виртуализации, а также дополнительно приведены примеры использования конвергенции мобильной и фиксированной связи. Определена роль виртуализации на следующем этапе развития телекоммуникаций. Исходя из вышесказанного, будущие сети должны быть легко масштабируемы, а также способны с низкими задержками обрабатывать растущие объёмы трафика [13,14]. Концепция виртуализации сетевых функций NFV позволяет сделать сетевое управление более гибким и значительно упрощает реорганизацию сети и работу с новейшими технологиями, в связи с чем находит широкое применение в конвергируемых сетях.

Список используемых источников:

1. Яновский Г. Г. IP Multimedia Subsystem: принципы, стандарты и архитектура [Электронный ресурс] // Вестник связи. 2006. URL: <http://greenmount.narod.ru/qnowskijGG.html> (дата обращения 20.10.2022).
2. ETSI White Paper “Network Transformation. Orchestration, Network and Service Management Framework”. – 2019.
3. ITU-T Recommendation Y.3130. Requirements of IMT-2020 fixed mobile convergence. - 2018.
4. ITU-T Recommendation Y.3101. Requirements of the IMT-2020 network. – 2018.
5. Network Function Virtualization (NFV) Market [Электронный ресурс] URL: <https://www.factmr.com/report/1327/nfv-market> (дата обращения 03.11.2022).
6. Новиков И. Виртуализация сетевых функций: просто о сложном [Электронный ресурс] // itWeek. 2016. URL: <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=191048>.
7. Бочечка Г. С., Тихвинский В. О., Минов А. В., Бабин А. И. Сети 5G: международная стандартизация [Электронный ресурс] // Connect WIT. 2017. N 1-2. С. 40-46. URL: <https://www.connect-wit.ru/seti-5g-mezhdunarodnaya-standartizatsiya.html> (дата обращения 18.10.2022).
8. ACG Research Business Case for a Common NVF Platform [Электронный ресурс] URL: <https://www.vmware.com/files/pdf/solutions/vmware-vcloud-nfv-acg-research-study.pdf> (дата обращения 02.11.2022).
9. Vodafone’s NFV deployments reduce costs and improve network management [Электронный ресурс] URL: <https://www.vanillaplus.com/2018/05/14/38188-vodafones-nfv-deployments-reduce-costs-improve-network-management/> (дата обращения 16.10.2022).
10. Crawford N. Three examples of NFV deployments. RCR Wireless News [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rcrwireless.com/20170627/network-function-virtualization-nfv/20170621softwarethree-examples-of-nfv-deployments-tag27-tag99>.
11. Chokshi J. Enterprise NFV Design and Use Cases – Part 3 [Электронный ресурс] // Cisco Blogs. 2018. URL: <https://blogs.cisco.com/networking/enterprise-nfv-desgin-and-use-cases-part-3> (дата обращения 02.11.2022).
12. Greenfield D. The Pains and Problems of NFV [Электронный ресурс] URL: <https://www.catonetworks.com/blog/the-pains-and-problems-of-nfv/> (дата обращения 02.11.2022).
13. ITU-T Recommendation Y.3110. IMT-2020 network management and orchestration requirements. - 2017.
14. ETSI White Paper “NFV priorities for 5G”. - 2017.

Gurina L., Moshak N.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Managing a multiservice communication network based on NVF network functions virtualization.

The articles describes they key principles of organizing modern multiservice networks and network management, as well as the concept of Network Functions Virtualization (NVF). It additionally describes standardization in virtualization field and provides practical examples of mobile and fixed connection convergence.

Key words: *multiservice network, multiservice network management, NVF, IMT-2020, 5G.*

УДК 654.1
ГРНТИ 50.41.23

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ «УМНОГО» ГОРОДА

Д. С. Кириенко, С. В. Кисляков, С. А. Поляков

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

Современные подходы к получению данных о городе часто не имеют возможности для коллективного использования. Они разрознены и не структурированы из-за чего легко упускать из виду необходимый опыт в предметной области, часто приводящий к принятию поспешных и необдуманных решений. Цифровые близнецы различных систем города призваны преодолеть этот барьер путем интеграции более целостного подхода к аналитике и визуализации в процесс поиска знаний в режиме реального времени на основе разнородных городских данных. В статье представлено описание технологии цифровых двойников в инфокоммуникационной инфраструктуре умного города.

цифровой двойник, умные города, инфокоммуникационная инфраструктура

Цифровой двойник может отображать физические объекты, атрибуты, структуру, состояние, производительность, функции и поведение систем в виртуальном мире, формируя высокоточную динамическую многомерную, многомасштабную модель с несколькими физическими величинами, которая обеспечит эффективный способ наблюдения, распознавания, контроль и преобразование физического мира. Это даст возможность эффективнее решать необходимые комплексные задачи городов, таких как эксплуатация различных инфраструктур, взаимодействие с горожанами в случаях, когда они могут влиять на решения и др.

Применение цифровых двойников на примере инфокоммуникационной инфраструктуры умного города.

В последние годы с быстрым развитием технологий и отраслей, таких как Интернет вещей (IoT), Big Data, облачные вычисления и искусственный интеллект (ИИ) появилась идея цифрового города-близнеца, что помогает строительству «умного» города [1]. Очевидно, что цифровой город-близнец — это широкое применение концепции цифрового двойника на уровне города. Его цель - построение сложной гигантской системы между физическим миром и виртуальным пространством, которые могут отображать друг друга и взаимодействовать друг с другом в обоих направлениях [2].

Есть ряд задач, которые можно решить путём использования цифровых двойников:

– Использование информационных технологий, таких как, Интернет вещей, Искусственный интеллект, сети 5G и 6G и т.д. в управлении городским хозяйством [3].

– Создание единой базовой инфокоммуникационной инфраструктуры (БИИ) на территории города делает экономически более выгодным его умное управление, как для операторов связи, так и для городского бюджета.

– Для взаимодействия БИИ и умного города, власти должны продвигать развертывание сетей, в частности мобильного широкополосного доступа, а также помогать операторам связи.

Из всех задач мы решили рассмотреть поподробнее создание единой базовой инфокоммуникационной инфраструктуры, под которой мы будем понимать комплекс инфраструктурных технических средств, составляющих основу для системы телекоммуникаций общего пользования, включает в себя 3-х слойную сеть инфокоммуникационной инфраструктуры – сеть улиц и проспектов города (СУП), где разрешена прокладка телефонной канализации, сеть кабельной канализации (СТК) и сеть кабелей связи (СКС) [4].

ЦД БИИ ложится в основу цифрового двойника города (ЦДГ). ЦДГ как совокупность инфокоммуникационных систем предполагает обмен данными между ЦД и использует ЦД БИИ как «нижний» слой данных, формирующий сведения о состоянии, расположении и связях объектов БИИ.

ЦД БИИ может быть представлен в виде модели, учитывающей физические объекты БИИ города – СКС, СТК, СУП (рисунок 1).

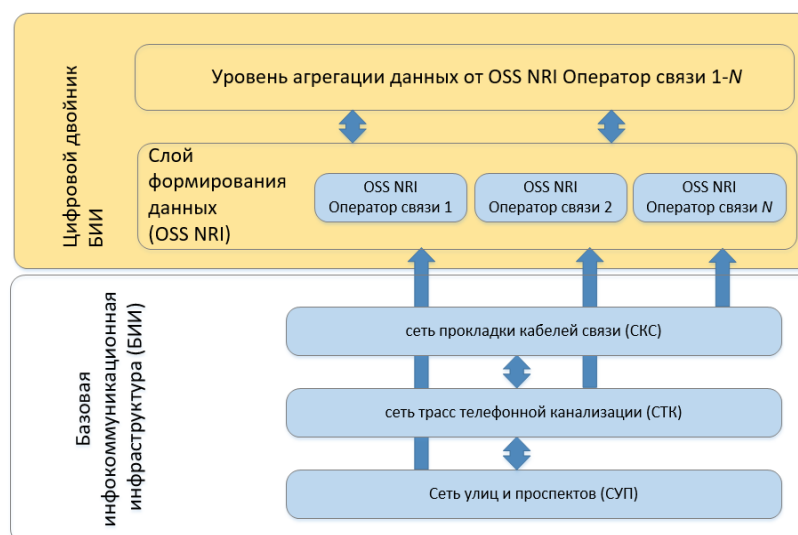


Рис.1. Архитектурная модель ЦД БИИ

Объекты должны быть «отражены» в кибер-пространство при помощи систем класса Operations Support Systems Network Resource

Inventory (OSS NRI), позволяющих формировать данные для управления ими [5]. Network Resource Inventory (NRI) - подсистема инвентаризации и технического учета сетевых ресурсов. Учитывает и отражает физический уровень сети, логический уровень сети, позволяет детализировать трафик с точностью до виртуального канала, временного интервала или информационного потока той или иной услуги. Функциональность OSS должна включать в себя все возможные механизмы описания физических объектов и их связей – физических и логических, хранение этих данных в базе данных и передачу данных на уровень агрегации данных.

Предложенная структурная модель цифрового двойника инфокоммуникационной системы – это лишь часть большой задачи по разработке цифрового двойника умного города. Умный город, с точки зрения авторов данной работы можно рассматривать как совокупность цифровых двойников профильных инфраструктур – водоотведения, связи, водоснабжения и т.д.

Данная работа – это начало «большой стройки», где множество информационных систем будут взаимодействовать с целью поддержки эксплуатационных и управленческих процессов в городах будущего.

Список используемых источников:

1. Li Deren, Yu Wenbo, Shao Zhenfeng / Smart city based on digital twins // Computational Urban Science 11, Article number: 4. 2021. URI: <https://doi.org/10.1007/s43762-021-00005-y>
2. Прохоров А. Н., Лысачев М. Н. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 стр., ил.
3. Аббасова Т.С. Развитие виртуальных инструментов для создания цифровых двойников // Информационно-технологический вестник. 2019. N 2. С. 79-88.
4. Гольдштейн А.Б. Кисляков С. В. Современные подходы к автоматизации бизнес-процессов операторов связи: учебное пособие СПбГУТ. – СПб., 2020. – 84 с.
5. Волков А.А. Умный город: конвергентный социо-киберфизический комплекс // Промышленное и гражданское строительство. 2018. N 9. С.

Kirienko D., Kislyakov S., Polyakov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Digital twin of infocommunication infrastructure for a smart city.

Modern approaches to obtaining city data often do not have the opportunity for collective use. They are scattered and not structured, which is why it is easy to lose sight of the necessary experience in the subject area, often leading to hasty and rash decisions. The digital twins of various city systems are designed to overcome this barrier by integrating a more holistic approach to analytics and visualization into the process of searching for knowledge in real time based on heterogeneous urban data. The article describes the technology of digital twins in the infocommunication infrastructure of a smart city.

Key words: digital twin, smart cities, infocommunication infrastructure.

УДК 004.85
ГРНТИ 28.23.29

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ НА МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

К. М. Нихаенко, Р. И. Пупцев

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

В данной работе рассматривается подход к применению машинного обучения в предсказании параметров работы системы на микросервисной архитектуре. Рассматривается обобщённый подход к формированию обучающей выборки и к подбору подхода к обучению. На примере конкретной системы на микросервисной архитектуре описываются этапы организации моделей машинного обучения.

машинное обучение, микросервисная архитектура, предсказание параметров, управление ресурсами, данные, обучающая выборка

Микросервисная архитектура повсеместно используется при создании приложений или сервисов. Обусловлено это рядом преимуществ перед монолитными системами, а именно: масштабируемость – микросервисная архитектура позволяет беспрепятственно добавлять новые компоненты в систему; отказоустойчивость – компоненты могут полностью не зависеть от других компонентов, из-за чего при выходе из строя отдельных микросервисов остальные продолжают работу. Однако, также микросервисная архитектура имеет недостатки, одним из важнейших является необходимость мониторинга не комплексного приложения, а целого ряда компонентов. Так, из-за плохого распределения ресурсов, в системе может выйти из строя ряд компонентов, время неисправности которых может затянуться, если не использовать специальные мониторинговые сервисы. Одним из способов динамически распределять ресурсы между компонентами системы микросервисной архитектуры является применение машинного обучения. Обученная модель может позволить по параметрам конкретных компонентов системы предсказывать дальнейшие нагрузки и подстраивать имеющиеся ресурсы во время работы.

Для применения машинного обучения в предсказании работы системы на микросервисной архитектуре необходим первичный анализ, который предполагает рассмотрение возможностей сбора обучающей выборки и рассмотрение подхода к обучению моделей машинного обучения. Сбор данных в рамках системы на микросервисной архитектуре возможен за счёт различных мониторинговых программ и приложений, что могут снимать различные метки и характеристики компонентов системы с заданной временной периодичностью. ИКТ технологии предполагают

наличие огромного количества данных, что позволяет сформировать обучающую выборку с большим количеством строк. Однако проблемой при формировании обучающей выборки в сфере ИКТ технологий является неструктурированность данных, из-за чего стадия пре-процессинга становится очень трудоёмкой задачей. Главными этапами в ней будут: анализ всех данных, сопоставления массива данных с метками и отбор влияющих на поведение системы характеристик. Подбор характеристик для обучающей выборки требуется для каждого рассматриваемого алгоритма машинного обучения, так как критерии влияния различных характеристик на прогноз у каждого алгоритма индивидуальный.

Выбор подхода к обучению неразрывно связан с формированием обучающей выборки. Принято выделять три подхода к обучению: обучение без учителя, обучение с учителем и обучение с подкреплением. Обучение без учителя предполагает отсутствие меток в обучающей выборке, вместо них алгоритмам предоставляется специальные инструменты для понимания свойств данных, для их распределения. Алгоритмы из данной категории могут оказаться полезными на стадии пре-процессинга, за счёт возможности формализовать неструктурированные данные. Обучение с учителем предполагает наличие меток в обучающей выборке, что конкретизируют предсказываемое значение. Наличие возможности снимать конкретные метки в системе, такие как потребляемые ресурсы, делает применение алгоритмов из категории обучения с учителем возможным для прогнозирования параметров компонентов. Обучение с подкреплением предполагает наличие промежуточных этапов в обучении, с системой наград и штрафов для алгоритмов, чтобы по средству «эволюции» алгоритма прийти к возможности правильно предсказывать необходимые значения. Алгоритмы из данной категории могут успешно использоваться за счёт возможности простого формирования системы наград и штрафов. Так, награда может даваться за правильно выделенные ресурсы для компонента, которому они понадобятся, и ограничение ресурсов у компонента, которому они будут не нужны. Причиной штрафа может стать: выдача лишних ресурсов компоненту, выдача недостаточного количества ресурсов компоненту и тд.

Среди множества алгоритмов машинного обучения без тестирования сложно выделить те, что покажут хороший результат в рассматриваемой теме. Нет универсального алгоритма для решения задач предсказания параметров, потому для поиска оптимального потребуются провести тестирование различных алгоритмов, а затем проанализировать результат. Однако на основе имеющихся данных о системе, а именно о метках, которыми будут характеристики потребляемых ресурсов, можно сделать вывод, что алгоритмы, специализирующиеся на решении задачи классификации, не подходят для предсказания поведения параметров.

Потому первоначально стоит сконцентрироваться на алгоритмах, решающих задачу регрессии.

Для полноценного анализа применения машинного обучения для предсказания параметров системы на основе микросервисной архитектуры требуется протестировать, каким образом внедрение обученной модели в процесс предсказания параметров и управления на основе предсказания ресурсов скажется на работе системы. Реализовывать тестирование планируется на конкретной системе с микросервисной архитектурой, основанной на ПО docker.

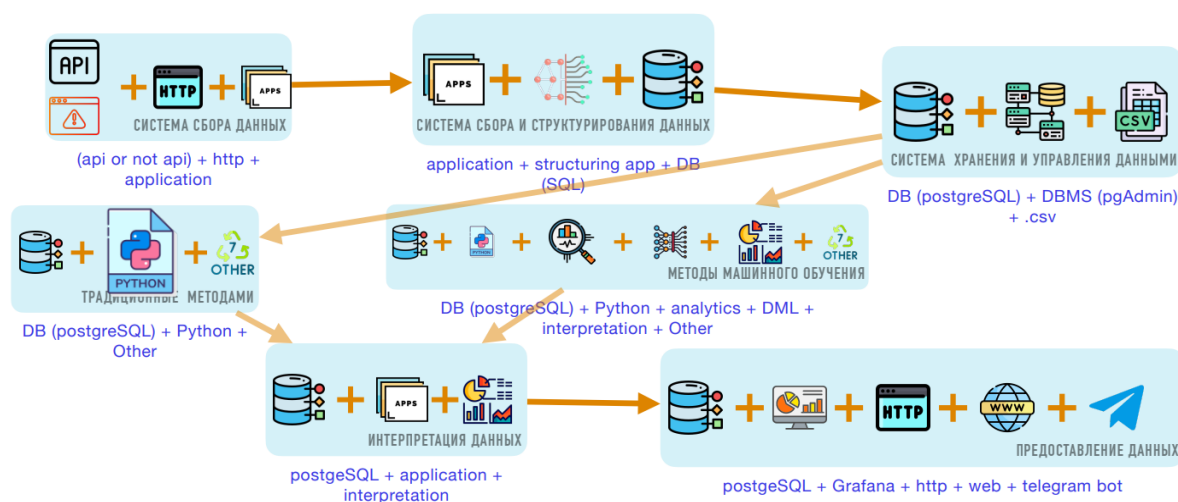


Рис. 1. Схематичный вид микросервисной архитектуры.

В системе будет множество различных сервисов, часть из которых будет предоставлять услуги пользователям, другая часть будет закрыта от внешнего воздействия и будет взаимодействовать только с другими компонентами системы. Компонентами системы являются: ряд серверов по сбору данных, ряд серверов с базами данных, ряд серверов с python приложениями, ряд серверов с ML приложениями, сервера для внутреннего взаимодействия с системой (pgadmin), ряд серверов с приложениями для внешнего взаимодействия с пользователями (grafana, telegramBot, web Application). Сбор данных о характеристиках компонентов системы будет осуществлен с помощью инструмента Prometheus, что разработано специально для мониторинга в микросервисной архитектуре. Данные записываются в виде временных рядов, Prometheus позволяет собирать следующие типы меток: счетчик - значение, что увеличивается с течением времени; шкала - значение, которое может как увеличиваться, так и уменьшаться с течением времени; гистограмма - информация об изменении какого-либо параметра в течение промежутка временного; сводка результатов - это расширенные гистограммы, что показывают сумму и количество измерений, а еще квантили за скользящий период. Такой инструмент как Prometheus даёт возможность собирать

множество данных, в рассматриваемом в рамках этой работы случае интересующими характеристиками является: все показатели ресурсопотребления компонентами системы, такие как потребление оперативной памяти, запись/чтение с диска и тд; количество запросов на конкретные компоненты; время активной работы различных компонентов; исходящий и входящий на компоненты трафик; и подобные.

На основе перечисленных данных можно организовать первичную обучающую выборку, в которой характеристиками будут поступающий и исходящий трафик, количество запросов и их типы, и тд, а метками станут значения потребляемых ресурсов. Соотнести метки с характеристиками позволят временные метки. Для подбора подходящей модели предсказания параметров стоит создать ряд моделей, используя алгоритмы из категории обучения с учителем, такие как: полиномиальная регрессия, LASSO и Ridge регрессия, k-ближайших соседей, дерево принятия решений и нейронные сети; из категории обучения с подкреплением: Q-learning, SARSA и генетический алгоритм. Однако применение алгоритмов из категории обучения с подкреплением потребует дополнительных усилий для формирования системы наград/штрафов. Обученные на описанной выше обучающей выборке модели после внедрения в систему могут позволить решить проблему распределения ресурсов между компонентами системы, тем самым улучшив отказоустойчивость и работу сервисов.

В работе был описан общий подход к разработке модели машинного обучения для предсказания параметров системы на микросервисной архитектуре, а именно обозначен этап работы с обучающей выборкой и подбором подхода к обучению моделей. Рассмотрен конкретный пример системы на микросервисной архитектуре. Описаны данные, которые в рассматриваемой системе можно собирать и использовать для формирования обучающей выборки. Продемонстрированы алгоритмы машинного обучения, которые на основе выборки смогут продемонстрировать первичные результаты.

Хоть разработанные модели не будут универсальными для каждой системы, однако благодаря им можно будет проследить положительную или отрицательную динамику в работе системы и, в случае положительного исхода, на их основе можно будет делать модели под другие микросервисные системы. Дальнейшие планы работы над системой предполагают: формирование обучающей выборки, по представленному в работе описанию; формирование множества моделей машинного обучения; отбор влияющих на прогноз параметров и отбрасывание мешающих; сравнительный анализ различных моделей в рассматриваемой области; предоставить фактический результат работы.

Список используемых источников:

1. Себастьян, Рашка Python и машинное обучение / Рашка Себастьян. - М.: ДМК Пресс, 2017. - 614 с.
2. Андреас, Мюллер Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными / Мюллер Андреас. - М.: Альфа-книга, 2017. - 487 с.
3. Simeone O. A very brief introduction to machine learning with applications to communication systems //IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking. – 2018. – Т. 4. – №. 4. – С. 648-664.
4. Fowler M., Lewis J. Microservices: Nur ein weiteres Konzept in der Softwarearchitektur oder mehr //Objektspektrum. – 2015. – Т. 1. – №. 2015. – С. 14-20.
5. Pautasso C. et al. Microservices in practice, part 1: Reality check and service design //IEEE software. – 2017. – Т. 34. – №. 01. – С. 91-98.
6. Хенрик Б., Джозеф Р., Марк Ф. Машинное обучение. – Издательский дом "Питер", 2017.

Nihanko K., Pupcev R.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of the application of machine learning to predict the parameters of the system on a microservice architecture.

In this paper, an approach to the application of machine learning in predicting the parameters of the system on a microservices architecture is considered. A generalized approach to the formation of a training sample and the selection of an approach to training is considered. Using the example of a specific system based on a micro-service architecture, the stages of organizing machine learning models are described.

Keywords: machine learning, micro service architecture, parameter prediction, resource management, data, dataset.

УДК 004.054
ГРНТИ 50.47.29

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЕЙ РЕСУРСОВ

Г. А. Селиванов, А. А. Швидкий

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

В данной статье приводится сравнение трех систем виртуализации. В настоящее время многие системы прогрессируют и имеют разные способы реализации. Данная работа посвящена рассмотрению трех систем виртуализации с открытым кодом - XCP-NG, PROXMOX, OVIRT, сравнению их технических характеристик и особенностей.

виртуализация, гипервизор, proxmox, xcp-ng, oVirt

Виртуализация – предоставление набора вычислительных ресурсов или их логического объединения, абстрагированное от аппаратной реализации, и обеспечивающее при этом логическую изоляцию друг от друга вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом ресурсе. В результате предварительного исследования были определены доступные открытые системы управления виртуализацией вычислительных ресурсов.

Xcp-ng – система виртуализации с открытым кодом, появившаяся в 2017 году на базе *xenOrchestr*.

Proxmox – система была выпущена в 2008 году на базе *Debian GNU/Linux*.

oVirt появился в 2014 году, был основан на базе *Linux*.

На сегодняшний день виртуализация одна из наиболее востребованных технологий, она позволяет создавать на одном сервере несколько виртуальных машин полностью изолированных друг от друга. Пользователь может столкнуться с проблемами при выборе подходящей системы виртуализации, из-за большого их количества на рынке. Они отличаются техническими характеристиками, пользовательским интерфейсом, объемом хранилища. В ходе данной работы были развернуты три виртуальные машины на базе следующих систем виртуализации *xcp-ng*, *proxmox*, *ovirt*, был проведен их сравнительный анализ, представленный в таблице 1.

Для сравнения функционала систем в каждой была развернута виртуальная машина, их архитектура [1], [2], [3] приведена на рисунках 1-3.

Во всех системах установка происходит однотипно: скачивается *iso*, переносится на *usb*, устанавливается на сервер. Во всех системах после

установки можно добавить новые диски, возможный размер дисков ограничен, но не ограничено их количество. Эта функция облегчает развертывание больших резервных копий.

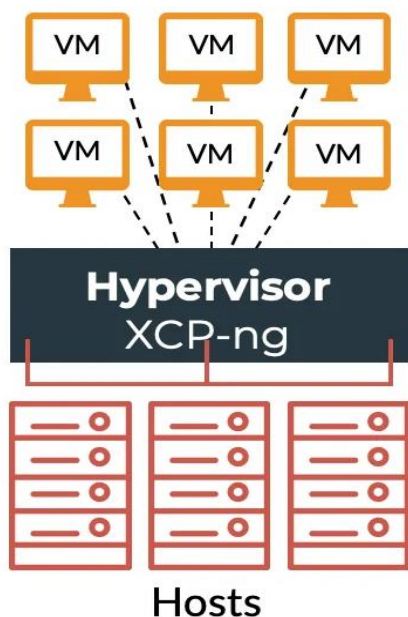


Рис. 1 Архитектура XCP-NG

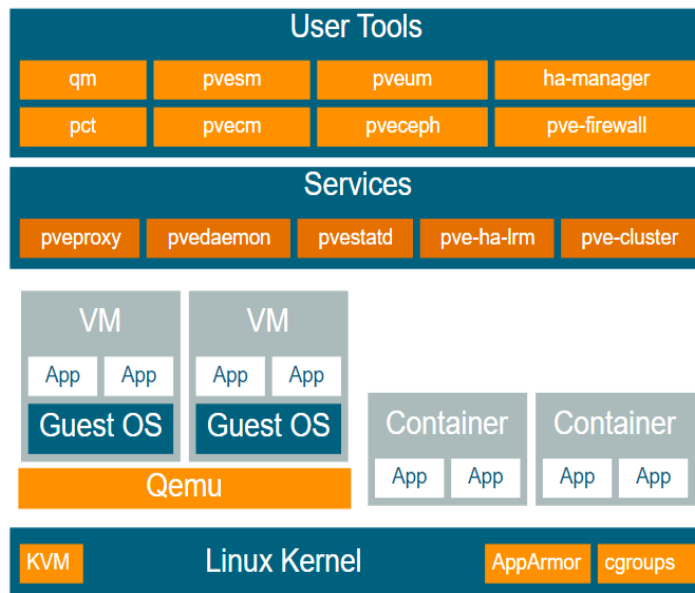


Рис. 2 Архитектура PROXMOX

В системе *oVirt* для использования в дальнейшем некоторых функций, например, миграции необходимо не менее 2х хостов, в остальных достаточно одного. В процессе установки хостов можно использовать метод быстрой установки операционных систем, основанных на *Red Hat Linux – kickstart*, упрощающий и ускоряющий данный процесс.

Создавая виртуальную машину в любой из систем, можно использовать готовый шаблон. Для установки ОС создается репозиторий, где в дальнейшем хранятся *iso*. После его создания появляется новое хранилище, в которое загружается *iso* образ, в *oVirt* для этих файлов предустановлено одноименное хранилище. Этот образ устанавливается на новую виртуальную машину. Для неё указывается имя, задается диск, подключается сетевой интерфейс, устанавливается ОС и прикладное ПО.

Чтобы начать работу с контейнером в *proxmox*, необходимо зайти в хост-систему в окне консоли нужно обратиться к его *id* и создать пользователя. После чего через пользователя можно зайти в контейнер напрямую через *ssh*.

Разбирая работу консоли *xcp-ng*, стоит отметить её большой функционал. Через консоль можно включить автозапуск виртуальной машины после запуска гипервизора, активировать одновременно все ядра для виртуальной машины, но в данном случае это число ограничено 32 ядрами, создать резервную копию виртуальных машин.

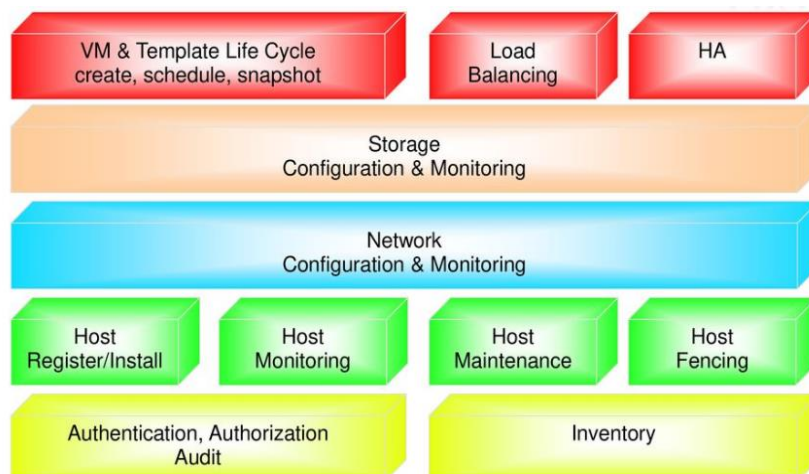


Рис. 3 Архитектура OVIRT

Во всех системах есть поддержка клонирования виртуальных машин, что является удобной функцией при создании большого количества однотипных виртуальных машин. Также во всех гипервизорах можно создавать кластеры.

В *proxmox* очень интересной оказалась функция создания нескольких *vlan* для каждого клиента, которая отсутствует в *xcp-ng*. А также функция резервного копирования, которую можно настроить на копирование по расписанию. В остальных системах копии создаются принудительно. Во всех системах есть функция создания моментальной копии данных виртуальной машины и всего состояния системы, которая позволяет вернуть виртуальную машину в работоспособное состояние после возможных сбоев в работе.

Аналитика посещаемости сайтов рассматриваемых систем показывает, что наибольшим спросом среди пользователей пользуется *proxmox*, он почти в 10 раз популярнее *xcp-ng* и почти в 25 раз популярнее *oVirt* [4].

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ

	<i>Xcp-ng</i>	<i>ProxMox</i>	<i>oVirt</i>
Инструмент администрирования VM	<i>xeCLI</i> <i>XCP-ng Center</i> Веб-интерфейс <i>Xen Orchestra</i> <i>Xen Orchestra CLI</i> <i>Xen Orchestra API</i> <i>XO Lite</i>	<i>CLI</i> <i>Web interface</i>	<i>CLI</i> <i>Web interface</i>
Веб консоль	Есть	Есть	Есть

Живая миграция виртуальной машины	Есть	Есть	Есть
Миграция дисков в реальном времени	Есть	Есть	Есть
Высокая доступность ВМ	Есть	Есть	Есть
Интегрированное представление консоли	Есть	Есть	Есть
Гиперконвергентная настройка	Есть	Есть	Есть
Автоматическое обновление	Есть ограничения	Есть	Есть
Тонкая подготовка	В <i>NFS</i> или <i>EXT3</i>	В <i>NFS</i> или <i>EXT3</i>	Есть
Списки доступа	Есть	Есть	Есть
Списки самообслуживания	Есть	Есть	Есть
Запланированные задачи	Есть	Есть	Есть
Двухфакторная аутентификация	Есть	Есть	Есть
Размер диска	2ТБ	Ограничен объемом сервера	8ТБ
Добавление новых дисков	Есть	Есть	Есть
Количество хостов	8	31	4
Объединение в кластеры	Есть	Есть	Есть
Поддержка клонирования виртуальных машин	Есть	Есть	Есть
Создание кластеров	Есть	Есть	Есть
Добавление нескольких <i>vlan</i> для клиента	Нет	Есть	Есть
Резервное копирование по расписанию	Нет	Есть	Нет
Шифрование хранилища	Нет	Нет	Нет

В данной статье проведено сравнение трёх систем *XCP-NG*, *ProxMox* и *oVirt* по ряду характеристик путем их развертывания и исследования их функционала. Наиболее популярной [4], [5] среди пользователей оказалась система *proxmox*.

Говоря о технических характеристиках, *xcp-ng* имеет преимущество в количестве инструментов администрирования – 6 против 2х у остальных систем, при этом проигрывает в возможности создания нескольких *vlan* для клиентов, так как данная функция полностью отсутствует. *Proxmox* выделяется наибольшим объемом дисков и количеством хостов, также это

единственная из приведенных систем, имеющая функцию резервного копирования по расписанию. *OVirt* не имеет выделяющихся характеристик, по разным параметрам проигрывает остальным системам.

Список используемой литературы:

1. Техническая документация система виртуализации *OVIRT* [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.ovirt.org> (дата обращения 09.11.2022)
2. Техническая документация система виртуализации *XCP-NG* [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://xcp-ng.org> (дата обращения 07.11.2022)
3. Техническая документация система виртуализации *PROXMOX* [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.proxmox.com> (дата обращения 07.11.2022)
4. Комплексная платформа аналитики трафика *XCP-NG* [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.similarweb.com/ru/website/xcp-ng.org/#overview> (дата обращения 14.11.2022)
5. Комплексная платформа аналитики трафика *PROXMOX* [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.similarweb.com/ru/website/proxmox.com/#overview> (дата обращения 14.11.2022)

Selivanov G., Shvidky A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of complex resource virtualization management systems.

This article compares three virtualization systems. Currently, many systems are progressing and have different ways of implementation. This work is devoted to the consideration of three open source virtualization systems - XCP-NG, PROXMOX, OVIRT, to a comparison of their technical characteristics and features.

Key words: *Virtualization, hypervisor, proxmox, xcp-ng, oVirt.*

УДК 621.391
ГРНТИ 49.33.29

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СЕТЯХ 5G

Е. В. Чипсанова

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

Мобильные граничные вычисления обеспечивают вычисления на периферии сети для мобильных устройств с ограниченным энергопотреблением и ограниченными вычислительными возможностями. В связи с этим имеет смысл решить проблемы оптимизации потребления энергии и наличия задержек мобильных устройств. Для решения данных вопросов разработан алгоритм постановки задач, основанный на методе квазиньютоновских внутренних точек.

MEC, 5G, MBS, SBS, теория массового обслуживания

С широким распространением Интернета вещей (IoT) в эпоху 5G мобильные приложения, такие как: виртуальная реальность и интерактивные игры, значительно обогатили нашу жизнь. Однако мобильные устройства (МУ) с ограниченной вычислительной мощностью и емкостью батареи не могут обрабатывать огромные объемы данных, генерируемых мобильными приложениями [1]. Чтобы избежать этого несоответствия ресурсов, были придуманы различные облачные решения [2]. Используя обильные ресурсы в центральном облаке, можно разгрузить ресурсоемкие вычислительные задачи мобильных приложений, тем самым снизив нагрузку на устройства IoT (умные очки, промышленные датчики и т. д.) и сократив задержку вычислений. Однако из-за структуры базовой сети с большим количеством переходов задержка между МУ и центральным облаком слишком велика. Если большое количество IoT-устройств одновременно запрашивают облачные сервисы с одного и того же узла, транзитный канал будет сильно перегружен [3].

Чтобы облегчить нагрузку на базовую сеть, предлагаются мобильные граничные вычисления (MEC), которые переносят функции облачных вычислений на периферию сети. С помощью MEC МУ могут переносить задачи на границу сети вместо использования серверов, расположенных в центре сети [4]. Это значительно повышает эффективность разгрузки устройства, одновременно снижая энергопотребление устройства и сокращая задержку транспортной сети [5].

В сети 5G гетерогенная сеть, состоящая из macro base station (MBS) и small base station (SBS), является распространенной формой архитектуры 5G. Поскольку MBS и SBS расположены в разных местах, а сконфигурированные аппаратные уровни различаются, они по-разному влияют на малые соты. Поэтому цель данной статьи – повысить

эффективность разгрузки МЕС в средах 5G, учитывая различия в производительности базовых станций (БС).

МУ имеет право принимать решение о разгрузке. Вопрос о том, сколько и что выгружать, определяется путем мониторинга различных параметров с помощью синтаксического анализатора терминальной системы.

Определив проблему потребления мобильных устройств в МЕС, в этой статье будет рассмотрена схема разгрузки задач с совместной работой БС на основе сетей 5G. Целью этой схемы является улучшение низкой эффективности разгрузки задач, вызванной перегрузкой. В данной статье снижается общее потребление МУ за счет совместной оптимизации потребления энергии и задержки МУ.

Основные пункты статьи:

– В данной статье будет рассмотрена схема разгрузки совместных задач БС на основе сетей 5G, при помощи теории массового обслуживания. Проблема принятия решения о разгрузке трансформируется в проблему вероятности назначения задачи;

– Установлена цель оптимизации по минимизации потребления энергии и задержек, ориентированных на МУ. Затем осуществляется совместная оптимизация суммарного потребления МУ с разными требованиями по задержке и энергопотреблению путем распределения вероятности назначения задачи;

– Для решения задачи минимизации потребления предлагается алгоритм постановки задач на основе квазиньютоновского метода внутренних точек (TA-QNIP).

Сетевая модель.

В пограничной облачной сети задачи обработки, генерируемые каждым МУ, могут выполняться локально или выгружаться на сервер МЕС для вычислений. Чтобы сэкономить потребление энергии и сократить время задержки, предлагаем разработать модель разгрузки неопределенных задач, основанную на теории массового обслуживания [6].

Рассмотрим в системе набор МУ, MBS, оснащенную серверами МЕС, и SBS, предложенные на рисунке 1. MBS и SBS соединены оптоволоконным каналом. Из-за разных типов задач, генерируемых каждым МУ, генерируемые запросы задач являются случайными. Предположим, что задача состоит из нескольких подзадач. Как правило, вычислительные задачи, случайно сгенерированные МУ, могут обрабатываться локально, или некоторые задачи могут быть выгружены на серверы МЕС через MBS для обработки. В этой модели МУ также могут переносить некоторые задачи на серверы МЕС через SBS, тем самым снижая нагрузку на MBS. Опираясь на теорию массового обслуживания, считаем, что моделью обработки локального является очередь M/M/1, а

моделью передачи задачи — очередь M/M/c. На рис. 2 показан процесс постановки задач в очередь.

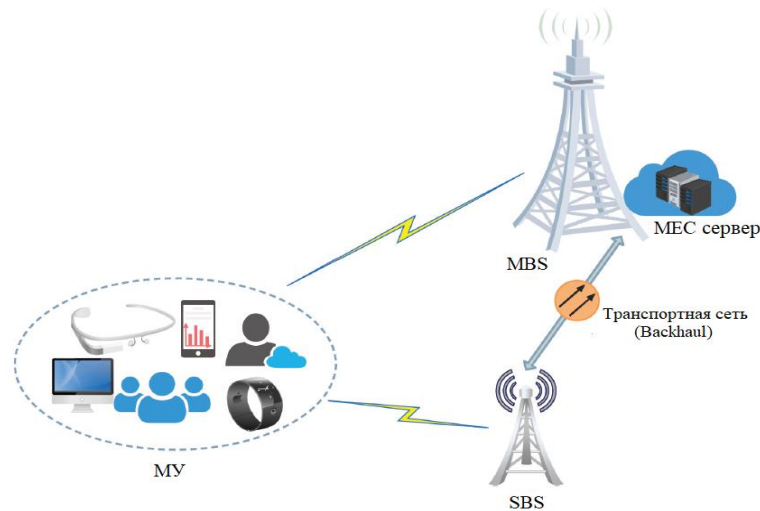


Рис. 1. Модель разгрузки совместных задач БС на основе сетей 5G

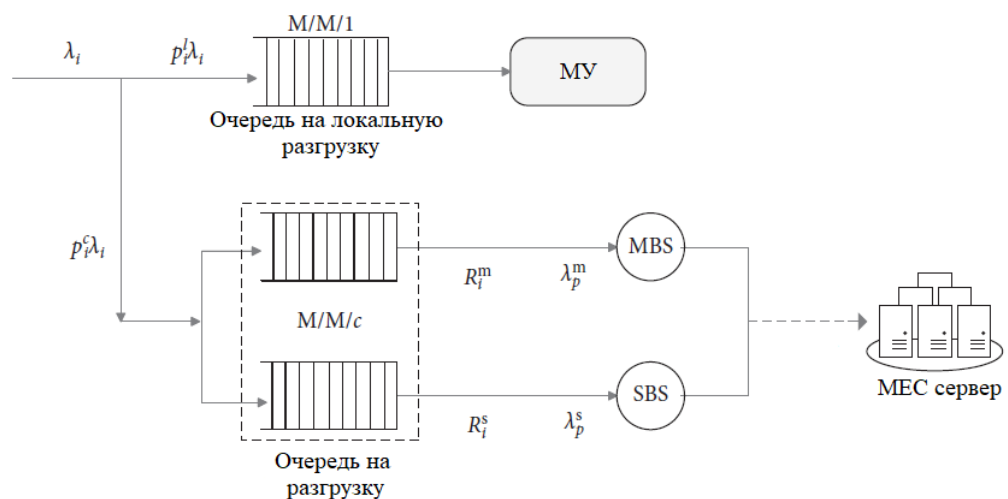


Рис. 2. Модель обработки запроса задачи.

При влиянии количества МУ на итерации, алгоритм TA-QNIP показывает лучшие характеристики сходимости, особенно при значительном увеличении количества МУ.

При различной точности алгоритма итерации предлагаемого алгоритма TA-QNIP ниже, чем у алгоритма TA-NIP. Алгоритм TA-QNIP имеет лучшую сходимоть.

По мере увеличения количества МУ тенденция общего потребления MD будет увеличиваться при различных алгоритмах распределения. Наименьшее будет при алгоритме TA-QNIP

При влиянии различных весовых коэффициентов задержки α на суммарный расход МУ, можно сделать вывод, что при постоянном

количестве МУ, с увеличением веса задержки и уменьшением веса энергопотребления типы задач, которые должны обрабатываться МУ, имеют тенденцию быть более чувствительными к задержке. Поэтому большинство задач выполняется на локальных устройствах, что увеличивает общую стоимость МУ. Целевые МУ уделяют больше внимания спросу на потребление энергии, поэтому большинство задач МУ выбирают для выполнения в МЕС, таким образом снижается общее потребление МУ.

В этой статье устанавливается схема разгрузки совместных задач БС в сетях 5G МЕС. Сначала с помощью теории массового обслуживания моделируется процесс обработки задач, а затем формулируется задача минимизации суммарного потребления МУ. Для эффективного решения целевого уравнения предлагается метод ТА-QNIP с меньшей вычислительной сложностью. Результаты моделирования показывают, что по сравнению с алгоритмом ТА-NIP предложенный алгоритм может улучшить скорость сходимости и более эффективно снизить общее потребление МУ. Когда количество МУ и требования к обработке задач огромны, предлагаемая схема более эффективна.

Список используемых источников:

1. Янг Л., Жанг Х., Ли М., Джуо Дж., and Ли Х. Mobile edge computing empowered energy efficient task offloading in 5G // IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2018. Вып. 67. N 7. С. 6398–6409.
2. Фернандо Н., Лок С. У., and Рахай У.. Mobile cloud computing: a survey // Future Generation Computer Systems. 2013. Вып. 29, N 1. С. 84–106.
3. Вонг Л., Джао Л., Ли Дж., Джидеон Дж., and Махлхазер М.. MOERA: mobility-agnostic online resource allocation for edge computing // IEEE Transactions on Mobile Computing. 2019. Вып. 18. N 8. С. 1843–1856.
4. Жанг К., Мао Й., Лэнг С.. Energy-efficient offloading for mobile edge computing in 5g heterogeneous networks // IEEE Access. 2016. Вып. 4. С. 5896–5907.
5. Женг К., Чен Й., Алам М., and Джуо Дж.. Multi-task scheduling based on classification in mobile edge computing // Electronics. 2019. Вып. 8. N 9. С. 938.
6. Жоу Дж. П.. Communication Networks Theory // The People's Posts and Telecommunications Press, China, Beijing. 2009. Вып. 2.

Chipsanova H.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Optimization of task allocation based on Queuing Theory for Mobile Edge Computing in 5G networks.

Mobile edge computing provides computing at the edge of network for mobile devices with limited power consumption and limited computing capabilities. In this regard, it makes sense to solve the problems of optimizing energy consumption and the presence of delay in mobile devices. To solve these issues, an algorithm for setting problems based on the method of quasi-Newtonian interior points has been applied.

Key words: MEC, 5G, MBS, SBS, queuing theory.

3.4. Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях

УДК 621.39
ГРНТИ 49.44.29

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВЯЗИ ПО ГЛАЗ-ДИАГРАММЕ

А. Э. Гиниятуллин, Д. Д. Костылева, В. А. Лошкарев

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

В работе рассмотрены показатели качества связи – Q-фактор, коэффициент ошибок, джиттер, коэффициент экстинкции. Представлено экспериментальное определение этих параметров по глаз-диаграмме. Результаты работы внедрены в учебный процесс базовой кафедры Высокоскоростных транспортных сетей DWDM.

глаз-диаграмма, Q-фактор, вероятность ошибки, джиттер, анализатор цифровой связи, лабораторная работа

Для оценки качества передачи в современных высокоскоростных системах связи (ВОСС) используются анализаторы цифровой связи – широкополосные осциллографы, позволяющие наблюдать особое изображение, называемое глаз-диаграммой.

Глаз-диаграмма получается в результате наложения всех возможных реализаций цифрового импульсного сигнала в некоторой точке волоконно-оптического линейного тракта в течение промежутка времени, равного нескольким тактовым интервалам сигнала. Схема получения глаз-диаграммы представлена на рис. 1.

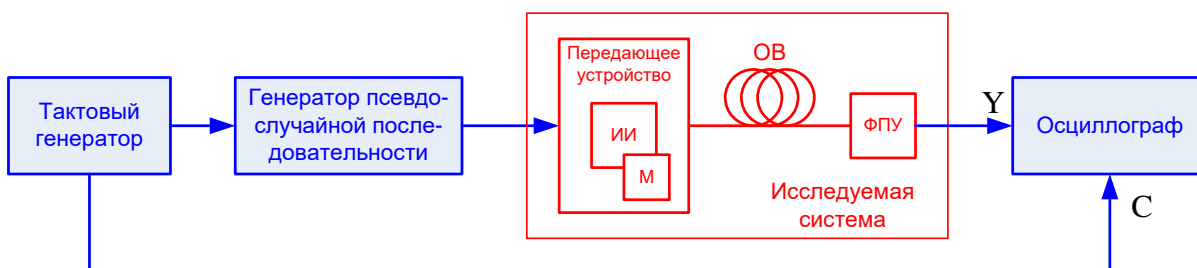


Рис. 1. Схема получения глаз-диаграммы

Исследуемая система содержит передающее устройство, оптическое волокно (ОВ) и фотоприемное устройство (ФПУ) без регенератора. Импульсы от тактового генератора (ТГ) с тактовой частотой системы передачи поступают на генератор псевдослучайной последовательности (ПСП), управляющий работой передающего устройства в исследуемой системе. Оптические импульсы, прошедшие по ОВ, с помощью ФПУ преобразуются в напряжение, которое поступает на вход Y осциллографа.

На вход синхронизации C осциллографа поступают импульсы от ТГ. Длительность развертки выбирается равной двум периодам ТГ.

Количество одновременно наблюдаемых на экране осциллографа импульсов определяется числом элементов в одном периоде ПСП, который выбирается в соответствии с используемой в системе кодирования (наибольшим числом подряд идущих единиц и нулей).

Типичная глаз-диаграмма и ее основные характеристики представлена на рис. 2. Она позволяет проводить тестирование качества передачи данных, а также количественно определять ряд параметров ВОСС.

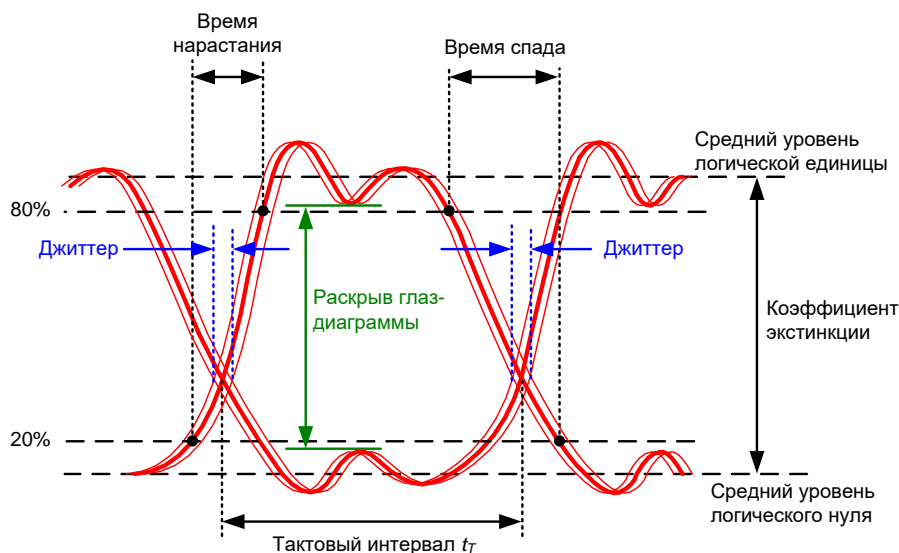


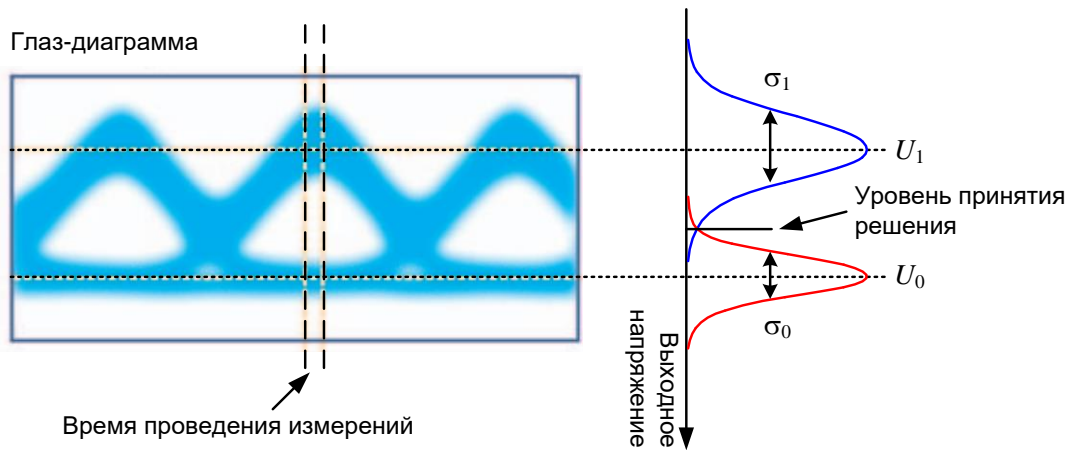
Рис. 2. Глаз-диаграмма и определяемые по ней параметры

Тестирование осуществляется путем наложения на глаз-диаграмму, зарегистрированную на выходе ВОСС, специальной маски. Маска представляет собой набор многоугольников, задающих границы, которые сигнал не должен пересекать. Если сигнал нигде не пересекает маску, то тест считается пройденным. В литературе данный тест называют BERT (Bit Error Ratio Test).

Для количественной оценки качества связи используются Q -фактор, коэффициент ошибок, джиттер (фазовые дрожания), коэффициент экстинкции (гашения).

Принцип измерения Q -фактора по глаз-диаграмме поясняется на рис. 3. За время проведения измерения проводится статистическая обработка значений сигналов. В результате обработки определяются средние значения сигналов U_0 и U_1 , соответствующие уровням логических нуля и единицы, а также их среднеквадратические отклонения σ_0 и σ_1 . Для расчета Q -фактора используется выражение:

$$Q = \frac{E_1 - E_0}{\sigma_1 + \sigma_0} \quad (1)$$

Рис. 3. Определение Q -фактора по глаз-диаграмме

Средние значения сигналов U_0 и U_1 позволяют рассчитать коэффициент экстинкции ER по выражению:

$$ER = \frac{U_1}{U_0} \quad (2)$$

Q фактор однозначно связан с вероятностью ошибки (BER) в линейном тракте. Для нормального распределения ошибок справедливо выражение:

$$K_{BER} = \frac{\operatorname{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right)}{2} = \frac{\exp\left(-\frac{Q^2}{2}\right)}{Q \cdot \sqrt{2\pi}} \quad (3)$$

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования системы связи, работающей со скоростью 10 Гбит/с, по ее глаз-диаграмме. Для проведения исследования использовалось оборудование, предоставленное компанией Т8. Испытательный сигнал формировался транспондером MT-SFPp-10G-DF-31-20LR-CD, в который поочередно устанавливались различные трансиверы в корпусах SFP+. С выхода передатчика трансивера оптический сигнал через аттенюатор, регулирующий его уровень, поступал на вход анализатора цифровой связи Agilent 86100A Infinium DCA. Глаз-диаграммы можно было наблюдать на экране анализатора, а также сохранять в файлы для дальнейшего анализа.

На рис. 4 представлена одна из измеренных глаз-диаграмм. Источником сигнала для нее был SFP+ EOptoLink EOLP-1696-2339N, формирующий сигнал в 39-м канале DWDM в формате ASK-NRZ.

На рис. 4 проиллюстрирован выбор промежутка времени для определения Q -фактора. Был выбран интервал в области наибольшего раскрытия глаз-диаграммы от $t_{\min} = 24.1$ до $t_{\max} = 24.13$ нс.

Из рис. 4 видно, что точки глаз-диаграммы в выбранном интервале образуют 2 группы – верхнюю вблизи уровня логической единицы, и нижнюю вблизи уровня логического нуля. По каждой из групп точек

определялись средние уровни мощности U_0 и U_1 и среднеквадратические отклонения σ_0 и σ_1 по выражениям:

$$U_{0,1} = \frac{1}{N_{0,1}} \sum_{i=1}^{N_{0,1}} U_i, \quad \sigma_{0,1} = \sqrt{\frac{1}{N_{0,1}} \sum (U_i - U_{0,1})^2}, \quad (4)$$

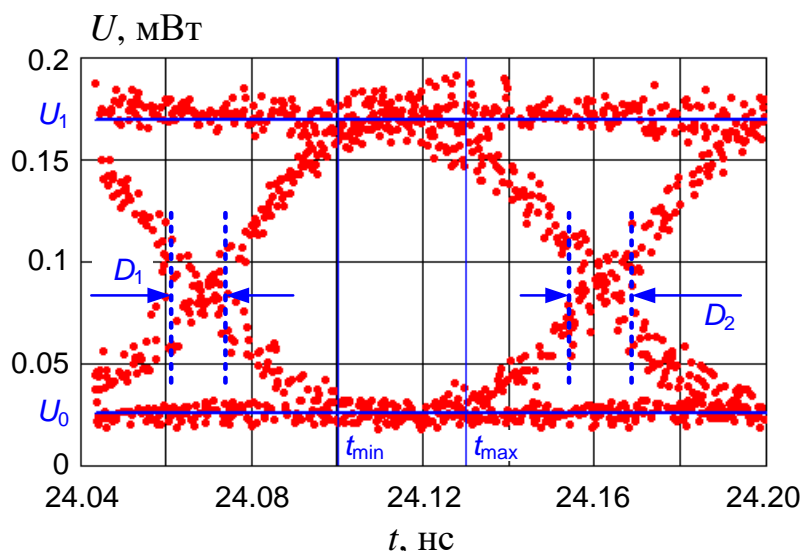


Рис. 4. Зарегистрированная глаз-диаграмма

где N_0 и N_1 – количество точек глаз-диаграммы в нижней и верхней группах соответственно, U_i – значение мощности в i -ой точке глаз-диаграммы. Q-фактор, вероятность ошибки K_{BER} и коэффициент экстинкции ER рассчитывались по выражениям (1) и (2).

На рис. 4 показано, как были выбраны на глаз-диаграмме группы точек, по которым измерялись значения джиттера. Джиттер измерялся в начале D_1 и конце D_2 выбранного тактового интервала. За результирующую оценку джиттера принималась величина D :

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}. \quad (5)$$

Дополнительно по зарегистрированной глаз-диаграмме определялись время нарастания t_{rise} и время спада t_{fall} фронта оптического импульса (рис. 5). Начало и конец фронта импульса определялись по усредненной форме оптического импульса на уровнях 20 и 80% от величины среднего раскрытия глаз-диаграммы $\Delta U = (U_1 - U_0)$.

Результаты измерений и расчетов всех перечисленных параметров представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерений и расчетов

Параметр	Значение
Нижняя граница интервала времени t_{min} для определения Q-фактора, нс	24.10
Верхняя граница интервала времени t_{min} для определения Q-фактора, нс	24.13
Средняя мощность U_0 , соответствующая логическому «0», мВт	0.026
Средняя мощность U_1 , соответствующая логической «1», мВт	0.169
Среднеквадратическое отклонение σ_0 , мкВт	4.273

Параметр	Значение
Среднеквадратическое отклонение σ_1 , мкВт	8.638
Коэффициент экстинкции ER	6.514
Q-фактор	11.1
Вероятность ошибки K_{BER}	10^{-28}
Джиттер в начале тактового интервала D_1 , нс	0.021
Джиттер в конце тактового интервала D_2 , нс	0.020
Джиттер результирующий D , нс	0.0205
Время нарастания фронта импульса t_{rise} , нс	0.035
Время спада фронта импульса t_{fall} , нс	0.037

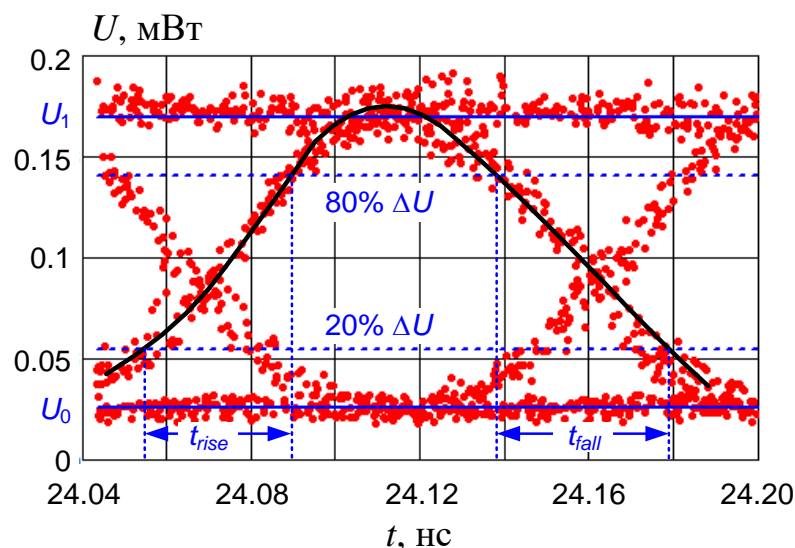


Рис. 5. Измерение параметров импульса t_{rise} и t_{fall} . Черной линией показана усредненная по всем точкам форма оптического импульса

Результаты проведенных исследований будут внедрены в лабораторную работу «Исследование методов оценки качества связи в волоконно-оптических линейных трактах» для студентов базовой кафедры Высокоскоростных транспортных сетей DWDM.

Список используемых источников:

1. Былина М. С., Глаголев С. Ф. Методы и приборы для оптических измерений в инфокоммуникациях. Часть 2. Спектральные измерения. Измерения параметров волоконно-оптических линейных трактов. СПб. : СПбГУТ, 2021. 78 с.
2. Листвин В. Н., Трещиков В. Н. DWDM системы. М. : Техносфера, 2021. 420 с.

Giniyatullin A., Kostyleva D., Loshkarev V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Study of the method for assessing the quality of communication by the eye-diagram. The paper considers the indicators of communication quality – Q-factor, error coefficient, jitter, extinction coefficient. An experimental determination of these parameters using an eye diagram is presented. The results of the work are implemented in the educational process of the basic department of High-speed transport networks DWDM.

Key words: *eye-diagram, Q-factor, error probability, jitter, digital communication analyzer, laboratory work.*

УДК 535.4
ГРНТИ 47.37.00

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ОПТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОГРАММ

С. А. Горанская, С. А. Рогов

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

Создана компактная экспериментальная установка для регистрации и восстановления голограмм. Используется схема квази-фурье-голографии с регистрацией голограмм и восстановленных изображений на матричном фотоприемнике. Ввод входных сигналов в оптическую систему и зарегистрированных голограмм при их восстановлении осуществляется с помощью жидкокристаллического пространственного модулятора света. Для снижения требований к разрешающей способности регистрирующей среды предложено использовать метод вычитания нулевого порядка.

электронный метод записи голограмм, оптическое восстановление голограмм, регистрация голограмм на матричном фотоприемнике, компактная голографическая установка, фурье-голограмма, жидкокристаллическая матрица для ввода сигналов

Для исследования методов записи и восстановлении голограмм обычно используют крупногабаритные установки с мощными основаниями с изоляцией от внешних вибраций, и фотопластинки с мокрым проявлением в качестве регистрирующей среды.

Для того, чтобы избежать мокрого проявления, что часто неудобно, можно использовать метод цифровой голографии, где регистрация голограмм осуществляется с помощью матричного фотоприемника. При этом, из-за ограниченного числа элементов фотоприемника часто возникает необходимость предпринимать меры для снижения требований к разрешающей способности регистрирующего устройства. Эти требования можно снизить, уменьшая угол между предметным и опорным пучками, однако при восстановлении такой голограммы сигнал нулевого порядка может создавать помеху в восстановленном изображении. В цифровой голографии был предложен ряд методов, позволяющих уменьшать помехи от нулевого порядка в восстановленном световом пучке [1]. Устранение нулевого порядка из голографической записи позволяет уменьшить угол схождения опорного и предметного пучков и снизить частоту линий пространственной несущей на голограмме.

Известно четыре основных метода устранения нулевого порядка дифракции. Первый основан на цифровом устранении нулевого порядка дифракции с применением фильтра высоких частот. Второй состоит в

вычитании средней яркости из исходной голограммы. Третий метод основывается на записи нескольких голограмм, зарегистрированных с заданными сдвигами фазы опорной волны, после совместной обработки голограмм можно реконструировать изображение, не содержащее нулевой порядок дифракции. Четвертый метод основан на том, что можно зарегистрировать отдельно объектную и опорную волны и через известные преобразования получить нулевой порядок дифракции, который затем вычитается из голограммы.

При восстановлении изображения исходного объекта в классической голографии зарегистрированная интерференционная картина освещается таким же опорным пучком, как и при записи. В результате дифракции восстанавливается изображение объекта. При оптическом методе восстановления удобно наблюдать объемные эффекты в восстановленном изображении, характерные для голографии. Для реконструкции изображения из голограммы в цифровой голографии используются вычислительные методы, позволяющие в результате обработки голограммы определить значения амплитуды и фазы предметной волны. При электронной регистрации голограммы оптический метод восстановления также возможен, требуется только использование пространственного модулятора света (ПМС), на который переносится записанная на фотоприемнике голограмма, предварительно обработанная, если необходимо, в цифровом процессоре, например, для устранения нулевого порядка.

Применение массивных голографических установок для экспериментальных исследований позволяет не особенно заботиться об ограничениях размеров оптической системы и стабильности интерференционной картины при записи голограмм. Однако это неудобно при практических применениях голографии или, например, при создании лабораторных работ для студентов. При небольших размерах оптической системы легче обеспечить стабильность интерференционной картины и требования к жесткости основания снижаются.

Для уменьшения габаритов оптической системы голографической записи, нами была выбрана схема квази-фурье-голографии, в которой на голограмме записывается фурье-спектр объекта, имеющий обычно небольшой размер, рис.1. Это позволяет уменьшить габариты используемых оптических элементов и габариты всего устройства [2]. Кроме того, при восстановлении голограммы в фурье-голографии может быть использована та же оптическая система (устройство ввода, фурье-объектив и фотоприемник), что и при формировании предметного пучка. Поскольку для сохранения полной информации о предмете требуется одинаковое число элементов фотоприемника при регистрации как голограмм Френеля, так и голограмм Фурье [2], в информационном плане

эти схемы равноценны при исследованиях возможностей голографической записи.

Схема разработанной нами экспериментальной установки представлена на рис.2. Она состоит из: полупроводникового лазера 2 с источником питания 1, нейтрального фильтра 3 поляризаторов 4, 7, 12, 18, коллиматора, состоящего из двух линз 8 и 9, жидкокристаллического пространственного модулятора света (ЖК ПМС) 10, фурье-объектива 11, WEB камеры 13, компьютера 15, блока управления ЖК матрицей 14, монитора 16, поворотных зеркал 5, 6, 20 и 21, делительного кубика 17 и линзы 19.

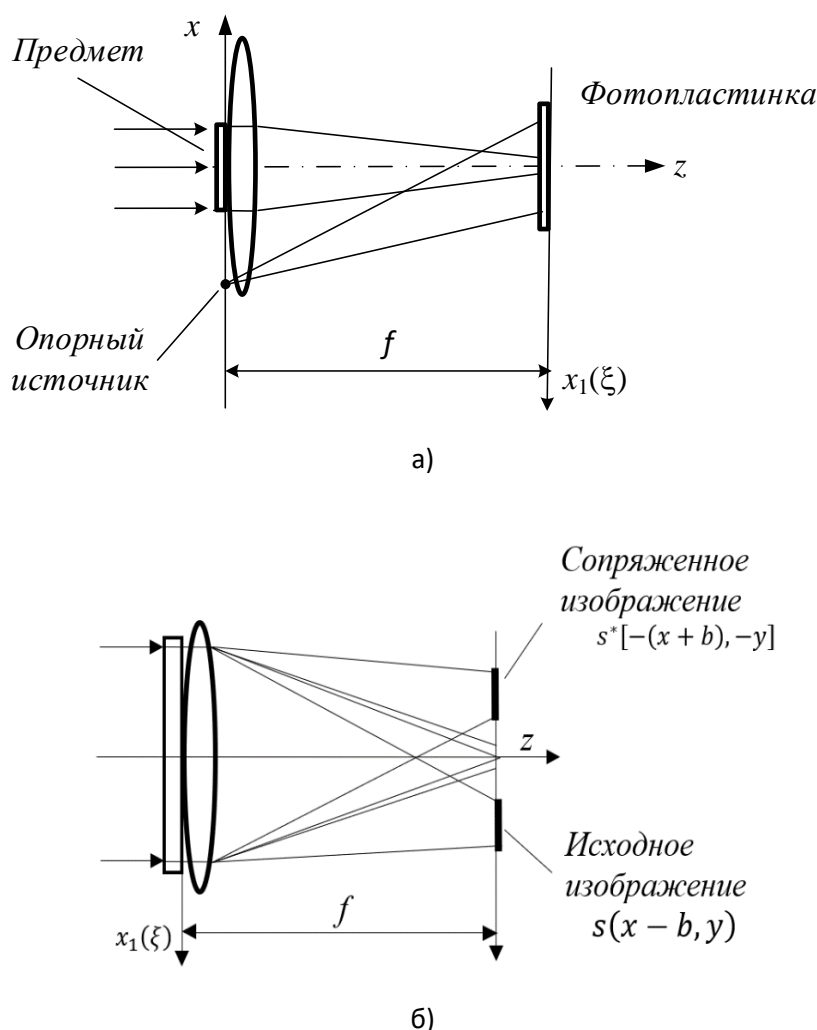


Рис.1. Схема записи (а) и восстановления (б) квази-фурье-голограммы

Оптическая схема установки отличается от схемы квази-фурье голографии тем, что из конструктивных соображений свет от опорного точечного источника не проходит через фурье-объектив. Для того, чтобы схема работала как схема голографии Фурье, расстояние от точечного источника до фотоприемника следует выбирать так, чтобы кривизна волнового фронта опорного пучка в плоскости голограммы должна быть

равна кривизне волновых фронтов от точек входного изображения на ЖК ПМС, с учетом их преломления в фурье-объективе [3].

Поскольку в голографии Фурье сигналы вводятся плоскими транспарантами, то в качестве устройства ввода был выбран ЖК ПМС с электронным управлением от компьютера, работающий в режиме реального времени. ПМС, фурье-объектив и фотоприемная матрица используются как при записи, так и при восстановлении голограммы.

Нами был выбран простой способ устранения нулевого порядка дифракции для снижения требований к разрешающей способности фотоприемника [2], при котором из голографической записи необходимо вычесть слагаемые, соответствующие нулевому порядку. Для этого нужно осуществить три регистрации сигналов на фотоприемнике – голограммы и отдельно интенсивностей света предметного и опорного пучков, которые затем вычитаются из голографической записи с помощью компьютера, эта разность используется в схеме восстановления вместо обычной голограммы.

В настоящее время выполнен монтаж экспериментальной установки для электронной записи и оптического восстановления голограмм. Фото установки представлено на рис.3.

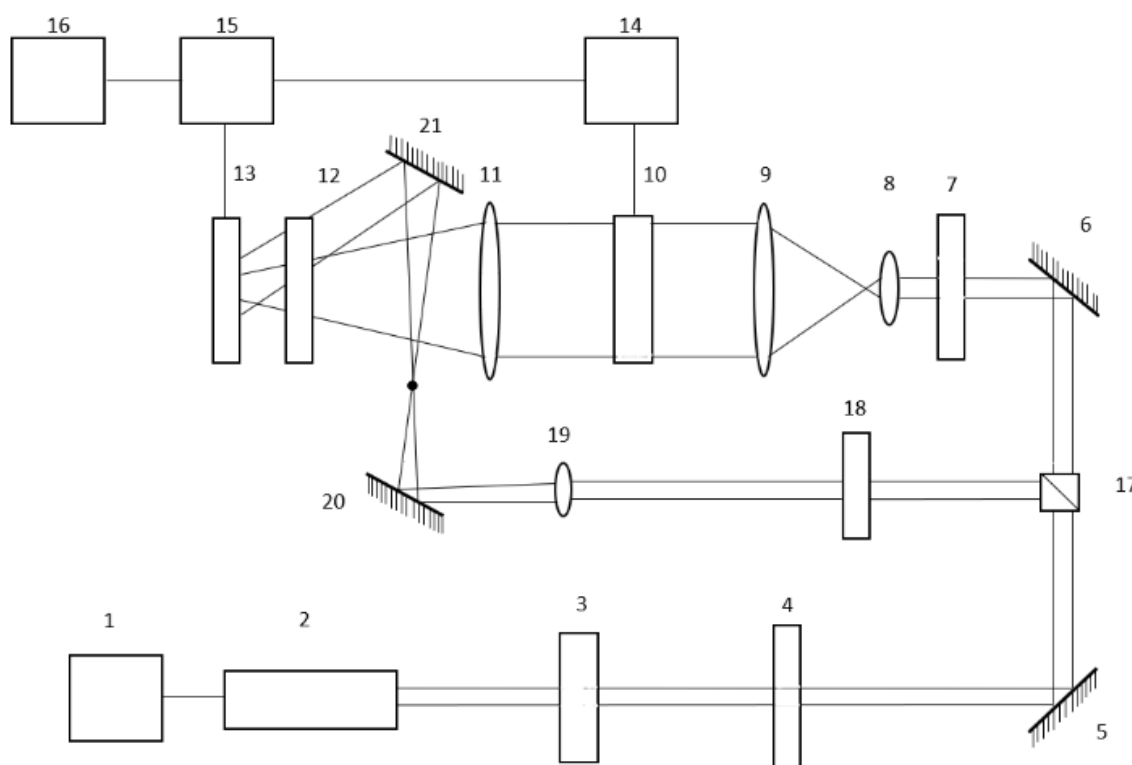


Рис.2. Схема экспериментальной установки для электронной записи и оптического восстановления голограмм



Рис.3. Фото экспериментальной установки для электронной записи и оптического восстановления голограмм

Список используемых источников:

1. Гендин В.Г., Гуров И.П. Цифровая голографическая микроскопия: современные методы регистрации голограмм микрообъектов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 3 (79). С. 19–27.

2. Зуева С.А. / Электронный метод записи и восстановления голограммы // 75-я Юбилейная региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕСНА – 2021», страницы 142-146.

3. Горанская С.А. / Разработка схемы экспериментальной установки для исследования методов записи и восстановления голограмм // 76-я Региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕСНА - 2022», страницы 40-43.

Goranskaya S., Rogov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Experimental setup for electronic registration and optical reconstruction of holograms. A compact experimental installation for recording and restoring holograms has been created. A quasi-Fourier holography scheme is used with the registration of holograms and reconstruction images on a matrix photodetector. The input of input signals into the optical system and registering holograms during their restoration is carried out by a using liquid crystal spatial light modulator. To reduce the requirements for the resolution of the recording medium, it is proposed to use the zero-order subtraction method.

Key words: *electronic method of recording holograms, optical reconstruction of holograms, registration of holograms on a matrix photodetector, compact holographic installation, Fourier hologram, liquid crystal matrix for signal input.*

УДК 621.375
ГРНТИ 29.33.15

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭРБИЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ (EDFA)

А. А. Ермолаев, Е. Д. Бессонова, Г. С. Зозуля

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

Внедрение технологии плотного спектрального уплотнения на протяженных магистральных ВОСС предъявляет повышенные требования к уровню оптического сигнала на приемной стороне. Для восстановления уровня ослабленного оптического сигнала применяются оптические усилители. Использование эрбиевого усилителя (EDFA) в волоконном тракте позволяет усиливать многоканальный оптический сигнал, обеспечивая корректную работу ВОСС со спектральным уплотнением. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию и моделированию EDFA.

волоконно-оптическая система связи, DWDM, эрбиевый усилитель, EDFA, коэффициент усиления, мощность накачки, усиленное спонтанное излучение, мощность насыщения

В настоящее время для компенсации потерь в оптическом волокне (ОВ) при организации связи на большие расстояния применяют разные типы усилителей. В данной работе представлены результаты экспериментального и теоретического исследования эрбиевого оптического усилителя (Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA), широко используемого в системах с плотным спектральным уплотнением каналов (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) [1].

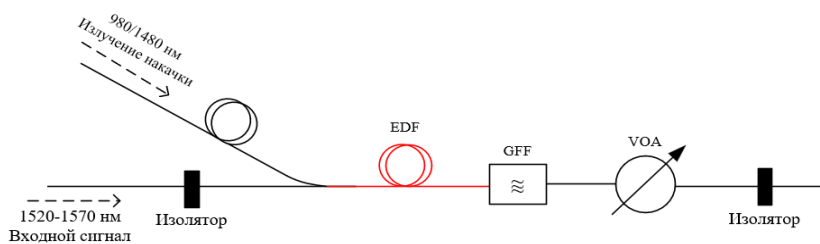


Рис. 1. Схема работы эрбиевого усилителя

На рис. 1 представлена структурная схема усилителя EDFA. Его основным компонентом является активное ОВ (АОВ), легированное ионами эрбия. Ослабленный входной сигнал вводится в АОВ вместе с мощным излучением накачки на длине волны $\lambda_n = 980$ нм или 1480 нм. В АОВ сигнал нелинейно взаимодействует с накачкой, в результате чего накачка передает ему часть своей энергии. Усилительная характеристика EDFA обладает выраженной неравномерностью, поэтому в схему включен выравнивающий GFF фильтр.

На входе и на выходе EDFA установлены изоляторы, не пропускающие излучение накачки из усилителя в линию передачи. Аттенюатор VOA предназначен для настройки уровня усиления сигнала.

Математически процесс усиления сигнала в АОВ описывается при помощи трехуровневой квантовой системы [2-4], в соответствии с которой ион эрбия в каждый момент времени может находиться на одном из трех энергетических уровней (рис. 2). Уровень 1 с наименьшей энергией является основным, а уровень 2 – метастабильным, то есть среднее время жизни τ иона на уровне 2 существенно больше, чем на уровне 3.

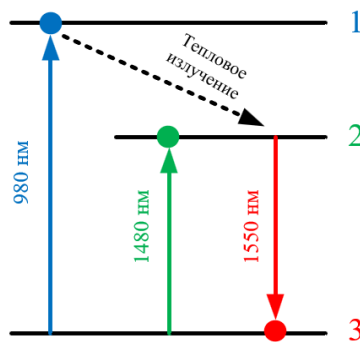


Рис. 2. Упрощенная схема уровней энергии ионов эрбия в кварцевом стекле

Изменение мощностей сигнала, накачек и шумов усиленного спонтанного излучения описывается системой дифференциальных уравнений [4]:

$$\begin{aligned}
 dP_{p1480}^{\pm}/dz &= \mp P_{p1480}^{\pm} \left[a_{12} (1 - N_{2.омн}) - g_{21} N_{2.омн} \right] \mp \alpha_{pa1480} P_{p1480}^{\pm} \\
 dP_{p980}^{\pm}/dz &= \mp P_{p980}^{\pm} \left[a_{13} (1 - N_{2.омн}) \right] \mp \alpha_{pa980} P_{p980}^{\pm} \\
 dP_s/dz &= P_s \left[g_{21} N_{2.омн} - a_{12} (1 - N_{2.омн}) \right] - \alpha_{sa} P_s \\
 dP_{ASE}^{\pm}/dz &= \pm P_{ASE}^{\pm} \left[g_{21} N_{2.омн} - a_{12} (1 - N_{2.омн}) \right] \pm 2g_{21} N_{2.омн} h\nu_s \Delta\nu \mp \alpha_{sa} P_{ASE}^{\pm} \\
 N_{2.омн} &= (W_{12} + R_{12} + R_{13}) / (W_{12} + R_{12} + W_{21} + R_{21} + R_{13} + 1/\tau)
 \end{aligned}$$

где P_s – мощность сигнала, P_{p1480}^{\pm} , P_{p980}^{\pm} , P_{ASE}^{\pm} – мощности накачек на длинах волн 1480 и 980 нм и шумов усиленного спонтанного излучения (УСИ) в попутном (+) и встречном (-) направлениях a_{12} , g_{21} – коэффициенты поглощения и усиления в полосе сигнала и накачки 1480 нм, a_{13} – коэффициент поглощения в полосе накачки 980 нм, a_{sa} , a_{pa1480} , a_{pa980} – коэффициенты, учитывающие дополнительные потери сигнала и накачек в АОВ, не вызванные поглощением ионами эрбия, h – постоянная Планка, ν_s – частота сигнала, $\Delta\nu$ – ширина полосы УСИ, R_{ij} и W_{ij} – вероятности вынужденных переходов с уровня i на уровень j , выражаемые через параметры АОВ и мощности P_s , P_{p1480}^{\pm} , P_{p980}^{\pm} , P_{ASE}^{\pm} .

На рис. 3 представлена схема экспериментальной установки для измерения параметров EDFA. Канальные цифровые сигналы с выхода передатчиков TX транспондера объединяются в сигнал DWDM с помощью мультиплексора (OM-40-AVPM) и распространяются по протяженному ОВ. На приемной стороне сигнал DWDM разделяется на отдельные канальные сигналы с помощью демультиплексора и принимаются приемниками RX транспондера. Потери мощности сигнала DWDM в ОВ компенсируются исследуемым EDFA. Транспондеры, мультиплексор, демультиплексор и EDFA входят в состав мультисервисной платформы «Волга» производства компании Т8.

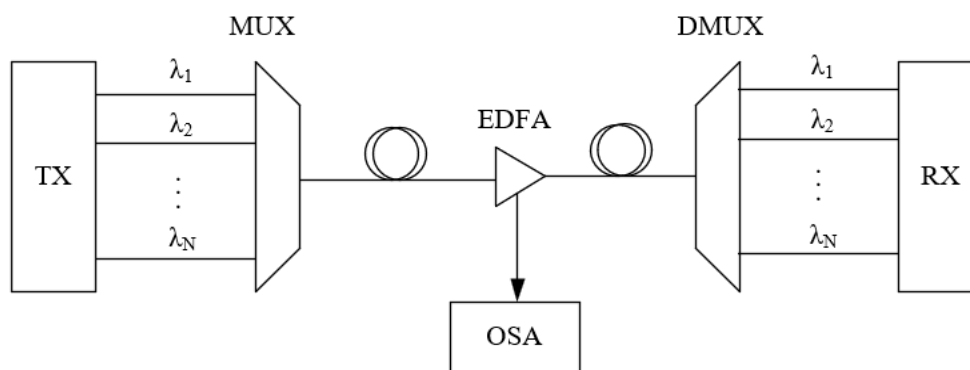


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

Для измерения коэффициента усиления EDFA был переведен в режим стабилизации выходного напряжения. С помощью анализатора оптического спектра (Optical Spectrum Analyzer, OSA) на входе и выходе EDFA регистрировались спектрограммы, по которым определялись мощности входного и выходного сигнала в каждом спектральном канале. Коэффициент усиления рассчитывался следующим образом:

$$K = P_{out} - P_{in}$$

где P_{out} — уровень выходной мощности (усиленный сигнал), P_{in} — уровень входной мощности канала.

На рис. 4 представлена одна из зарегистрированных спектрограмм 7-канального сигнала DWDM, на которой видны сигналы на входе (розовая) и выходе (желтая) EDFA.

В таблице 1 и на рис. 5 приведены результаты измерений P_{in} и P_{out} для канала с рабочей длиной волны 1545 нм и рассчитанные по результатам измерений коэффициенты усиления. Из таблицы и рисунка видно, что наибольший коэффициент усиления EDFA обеспечивает для слабых сигналов с низким входным уровнем. В нашем случае коэффициент усиления для слабых сигналов составил $K = 21,8$ дБ

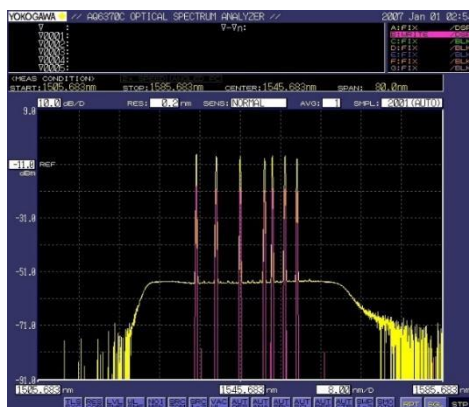


Рис. 4. Спектрограмма исследуемых сигналов

ТАБЛИЦА 1. Расчет коэффициента усиления

P_{in} , дБм	20	10	5	3,6	0,3	-3	-6	-9	-13	-15	-20	-30
P_{out} , дБм	21	17	16	15,6	14,8	13,7	12,3	10,5	7,9	6,2	1,6	-8,2
К, дБ	1,0	7,0	11,0	12,0	14,5	16,7	18,3	19,5	20,9	21,2	21,6	21,8

Для входных сигналов с высоким уровнем мощности (для усилителя EDFA обычно >3 дБм) усилитель выходит на режим глубокого насыщения коэффициента усиления. Выходная мощность усилителя, равная входной, называется выходной мощностью насыщения (при которой коэффициент усиления равен 1). Из рис. 5 видно, что уровень мощности насыщения усилителя равен приблизительно $P_n = 20$ дБм, мощность спада $P_c = -7$ дБм.

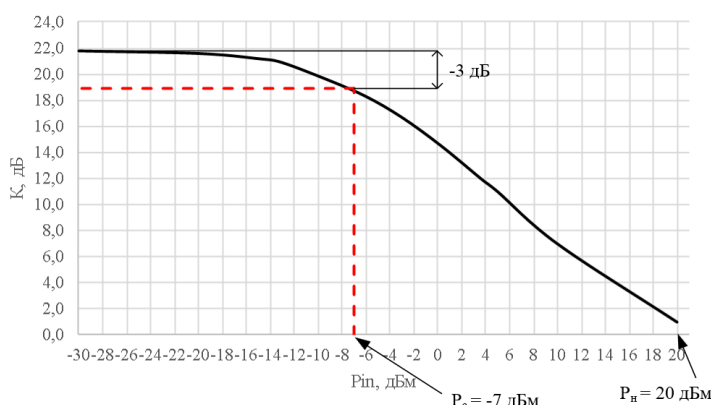


Рис. 5. Коэффициент усиления EDFA

Аналогичное исследование мы провели, смоделировав EDFA в программе GAINMASTER™ (Fibercore). На рис. 6 представлена схема EDFA с попутной накачкой. Параметры АОВ Generic I-4 и других компонентов схемы были подобраны так, чтобы получить усилитель с теми же параметрами, что и экспериментально исследованный.

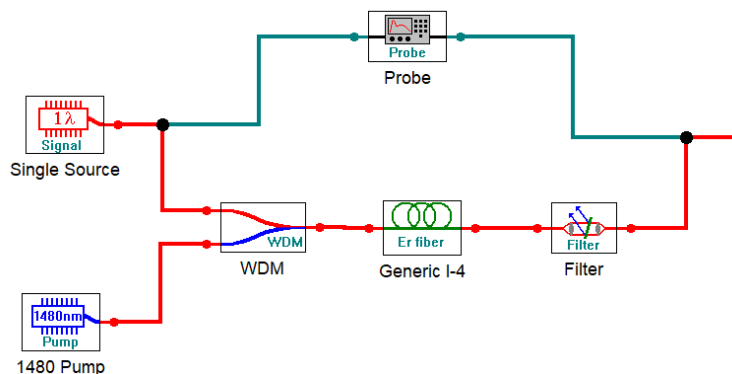


Рис. 6. Внешний вид экрана виртуальной лабораторной работы с оптической схемой эрбиевого усилителя

Моделирование позволяет выгодно дополнить эксперимент исследованиями, которые трудно или невозможно провести на реальном оборудовании. Например, измерить a_{12} и g_{21} АОВ, определить сечения поглощения и эмиссии АОВ, исследовать зависимость коэффициента усиления EDFA от длины АОВ и др.

Проведенные исследования будут положены в основу лабораторной работы «Исследование усилителя EDFA», которая будет внедрена в учебный процесс базовой кафедры ВТС DWDM.

Список используемых источников:

1. Трещиков В. Н., Листвин В. Н. DWDM системы. М. : ТЕХНОСФЕРА, 2021. 403 с.
2. Becker P. C., Olsson N. A., Simpson J. R. Erbium-Doped fiber amplifiers. Fundamentals and Technology. Academic Press, 1997. 460 p.
3. Desurvire E. Erbium-Doped fiber amplifiers. Principles and applications. John Wiley & Sons, New York, 1994. 800 p.
4. Былина М. С., Чаймарданов П. А. Компьютерная модель усилителя EDFA с несколькими источниками сигналов и накачек : материалы VI Междунар. конф. по фотонике и информационной оптике, Москва, 1-3 февр. 2017 г. М. : НИЯУ МИФИ, 2017. С. 183-184.

Ermolaev A., Bessonova E., Zozulya G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Erbium amplifier research (EDFA).

The introduction of the technology of dense spectral compaction on the extended main VOSS imposes increased requirements on the level of the optical signal on the receiving side. Optical amplifiers are used to restore the level of the attenuated optical signal. The use of an erbium amplifier (EDFA) in the fiber path makes it possible to amplify a multi-channel optical signal, ensuring the correct operation of the VOSS with spectral compaction. This work is devoted to the experimental study and modeling of EDFA.

Key words: *fiber-optic communication system, DWDM, erbium amplifier, EDFA, gain, pumping power, amplified spontaneous radiation, saturation power.*

УДК 621.39
ГРНТИ 49.44

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЛС В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

К. В. Молчанов

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

Архангельская область – крупнейший регион в европейской части России с численностью населения более миллиона человек. На территории области построено более 3000 км волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Значительная часть области расположена в атлантико-арктическом поясе с суровым климатом, холодной и длинной зимой, что существенно осложняет эксплуатацию линейных сооружений. В данной работе автором обобщен многолетний опыт эксплуатации ВОЛС и даны рекомендации по совершенствованию системы технической эксплуатации и конструкций кабелей и муфт.

волоконно-оптические линии связи, ВОЛС, техническая эксплуатация, профилактические и аварийные измерения

Архангельская область – крупнейший регион в европейской части России. Большая часть области расположена в атлантико-арктическом климатическом поясе с холодной и длинной зимой с устойчивым снежным покровом, коротким и прохладным летом [1]. Суровый климат является причиной значительной части повреждений волоконно-оптических кабелей (ВОК).

В зимний период наиболее уязвимыми и часто повреждаемыми являются воздушные ВОЛС. Налипание снега на ВОК увеличивает его вес и приводит к провисанию в пролетах между опорами. В результате ВОК подвергается избыточному растяжению, «заламывается» в местах крепления к опоре. Все это приводит к возрастанию затухания.

На практике такие повреждения очень сложно найти в виду того, что видимый обрыв отсутствует – поврежденными оказываются лишь единичные волокна в одном или нескольких модулях. Если данные волокна не задействованы и являются резервными, то повреждение обнаруживается только во время проведения измерений.

Для профилактики подобных повреждений в зимний период времени рекомендуется:

1) Проводить обходы ВОЛС и устранять провисы ВОК, убирая налипший снег (рис. 1 и 2). Особенно важно уделять внимание переходам над автодорогами, так как под весом снежного покрова ВОК может провиснуть ниже габаритной высоты (рис. 3 и 4).

2) Следить за фиксацией уровней сигнала между оборудованием на ВОЛС (смотреть лог файлы) в моменты крупных осадков и резких

изменений погодных условий в зимнее время. Если обнаруживается явное падение уровня и появление затухания, следует провести визуальный осмотр участка ВОЛС, а также снять и проанализировать рефлектограммы свободных волокон.



Рис. 1. Провис ВОК – изменение высоты подвеса в сравнении ростом человека

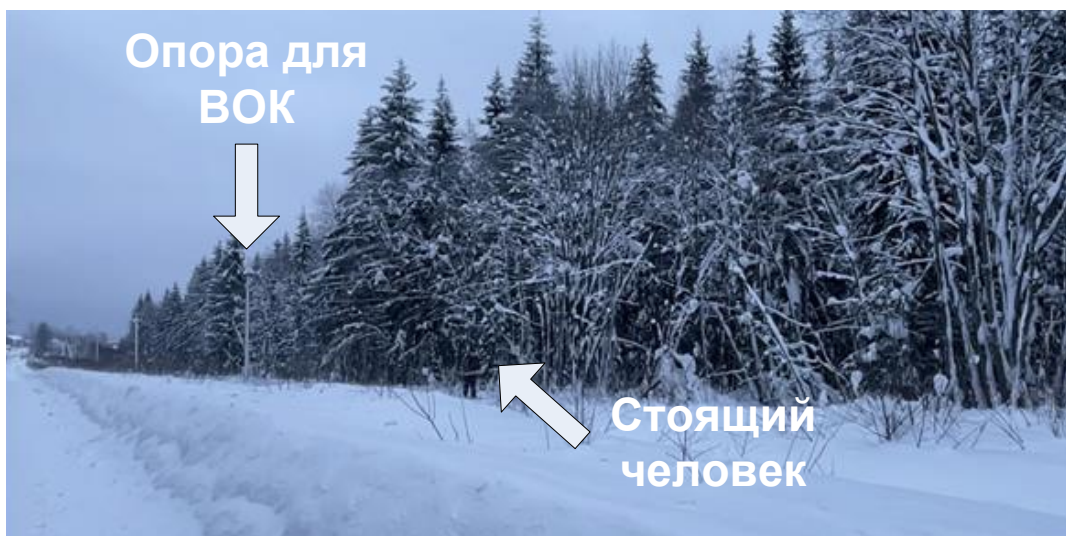


Рис. 2. Восстановление высоты подвеса ВОК после очистки снега в сравнении ростом человека (ВОК плохо видно, но по высоте опор понятно, на какой высоте он находится)

В межсезонный период одной из наиболее распространенных причин повреждений ВОЛС является попадание влаги в оптические муфты. При нарушении герметичности корпусов оптических муфт вода может проникнуть внутрь муфты и замерзнуть там [2]. В такой ситуации возможно сдавливание волокон льдом, что может приводить к загибам и обрывам некоторых волокон, появлению большого затухания на уцелевших волокнах (рис. 5).



Рис. 3. Провис ВОЛС над автомобильной дорогой, мешающий проезду крупногабаритной техники



Рис. 4. Устранение провиса ВОЛС после очистки налипшего снега

От подобных повреждений страдают и ВОК в местах переходов с воздушных линий в землю. При нарушении герметичности перехода в трубу попадает вода, при резком похолодании она замерзает и сдавливает ВОК – оптические модули внутри ВОК сплющиваются, появляются заломы и обрывы волокон [3].

Поэтому во время межсезонья – перехода от осени к зиме, а также во время резких изменений температурных режимов рекомендуется:

1) Обращать особое внимание на фиксацию уровней сигнала между оборудованием на линиях (смотреть лог файлы), где есть переходы трассы с воздуха на землю (особенно лесные участки – места проколов под ЖД, места проколов под реками).

2) Если появляется явное падение уровня и возрастание затухания, необходимо произвести измерения и визуальный осмотр места перехода.

Значительная часть повреждений подземных ВОЛС связана с проведением земляных работ в охранных зонах. В рамках реализации таких федеральных программ как «Безопасные дороги России» огромными темпами идет строительство и ремонт автодорог [4], в результате несмотря на организацию технического надзора и безопасного проведения работ в охранных зонах проходящие рядом с автодорогами ВОЛС в грунте часто повреждаются строительной техникой (рис. 6). Вносят свой вклад и несогласованные работы по строительству и обустройству лесных дорог

для вывозки леса. Очень часто повреждения ВОЛС возникают во время организации подъезда к лесной делянке и строительстве лесной дороги.



Рис. 5. Скопившаяся замерзшая вода в муфте. Видна обломанная часть волокон

Осложняют ситуацию особенности грунта Архангельской области. Значительная часть области заболочена, в результате кабель, уложенный в насыщенном водой грунте, может выталкиваться вверх и подниматься выше изначальной глубины залегания. Также возможны случаи, подобные показанному на рис. 7: гусеничный экскаватор во время работ по рекультивации грунта утонул в глине на глубину залегания ВОК, где повредил его гусеницами.

Кроме того, поскольку работы по обустройству автодорог ведутся круглосуточно и одновременно не одной единицей техники, возможны повреждения в нескольких местах на одном участке одновременно, что создаёт определённые сложности в их поиске. Для более эффективного поиска повреждений необходимо производить не только измерения между оптическими кроссами на площадках, но также дополнительные измерения в месте повреждения путём подварки патч-корда в обе стороны (и соотносить длины), иногда для поиска повреждения необходимо откопать проектную муфту и подвариться к волокнам в ней для проведения измерений.

Таким образом, существует необходимость в развитии технологий кабельной промышленности:

- 1) Разработка кабельных оболочек для самонесущих ВОК способных не допускать налипания снежного покрова и льда.
- 2) Разработка и модернизация систем фиксации и утяжеляющих оболочек ВОК для прокладки в болотистых и подвижных грунтах.
- 3) Разработка и модернизация методов обеспечения герметизации переходов и муфт.

Существует также необходимость в развитии законодательной базы. В частности в пересмотре «Правил охраны линий и сооружений связи», с учетом особенностей местности и накопленной статистики повреждений.



Рис. 6. Повреждение ВОК при проведении рекультивации грунта (уборка кустов) в охранной зоне ВОЛС вдоль а/д Няндомы-Каргополь. На фото видно, что на данном участке проводился технадзор – установлены метки прохождения трассы



Рис. 7. Утонувший в охранной зоне ВОЛС гусеничный экскаватор, вызвавший повреждение ВОК гусеничным полотном

Список используемых источников:

1. Архангельская область: Правительство Архангельской области [Электронный ресурс]. URL: https://dvinaland.ru/region/Arkhangelsk_obl/ (Дата обращения 14.11.2022).
2. Андреев В. А., Бурдин В. А., Воронков А. А. Основы технической эксплуатации ВОЛП : учебное пособие для вузов. Самара : СРТТЦ ПГУТИ, 2017. 210 с.
3. Никитин Б. К., Стогов Е. Б. Некоторые аспекты эксплуатации и надежности ВОЛС // Первая миля. 2008. N 2-3. С. 54-59.
4. Министерство Транспорта Архангельской области: Госпрограммы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.transport29.ru/deyatelnost/gosprogrammy> (Дата обращения 14.11.2022).

Molchanov K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Features of fiber-optic communication lines operation in the Arkhangelsk region.

The Arkhangelsk region is the largest region in the European part of Russia with a population of over a million people. More than 3,000 km of fiber-optic communication lines (FOCL) have been built on the territory of the region. A significant part of the region is located in the Atlantic-Arctic zone with a harsh climate, cold and long winters, which significantly complicates the operation of linear structures. In this paper, the author summarizes many years of experience in the operation of FOCL and gives recommendations for improving the system of technical operation and the design of cables and couplings.

Key words: *fiber-optic communication lines, FOCL, technical operation, preventive and emergency measurements.*

УДК 621.372.8
ГРНТИ 49.44.31

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОДНОПРОЛЕТНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

А. В. Светова, А. И. Быков, Г. Р. Бразовский, Б. К. Резников

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

В статье рассматриваются технологические аспекты организации протяжённых однопролётных линий связи. Предлагаются варианты понижения деградации OSNR, а также различные решения использования регенерационных элементов для протяжённых линий связи.

однопролётные линии связи, оптические усилители, OSNR, ROPA, RAMAN, DWDM, ВОЛС, волоконно-оптические линии связи, T8

Волоконно-оптические линии связи с каждым днем занимают все большую нишу в телекоммуникациях. Причиной тому является постоянный рост требуемых скоростей передачи. И, несмотря на все более частое применение волокон в сетях доступа, главной его областью применения остаются магистральные линии связи.

Частой задачей для проектировщиков магистральных ВОЛС является проектирование протяженных однопролётных линий связи поддерживающих передачу данных с использованием технологии DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). В таких случаях сигнал передается без использования промежуточных точек усиления. Однопролётные решения применяются на труднопроходимых, подводных и межостровных участках, где внедрение промежуточных точек регенерации невозможно или экономически нецелесообразно [1].

Для корректной работы линии необходимо чтобы мощность сигнала на приемнике превышала порог чувствительности приемника, и соотношение сигнал-шум превышало порог, называемый требуемым OSNR (*Optical Signal-Noise Ratio*) или $OSNR_T$. Для увеличения длины линии используют усилители:

- Бустеры и предусилители (Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA);
- Рамановские усилители;
- Усилители с удаленной накачкой (Remoted Optical Pump Amplifier, ROPA).

Накачка усилителей может осуществляться в обоих направлениях.

Линейные оптические усилители EDFA не являются решением в однопролётных линиях связи, в связи с требованием к электропитанию. Для преодоления требуемого OSNR необходимо использовать оборудование с удалённой накачкой, тем самым регенерационный пункт может находиться на одной телекоммуникационной стойке с

каналообразующим устройством. Вариантами такого оборудования являются усилители RAMAN и ROPA.

При проектировании протяженной однопролетной линии связи в первую очередь необходимо рассматривать использование бустера и предусилителя. Их применение является наиболее экономичным и рекомендуется рассматривать как базу при проектировании более сложных протяженных однопролетных линий связи. Варианты организации линий связи с использованием бустера и предусилителя представлены на рис. 1.



Рис. 1. Базовые топологии протяженных однопролетных линий связи [3].

Такое решение позволяет передать 16 оптических каналов на расстояние 220 км и 40 каналов на расстояние до 200 км.

Схема с Рамановской накачкой более перспективна для применения в однопролетных линиях связи в силу своих преимуществ. Рамановские усилители имеют низкий уровень шумов. А накачка может устанавливаться как на стороне приемника, так и на стороне передатчика (попутная Рамановская накачка). Использование блоков Рамановских усилителей в дополнение к усилителям EDFA передачи и приема позволяет организовать передачу оптических каналов на длину пролета 250–350 км в системах до 16 оптических каналов [2, 3]. На рисунке 2 представлены схемы однопролётных линий связи.

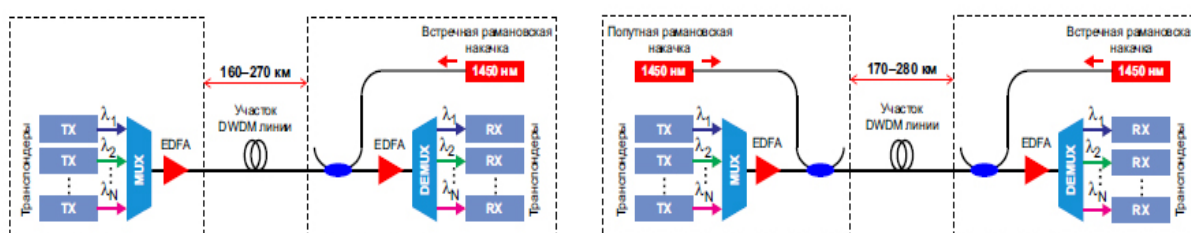


Рис. 2. Топологии с использованием Рамановских усилителей [3].

В первой схеме используется только встречная Рамановская накачка. В другой реализована и попутная, и встречная Рамановская накачка. В данном случае попутная накачка в начале линии будет обеспечивать низкий уровень шумов усиления и решит задачу предотвращения сильной деградации OSNR в линейном тракте. Встречная накачка позволит достичь максимальной мощности на приёмной стороне, в связи с тем, что с ней проще достичь режима насыщения. Однако одним этим решением сложно развить ещё большую длину однопролётной линии связи.

Данные решения не требуют изменений в канальной инфраструктуре и могут быть использованы при модернизации существующих линий связи. Однако на практике встречаются задачи, при которых необходимо организовать однопролетную линию связи на более длинные расстояния.

Большую дальность получится достичь с использованием вынесенных оптических усилителей с накачкой по отдельному волокну (ROPA). Решения, использующие такие усилители, требуют изменения кабельной инфраструктуры, а иногда и прокладки новой. Лазер накачки для ROPA располагается в оконечном узле линии. Такие точки усиления являются пассивными устройствами, ведь они получают энергию по отдельному волокну. Несмотря на это такие решения незаменимы при необходимости организации однопролетной линии связи с длиной более 350 км. Хотя вынесенные усилители и помогают спроектировать большее удлинение пролёта, чем Рамановские усилители, но требуют использования дополнительного волокна для доставки энергии накачки, что влияет на стоимость внедрения линии. Примеры топологий с использованием ROPA представлены на рис. 3.

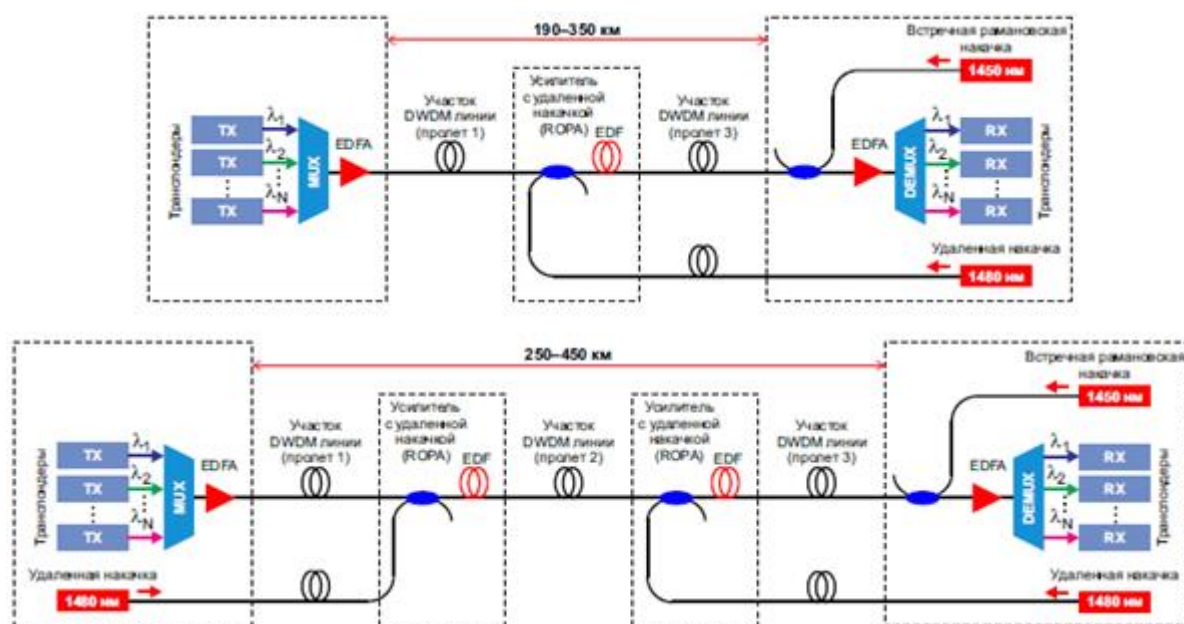


Рис. 3. Топологии волоконно-оптических линий связи с использованием Рамановских и ROPA усилителей [3].

В нижней схеме, предложенной на рисунке 3, реализуется комбинация Рамановских усилителей с усилителями с удалённой накачки ROPA. Благодаря предложенным регенерирующим элементам удаётся достичь дальности линии порядка 450–520 км.

Таким образом, для увеличения длины пролёта необходимо увеличивать количество усилителей, что неизбежно приведет к снижению OSNR на выходе линии. Для увеличения OSNR можно предпринять следующее:

- Использовать малошумящие компоненты;
- Использовать разъемы с угловой полировкой;
- Использовать волокна с низкими потерями.

Список используемых источников:

1. Трещиков, В. Н. DWDM-системы / В. Н. Трещиков, В. Н. Листвин. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2021. – 420 с. – ISBN 978-5-94836-634-0
2. Гайнов В., Слепцов В., Трещиков В. / Однопролётные ВОЛС большой протяжённости: как снизить стоимость транспортных сетей [Электронный ресурс]. URL: https://t8.ru/wp-content/uploads/2015/04/072-077-Slepstov-Provod-LP_F2.pdf
3. “DWDM-линия с большими пролетами” – Т8 [Электронный ресурс]. URL: https://t8.ru/?page_id=1627 (дата обращения 13.11.2022)
4. 500 km unrepeated 200 gbit•s⁻¹ transmission over a g.652-compliant ultra-low loss fiber only / V. Gainov, N. Gurkin, S. Lukinih et al. // Laser Physics Letters. — 2015. — Vol. 12. — P. 066201(1)–066201(6).
5. Record 500 km unrepeated 1 tbit/s (10x100g) transmission over an ultra-low loss fiber / V. Gainov, N. Gurkin, S. Lukinih et al. // Optics Express. — 2014. — Vol. 22, no. 19. — P. 22308–22313.

Svetova A., Bykov A., Brazovskiy G., Reznikov B.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Organization of extended single-span communication lines.

The article discusses the technological aspects of the organization of extended single-span communication lines. Options for reducing OSNR degradation are proposed, as well as various solutions for using regeneration elements for extended communication lines.

Key words: *Single-span communication lines, optical amplifiers, OSNR, ROPA, RAMAN, DWDM, fiber-optic communication line, T8.*

3.5. Программная инженерия

УДК 004.428.2
ГРНТИ 50.41.25

СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫХ ТОКЕНОВ В БЛОКЧЕЙН-СЕТЯХ ETHEREUM И TON

В. Н. Бакатов, А. В. Помогалова

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

Технология блокчейн является одним из активно развивающихся направлений в настоящее время, что привело к тому, что на её базе появилось множество дочерних технологий, в том числе и различные формы представления цифровых активов. Одной из наиболее применяемых форм является токен и токенизация активов различного характера. В связи с этим началась глобальная стандартизация с целью повышения эффективности разработки и качества интеграции различных децентрализованных приложений. Но в зависимости от архитектуры программного обеспечения различных блокчейнов использовать унифицированные стандарты не представляется возможным. Данная работа посвящена сравнению стандартов взаимозаменяемых токенов в таких блокчейнах-сетях, как Ethereum и TON.

блокчейн, Ethereum, TON, смарт-контракт, FT, токены, Jettons

В рамках данной работы исследование производится на базе блокчейн-сетей Ethereum и TON. Обуславливается данный выбор разносторонним подходом к формированию стандартов цифровых активов. Многие активно развивающиеся блокчейн-сети были разработаны по образу и подобию сети Ethereum, как первой децентрализованной блокчейн-сети с возможностью установки и использования смарт-контрактов (и, соответственно, токенов). Стандарты смарт-контрактов в таких сетях практически идентичны тем стандартам, которые применяются в блокчейн-сети Ethereum. Однако, в блокчейн-сети TON (The Open Network) разработаны собственные стандарты и подходы к формированию смарт-контрактов. В связи с тем, что логика оценки производительности смарт-контрактов, в том числе, на длительный период времени, в блокчейн-сетях крайне сходна, то необходимо оценить, какие подходы и стандарты позволяют получить максимум производительности при низкой стоимости взаимодействия со смарт-контрактом.

Как было описано выше, все современные блокчейны-сети неразрывно связаны с таким понятием как смарт-контракты. Смарт-контракт – программный код, который после развертывания в сети нельзя произвольно изменить или воспрепятствовать его исполнению без вмешательства в работу всей сети. Выполнение кода обеспечивает

виртуальная машина блокчейна, на работу которой затрачивается газ, который оплачивается при отправке транзакции. Газ в таких сетях выступает как условная единица оценки вычислительных мощностей, которые будет необходимо затратить виртуальной машине. На основе смарт-контрактов реализуется множество технологий и вспомогательных решений, например, взаимозаменяемые токены.

Токен – это единица учета некоторого цифрового актива в некоторой сети. Взаимозаменяемые токены (англ. Fungible tokens) - это криптовалютные активы, которые являются делимыми и неуникальными. Аналогией из физического мира могут послужить фиатные валюты, такие как рубль: монета в 1 рубль в Санкт-Петербурге имеет ту же стоимость, что и монета в 1 рубль в Вологде. Важно подчеркнуть, что под токеном обычно не подразумевают криптовалюту, а подразумевают запись, формой представления которой в блокчейн-сети является транзакция в блокчейне. Записями управляют (обновляют список и/или дополняют) с помощью смарт-контрактов. В смарт-контракте записаны значения остатков на счетах держателей токенов, также предоставляется возможность перевода токенов с одного кошелька на другой.

С помощью смарт-контрактов каждый человек имеет возможность выпустить свой токен и задать ему нужный функционал. Но для того, чтобы любые токены можно было использовать в других приложениях (от кошельков до децентрализованных бирж) разработчики блокчейнов вводят стандарты с технологическими особенностями.

Одним из таких стандартов стал ERC-20 [1] (англ. Ethereum Request for Comments – название официального протокола для внесения предложений по улучшению сети Ethereum. «20» – порядковый номер предложения), созданный на платформе Ethereum. ERC-20 значительно упростил и унифицировал выпуск токенов. Множество существующих блокчейн-сетей используют стандарт и сценарий ERC-20. Функционал стандарта представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Функции ERC-20

Функция	Необходимость использования	Описание функции
totalSupply	обязательно	Показывает общее количество токенов. Определение числа токенов. Если максимум достигнут, смарт-контракт прекращает их выпуск
balanceOf	обязательно	Возвращает текущий баланс токенов по заданному адресу кошелька пользователя
transfer	обязательно	Перевод токенов одного пользователя другому
transferFrom	обязательно	Так используется для перевода, но переводить может другое уполномоченное лицо
approve	обязательно	С ее помощью можно разрешить перевод некоторого количества токенов пользователю, который не является их владельцем

allowance	обязательно	Показывает, сколько еще токенов разрешено перевести уполномоченному пользователю (не владельцу токенов)
name	опционально	Возвращает название токена
decimal	опционально	Возвращает число знаков после запятой
symbol	опционально	Возвращает краткое название токена

Для создания своего токена на платформе Ethereum необходимо будет разработать смарт-контракт, который реализует весь функционал стандарта ERC-20, а затем установить его в сети. Для этого токена будет создан всего один смарт-контракт, к которому будут обращаться все пользователи.

Оппонентом Ethereum в данной статье будет выступать TON Blockchain – гибкая система блокчейнов, которая, по утверждению разработчиков, способна обрабатывать миллионы транзакций в секунду. Концепция TON разработана братьями Дуровыми, но в текущий момент разработку ведет TON Foundation.

Мультиблокчейн TON имеет четырёхуровневую структуру:

1. Мастерчейн, в котором хранится общая информация о протоколе и его текущих параметров, набор валидаторов и их ставок, и, самое главное, набор хэшей самых последних блоков всех воркчейнов и шардчейнов.

2. Воркчейны (их количество может достигать 232). В разных воркчейнах могут быть различные правила, то есть разные форматы адресов учетных записей, разные форматы транзакций, разные виртуальные машины для смарт-контрактов, разные базовые криптовалюты и так далее. Однако все они должны удовлетворять определенным базовым критериям совместимости, чтобы сделать взаимодействие между различными воркчейнами возможным и относительно простым.

3. Каждый воркчейн может быть поделен на 260 шардчейнов. Они будут иметь такие же правила и блоки, как у воркчейна, но каждый шардчейн отвечает только за подмножество учетных записей, в которых одинаковые несколько первых (наиболее значимых) битов адреса учетной записи.

4. Каждый блок в шардчейне (и в мастерчейне) на самом деле не просто блок, а небольшой блокчейн. Это называется вертикальная цепочка блоков. Обычно она состоит ровно из одного блока. Однако, если возникает необходимость удалить неверные блоки, в вертикальную цепочку фиксируется новый блок, содержащий либо замену недействительной цепочки блоков, либо разность блоков, содержащую только описание тех частей предыдущей версии, которые необходимо изменить. Это специальный механизм TON для замены обнаруженных недействительных блоков без создания настоящего форка всех задействованных шардчейнов.

Такая сложная структура позволяет реализовать высокую пропускную способность и масштабируемость.

В TON взаимозаменяемые токены называются жетонами (Jettons) [2]. Жетоны организованы следующим образом: каждый токен имеет основной смарт-контракт JettonMinter, который используется для эмиссии новых жетонов, учета оборотного предложения и предоставления общей информации. При этом информация о количестве жетонов, принадлежащих пользователю, децентрализованно хранится в индивидуальных смарт-контрактах, называемых JettonWallet. То есть если выпускается жетон с оборотным запасом в 200 единиц, которые принадлежат 3 людям, то развернется 4 смарт-контракта: JettonMinter и три JettonWallet. Функционал стандарта представлен в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Функции Jetton Standart

Функция	Контракт	Описание функции
mint	JettonMinter	Эмиссия жетонов
burn_notification	JettonMinter	Обработка сообщения от JettonWallet, что он сжег токены, то есть уменьшается общее количество жетонов
change_admin	JettonMinter	Смена администратора контракта (владельца)
change_content	JettonMinter	Изменение метаданных жетонов
get_jetton_data	JettonMinter	Получение общего количества жетонов, флага, указывающего, может ли количество жетонов увеличиваться, текущего администратора, метаданных жетона и код смарт-контракта JettonWallet
get_wallet_address	JettonMinter	Возвращает адрес JettonWallet для определенного пользовательского кошелька
transfer	JettonWallet	Перевод жетонов на другой пользовательский кошелек
burn	JettonWallet	Сжигание - уменьшение количества токенов (своего и общего)
get_wallet_data	JettonWallet	Получение баланса, владельца, адрес смарт-контракта JettonMinter и код текущего JettonWallet

В качестве наиболее весомого отличия можно выделить один управляющий смарт-контракт, который используется всеми пользователями для приобретения токенов, а балансы пользователей хранятся в нем в виде словарей. А создание нескольких смарт-контрактов будет слишком дорогостоящим. Также ERC-20 не имеет функционала для смены администратора или метаданных токена. В TON отсутствует возможность передачи управления своими токенами другому лицу. Однако, в блокчейн-сети TON решается ряд следующих проблем [3]:

Непредсказуемый расход газа. В TON расход газа на операции со словарем зависит от точного набора ключей. Кроме того, если отправить

сообщение смарт-контракту, то неизвестно, сколько сообщений от других пользователей было также на него отправлено до этого момента. Таким образом, непонятно, какой будет размер словаря в тот момент, когда сообщение дойдет до смарт-контракта. Если невозможно спрогнозировать потребление газа, то может случиться ситуация, когда транзакция с изменением баланса жетонов была успешно отправлена, но для ее выполнения не хватило заданного системой газа. Использование смарт-контрактов без словарей дает детерминированное потребление газа.

Масштабирование. Масштабирование в TON основано на концепции шардирования, т.е. автоматического разбиения сети на шардчейны под нагрузкой. Единый большой смарт-контракт популярного токена противоречит этой концепции. В этом случае многие транзакции будут относиться к одному смарт-контракту.

Таким образом, можно сделать вывод, что на разницу в стандартах повлияло техническое устройство блокчейнов. Применение этих стандартов в противоположных блокчейнах будет экономически нецелесообразно и выльется в многочисленные проблемы как для разработчиков, так и для пользователей. Эти стандарты реализуют разные подходы к решению проблемы представления цифровых активов.

Список используемых источников:

1. ERC-20 Specification. URL: <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-20> (дата обращения 12.11.2022).
2. Fungible tokens (Jettons) standard. URL: <https://github.com/ton-blockchain/TIPs/issues/74> (дата обращения 12.11.2022).
3. NFT Standard. URL: <https://github.com/ton-blockchain/TIPs/issues/62> (дата обращения 12.11.2022).

Bakatov V., Pomogalova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of methods for controlling the rating of blockchain network entities to ensure system security.

Blockchain technology is one of the actively developing areas at present, which has led to the fact that many subsidiary technologies have appeared on its basis, including various forms of representation of digital assets. One of the most widely used forms is the token and tokenization of assets of various types. In this regard, global standardization has begun in order to improve the efficiency of development and the quality of integration of various decentralized applications. But depending on the software architecture of different blockchains, it is not possible to use unified standards. This paper is devoted to comparing the standards of interchangeable tokens in such blockchain networks as Ethereum and TON.

Key words: blockchain, Ethereum, TON, smart contract, FT, tokens, Jettons.

УДК 004.021
ГРНТИ 50.41

О СОВМЕСТИМОСТИ ТИПОВ В РАМКАХ ЭВОЛЮЦИИ RESTFUL МИКРОСЕРВИСОВ

С. А. Донская¹, А. С. Хританков¹, Н. В. Першин²

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

²Московский физико-технический институт

Эволюция сервисов и внесение постоянных изменений в их работу — неизбежный процесс в системной и программной инженерии, требующий большого внимания. В современных архитектурах микросервисов эволюция и контроль изменений оказывают большое влияние на существование и развитие гетерогенных децентрализованных систем, состоящих из множества взаимодействующих компонентов. Проблема эволюции микросервисов определена с упором на задачу сохранения совместимости различных версий микросервисов при обновлении с сохранением низкой вычислительной стоимости такой проверки. Данная работа основывается на результатах предыдущих исследований в этой области и предлагает новую формальную модель проблемы эволюции, а также новое описание RESTful API микросервисов. Представленный подход поможет создавать более удобные для сопровождения микросервисные приложения, а также позволит улучшить процессы DevOps.

RESTful микросервисы, управление версиями, совместимость, эволюция сервисов

В разработке программного обеспечения микросервисная архитектура широко применяется при разработке корпоративных систем и систем масштаба Интернет. Микросервисы обладают различными преимуществами, однако остается проблема совместимости версий микросервисов при их эволюции. При этом количество версий, подлежащих развертыванию, не ограничено, так как продукт всегда требует реализации новой функциональности или модификации существующей.

В работе [1] продемонстрирован статический анализ кода с использованием различных систем типов. Предлагаемая модель реализуется на базовом языке программирования, семантика которого определяется системой маркированных переходов и системой типов.

Исследование [2] вводит понятие «эволюция сервисов», подчеркивающее необходимость для разработчика обладать информацией о характере вносимых изменений, их последствий и согласованности данных изменений. Предложена формализация понятия «совместимость», и используются абстрактные описания сервисов и отношение подтипов записей данных описаний для проверки совместимости версий сервисов.

Работа [3] посвящена управлению версиями микросервисов и изучению их совместимости, а также планированию развертывания совместимых конфигураций. Представлена модель зависимости версий, которая обрабатывает итеративное развертывание и основывается на графе зависимостей сервисов и алгоритме оптимизации.

Статья [4] демонстрирует поведенческое подтипирование с использованием инвариантов и ограничений. Представленный подход к созданию подтипов обрабатывает изменяемые типы и позволяет подтипам иметь больше методов, чем их супертипы. В работе представлены формальные определения подтипа и отношения подтипа на основе расширенных подтипов и ограниченных подтипов.

В данной работе произведена формализация определения интерфейсов прикладного программирования (API) микросервисов, которая выделяет специфические особенности данного типа архитектуры, которые могут быть использованы для поддержания совместимости в рамках обновления их версий.

Для обеспечения необходимой формализации микросервисов применяется метод анализа формальных понятий (FCA) [5] для классификации наборов данных, описывающих API микросервисов, в концептуальные структуры. Затем строится решетка понятий, которую можно использовать для извлечения иерархического порядка понятий, а также значений и ассоциаций между понятиями.

Ожидается, что такое представление описания API в виде концепта и рассмотрение эволюции API как решетки понятий поможет определить, какие изменения могут быть совместимы.

При этом в качестве бинарного отношения, определяющего полурешетку понятий, используется правило иерархии типов, или по-другому, правило подстановки Барбары Лисков [4], согласно которому объекты суперкласса должны быть заменяемы объектами его подклассов, чтобы объекты подклассов вели себя так же, как объекты суперкласса.

Согласно определению понятий принципа подстановки и анализу формальных понятий принимается следующее: $\varphi(x), \varphi(y) \in M$ - множеству атрибутов контекста, $x, y \in G$ - множеству объектов контекста, где x имеет тип T , а y имеет тип S , при этом подмножества A, B устанавливаются для определения концептов так, что $A \subseteq G$ и $B \subseteq M$.

Определение концептов: $(A1, B1)$ - концепт типа S , $(A2, B2)$ - концепт типа T . Тогда, согласно иерархии концептов, концепт типа S $(A1, B1)$ является подконцептом концепта типа T $(A2, B2)$: $(A1, B1) \leq (A2, B2)$ когда $A1 \subseteq A2$. Равнозначно, $(A1, B1) \leq (A2, B2)$, когда $B1 \supseteq B2$, где в свою очередь тип S является подтипом T .

Утверждение: Версия $v2$ API микросервиса A может быть использована в системе вместо версии $v1$ с сохранением обратной совместимости, если $v1 < v2$ в общем контексте K .

Для проверки возможности определять нарушения совместимости сервисов был проведен эксперимент с использованием инструмента JQAssistant [6] на примере проекта PiggyMetrics [7].

Модель микросервисной системы, используемая в эксперименте для проверки совместимости, содержит следующие сущности: Microservice, RestController, Endpoint, FeignService, FeignMethod, Parameter, Type.

Представлена визуализация сервисов notification-service и account-service, а также их взаимодействия на рис. 1.

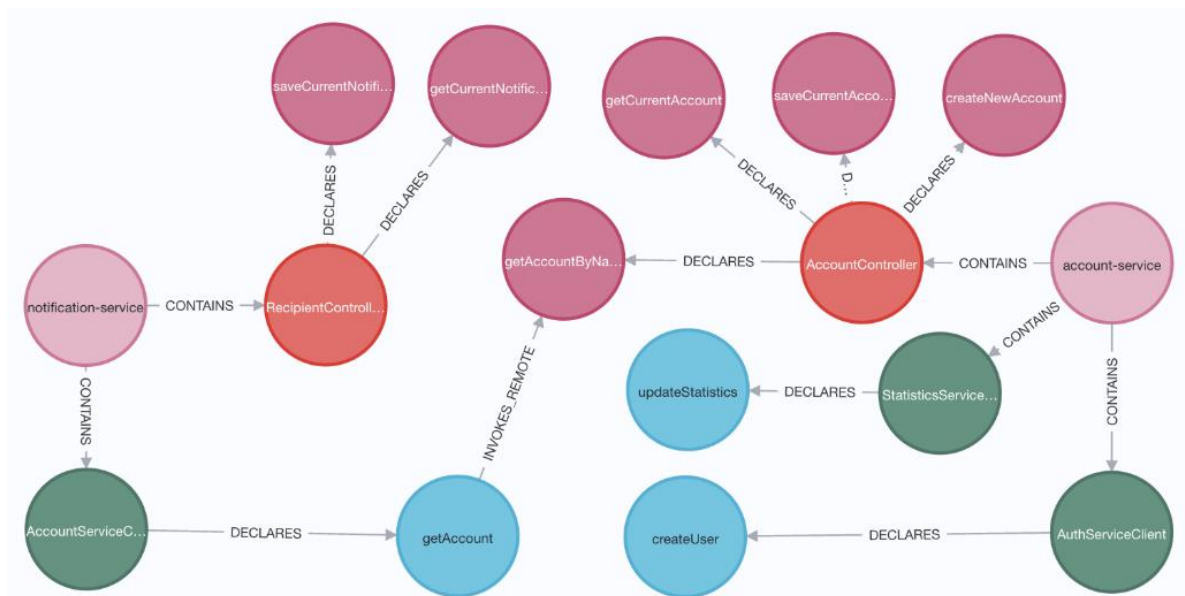


Рис. 1. Граф взаимодействия сервисов notification-service и account-service

Для проверки совместимости сервисов было определено правило на языке Cypher.

При обнаружении вершин в графе, связанных отношением INVOKES_REMOTE, у которых не соответствуют сигнатуры методов и типы возвращаемых значений FeignMethod и Endpoint, правило возвращает пары методов, которые нарушают совместимость сервисов.

Для проведения эксперимента в исходный код проекта были внесены изменения, нарушающие совместимость. Код, используемый для разметки данных и проведения эксперимента, а также правило для обнаружения нарушений совместимости опубликованы в Github репозиториях [8, 9].

В результате эксперимента были обнаружены нарушения совместимости между сервисами notification-service и account-service.

Далее продемонстрирован предлагаемый способ моделирования API микросервисов на примере микросервиса notification-service.

Построен контекст понятий. Микросервис предоставляет RESTful API с одним адресом «/recipients/current», методами GET и PUT, и оперирует данными пользователей и настройками уведомлений. В версии v1 метод GET возвращает настройки уведомлений текущего аккаунта по имени

аккаунта «accountName». PUT сохраняет настройки уведомлений для аккаунта с именем «accountName», а передаваемый JSON-объект «Recipient» в теле запроса содержит информацию об аккаунте и его настройках.

Вызов по API может быть описан как передача множества объектов, типы которых могут соответствовать самим сообщениям, а также передаваемым структурам данных.

С помощью инструмента FCART [10] было составлено описание контекста, а также решетка концептов для версии *v1*. Далее смоделировано изменение в виде добавления нового атрибута «phone string» в объект Recipient с получением второй версии объекта - Recipient_v2, что повлекло за собой расширение контекста, представленное на рис. 2.

	1: accountName string	2: email string	3: active boolean	4: frequency string	5: lastNotified string	6: NotificationSettings object	7: Recipient object	8: phone string	9: Recipient_v2
1: GET /recipi...	X						X		X
2: PUT /recipi...	X						X		X
3: Recipient	X	X							
4: Notification...			X	X	X				
5: scheduled...						X			
6: Recipient_v2	X	X						X	

Рис. 2. Контекст API микросервиса с внесенным изменением

Решетка концептов, описывающая минимальные изменения контекста при версионировании микросервиса без нарушения совместимости, представлена на рис. 3 (цифры - индексы объектов (внизу) и атрибутов (вверху)); красным выделены изменения решетки, вызванные изменением контекста).

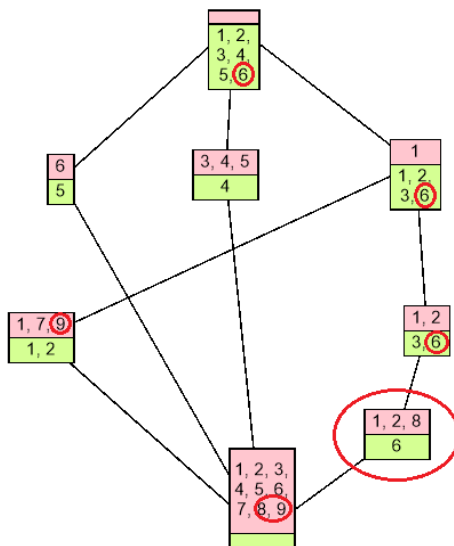


Рис. 3. Решетка концептов, построенная на основании контекста

Данный подход позволяет заложить основу для обеспечения совместимости на уровне проектирования API микросервисов согласно такому архитектурному стилю, как RESTful API.

Дальнейшие исследования необходимы в части определения перечня изменений, влияние которых может быть контролируемо данным методом.

Ожидается, что процессы DevOps при развертывании микросервисов улучшатся за счет сокращения ресурсов, выделяемых на управление развертыванием версий в рамках эволюции микросервисов.

Список используемых источников:

1. Seco J. C., Ferreira P., Ferreira C., & Ferrao L. Robust Contract Evolution in a TypeSafe MicroServices Architecture // The Art, Science, and Engineering of Programming, 2020, Vol. 4, Issue 3, Article 10.
2. Andrikopoulos V., Benbernou S., & Papazoglou M. P. On the evolution of services // IEEE Transactions on Software Engineering, 2011, Vol. 38, Issue 3, pp. 609-628.
3. He X., Tu Z., Liu L., Xu X., & Wang Z. Optimal evolution planning and execution for multi-version coexisting microservice systems // 18th International Conference, ICSOC 2020, Dubai, United Arab Emirates, December 14–17, 2020, pp. 3-18.
4. Liskov B. H., & Wing J. M. Behavioral subtyping using invariants and constraints // Formal methods for distributed processing: a survey of object-oriented approaches, 2001, pp. 254-280.
5. Bernhard Ganter, Rudolf Wille. Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations. Springer Berlin, Heidelberg, 1999. 284 pp.
6. JQAssistant tool [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/jQAssistant/jqassistant> (дата обращения 02.11.2022).
7. Piggy Metrics. Microservices benchmark app [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/PiggyMetrics/PiggyMetrics> (дата обращения 04.11.2022).
8. Fork-проекта Piggy Metrics [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/yodusk/PiggyMetrics> (дата обращения 12.11.2022).
9. Исходный код для разметки данных для эксперимента [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/graphaware/fix-your-microservices> (дата обращения 12.11.2022).
10. Formal Concept Analysis Research Toolbox (FCART) [Электронный ресурс]. URL: https://cs.hse.ru/en/ai/issa/proj_fcart/ (дата обращения 06.11.2022).

Donskaya S.¹, Khritankov A.¹, Pershin N.²

¹The National Research University Higher School of Economics

²Moscow Institute of Physics and Technology

Type Compatibility in the Evolution of RESTful Microservices.

In modern microservice architectures, the evolution of services and change control have a great impact on the existence and development of heterogeneous decentralised systems consisting of many interacting components. The problem of evolution of microservices is defined with an emphasis on the task of maintaining the compatibility of different versions of microservices when updating together with maintaining a low computational cost of such verification. This paper builds on the results of prior research in this area and proposes a new formal model for the evolution problem, as well as a new description of the microservices RESTful API. The presented approach will help create more maintainable microservice applications, as well as improve DevOps processes.

Key words: *RESTful microservices, versioning, compatibility, service evolution.*

УДК 519.876.5
ГРНТИ 49.33.29

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПОДХОДА К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОБЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УМНЫХ ЗДАНИЙ

Д. М. Михайлов

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

В последние годы всё чаще обсуждается вопрос строительства умных устойчивых городов. Ядро любого города — здания, технические сооружения, предоставляющие людям пространства для жизни, работы и отдыха. Давно ведутся работы по усовершенствованию комфорта использования и увеличению эффективности. Настало время задуматься о повышенной безопасности и надёжности их эксплуатации. Для решения поставленной задачи — предлагается создавать цифровые двойники зданий и интегрировать их в системы управления.

умные здания, умные устойчивые города, IoT, BIM, безопасность

В век глобальной цифровизации неуклонно растёт спрос на усовершенствование жилых и рабочих пространств. Прежде всего такая тенденция оправдана тем, что современный человек проводит примерно 90% времени внутри помещений [1], а также тем, что в последние годы серьезное развитие и широкий спектр применения получили технологии IoT.

Более того, глобальная пандемия 2019 года показала масштаб запроса о создании более комфортных, безопасных и эффективных пространств. Исследования точно показали, что существует большая область для улучшения обустройства комфортных и безопасных пространств [2, 3]. Сегодня почти весь мир прилагает усилия для реализации концепции умных устойчивых городов, состоящих в первую очередь из умных зданий.

Существующие на сегодняшний день реализации умных зданий и системы управления уделяют много внимания комфорту и эффективности эксплуатации [4, 5]. При этом, мало говорится об общей безопасности эксплуатации и пребывания в помещениях.

Безусловно, любая реализация умного здания должна отвечать всем требованиям служб и ведомств отвечающих за безопасность, а также пройти сертификацию и надлежащие проверки на всех этапах. Такой подход к обеспечению безопасности жилых, рабочих и общественных пространств выверен как минимум десятилетиями, а если говорить о пожарной безопасности, к примеру, то и целыми столетиями.

Всё же такой подход имеет один весомый недостаток, который становится возможным решить только сейчас, в 21 веке — статичность

данных. В целом большая часть работы по сертификации и проверке здания сконцентрирована на начальных этапах его жизненного цикла. И это закономерно, ведь здесь главной задачей является успешное введение здания в эксплуатацию, при этом соблюдая все требования. На начальных этапах жизненного цикла любого здания предусмотрены положения по безопасности и в период эксплуатации, но они скорее представлены неким набором «сценариев», описывающих опасные ситуации, а также подходы по их разрешению. Следовательно, все выходящие за рамки стандартов, проверок и сертификатов «сценарии» опасных ситуаций — просто остаются неучтёнными.

К тому же, сама концепция «сценария» действий при возникновении опасных ситуаций не учитывает динамику развития событий и человеческий фактор. Нет абсолютно никакой гарантии, что люди, находящиеся в здании в момент возникновения чрезвычайной ситуации, вообще будут осведомлены о плане, которому стоит следовать. При этом оплошность или недочёт допущенный в разработке планов эвакуации, к примеру, на ранних этапах жизненного цикла — может остаться и при эксплуатации объекта. Датчики умного здания, даже если их количество достаточно, расположение учтено и алгоритм работы отлажен — способны сообщить только об уже возникшей опасной ситуации. К средствам обеспечения безопасности следующего поколения, среди уже используемых, наиболее близкими являются различные по устройству и принципу работы камеры и системы слежения на базе видеоаналитики.

Из вышеописанного следует, что в целом зданиям не хватает элемента адаптивности к конкретным случаям, в конкретное время. Автор убеждён, что в этом могут помочь цифровые двойники умных зданий, воссоздающие точную копию материального пространства, работающие в реальном времени и динамически оперирующие данными с датчиков, сенсоров и камер. Имея цифровой двойник, здание становится своего рода живым организмом, наблюдающим само за собой. Так оно способно предупредить людей о предсказанной им потенциальной опасности.

Преимущество использования цифровых двойников кроется в большом объеме актуальных данных, которые циркулируют в системе и подвергаются анализу в реальном времени. Такой подход позволяет на базе анализа множества параметров одновременно делать сложные прогнозы и/или выносить решения, тем самым оповещая об опасности и/или эффективно её разрешая.

Говоря о стандартах безопасности, стоит отметить, что цифровой двойник способен «обновить» здание, построенное с учетом устаревших требований. Представляется возможным заменять датчики модульно, а не всю систему обеспечения безопасности целиком.

Часто процесс настройки таких систем на конкретном объекте, в рамках превращения обычного здания в умное, представляется

трудоёмким и длительным, а также является дополнительным промежуточным шагом, на котором можно допустить ошибки. Вместо ручной настройки можно использовать данные из систем информационного моделирования зданий (BIM), которые часто применяются при строительстве новых объектов. Они уже располагают большим объемом информации, как о физических размерах и геометрии сооружения, так и о специальных системах, которыми здание оснащено. Пример моделирования в системе BIM одной из таких систем, вентиляционной, представлен на рисунке 1.

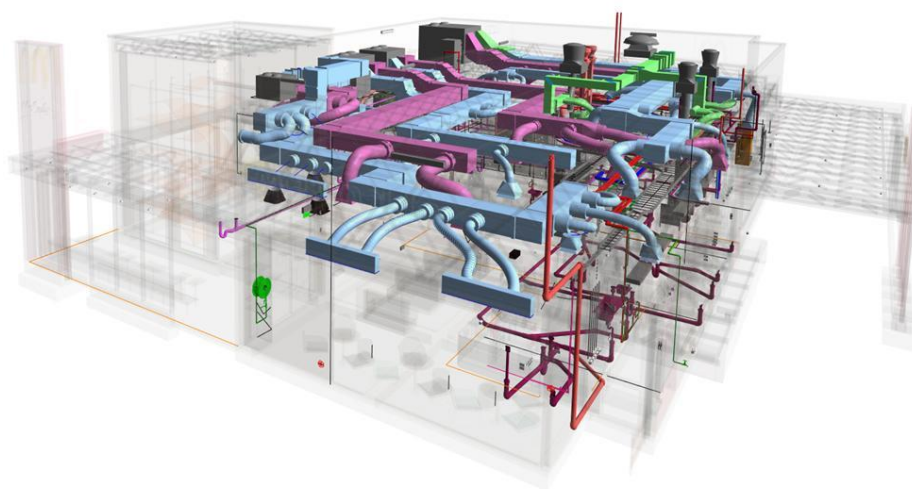


Рис. 1. Пример моделирования вентиляционной системы в BIM системе

Таким образом, цифровые двойники способны решить целый спектр проблем и устранить множество недочётов, существующих в современных умных зданиях. Цифровой двойник в общем случае становится точкой конвергенции для различных систем и подсистем. Доступ к отдельным частям цифрового двойника может быть гибко настроен, а следовательно могут быть реализованы как более функциональные системы управления и системы автоматизированного мониторинга, так и системы безопасности, работающие на базе предиктивной аналитики.

Список используемых источников:

1. Neil E. Klepeis, William C. Nelson, Wayne R. Ott, John P. Robinson, Andy M. Tsang, Paul Switzer, Joseph V. Behar, Stephen C. Hern, William H. Engelmann. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants [Электронный ресурс] // Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. 2001. N 11. С. 231-252. URL: <https://www.nature.com/articles/7500165> (дата обращения: 03.11.2022).

2. Карпенко О., Сюняков Т., Кулыгина М., Павличенко А., Четкина А., Андрющенко А. Влияние пандемии COVID-19 на уровень тревоги, депрессии и

дистресса: результаты онлайн-опроса в условиях пандемии в России. [Электронный ресурс] // Consortium Psychiatricum. 2020. N 1. С. 8-20. URL: <https://www.consortium-psy.com/jour/article/view/28> (дата обращения: 04.11.2022).

3. Penninx, B.W.J.H., Benros, M.E., Klein, R.S. How COVID-19 shaped mental health: from infection to pandemic effects [Электронный ресурс] // Nature Medicine. 2022. С. 2027-2037. URL: <https://www.nature.com/articles/s41591-022-02028-2> (дата обращения: 04.11.2022).

4. Weng T., Agarwal Y.. From Buildings to Smart Buildings—Sensing and Actuation to Improve Energy Efficiency [Электронный ресурс] // IEEE Design & Test of Computers. N 4, С. 36-44. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6261526> (дата обращения: 06.11.2022).

5. Hooman F., Ladan M., Adrian B., Taofeek A., Alphonse M., Precious D. P. Artificial Intelligence Evolution in Smart Buildings for Energy Efficiency [Электронный ресурс] // Applied Sciences. N 11. С. 763-784 URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/763> (дата обращения: 07.11.2022).

Mikhaylov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of the Modern Approach to Ensuring Safety and Security During Smart Buildings Operation.

In recent years, the issue of building smart sustainable cities has been increasingly discussed. The core of any city are buildings – technical structures that provide people with spaces for life, work and recreation. For a long time, work has been carried out to improve the comfort of use and increase efficiency. It is time to think about increased safety and reliability of their operation. To solve this problem, it is proposed to create digital twins of buildings and integrate them into management systems.

Key words: Smart buildings, IoT, safety, security, BIM.

УДК 004.852
ГРНТИ 28.23.37

ЭФФЕКТИВНОЕ ХРАНЕНИЕ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Е. В. Никифоров, А. А. Березкин

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

Эффективное хранение данных - важная задача при любой разработке, в наше время для этого принято использовать специализированные БД, которые решают большой спектр проблем, связанных с модификацией и чтением, формализацией API, но, к сожалению, БД не подходят для хранения медиа-данных: изображений, видео и т.д.

Основная проблема медиафайлов заключается в их размере: изображения с высоким разрешением могут весить более 10МБ в формате JPEG, а если конвертировать то же самое изображение в формат TGA, который не подразумевает сжатия, то размер может стать втрое больше. Хранение, а главное, передача такого большого объёма данных, даже при учете современных скоростей соединения, задача требующая большого внимания к деталям и опыта. В большинстве своём, форматы изображения как раз и решают подобные проблемы через сжатие исходного массива данных, тем самым также увеличивая скорость передачи данных.

В этой статье исследуется возможность применения искусственных нейронных сетей для сжатия растровых изображений, представлен программный комплекс для проведения исследований, а также рассмотрен один из вариантов алгоритма сжатия.

глубокое обучение, синтетические данные, нейросети, сжатие изображений

Программный комплекс.

Для проведения исследований был подготовлен проект программного комплекса для проведения тестов алгоритмов сжатия, схема которого представлена на рисунке 1.

Схема состоит из восьми частей:

1. Клиент
2. Сервер первичной валидации
3. Хранилище исходных изображений
4. Очередь обработки
5. Сервер обработки изображений
6. Хранилище обработанных изображений
7. База данных со статистикой обработки и сжатия
8. Анализ

Реализация каждой из частей может различаться, например, клиент может быть как легковесным веб-приложением, так и полноценным десктопным или мобильным приложением.

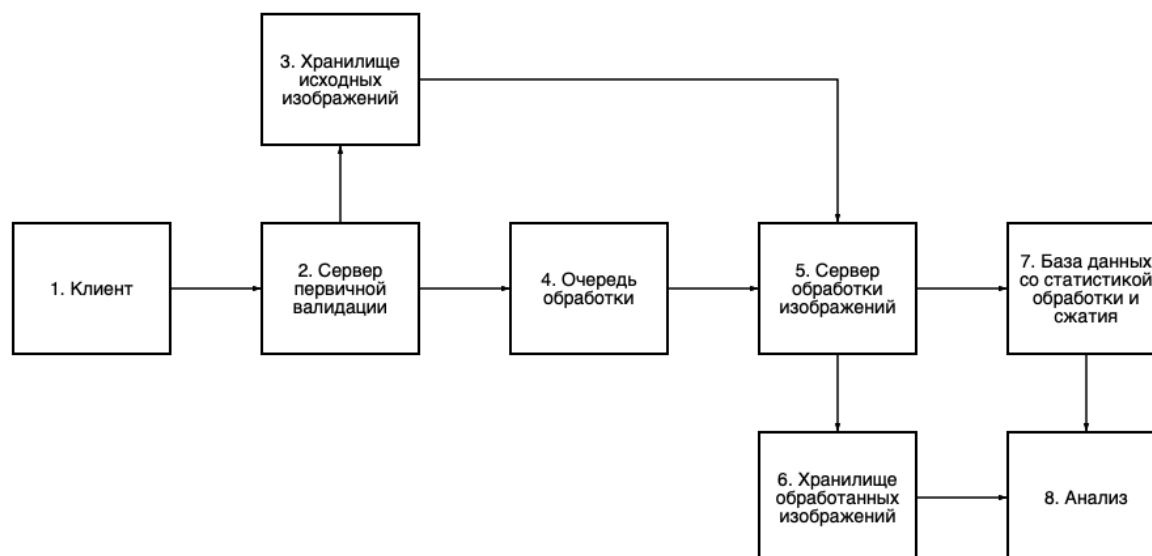


Рис. 1. Схема программного комплекса для проведения исследования

На первом этапе клиент принимает изображение и посылает его серверу первичной обработки, который проверяет полученный файл на соответствие поддерживаемым форматам и размерам. После подтверждения изображения изображение пересылается в хранилище исходных изображений, а также создается запрос на обработку и помещается в очередь обработки. Когда у сервера обработки изображений освобождаются ресурсы, он запрашивает из очереди следующий запрос и соответствующее исходное изображение. После обработки результат помещается в хранилище обработанных изображений, а статистика отправляется в базу данных для последующей обработки [1].

На стадии анализа происходит оценка эффективности сжатия путем сравнения размера обработанного изображения с размером исходного изображения, размером изображения в формате JPEG и PNG. Также на этом этапе собирается статистика по соотношению размера исходного изображения времени, понадобившегося на обработку, что в дальнейшем будет использовано для улучшения алгоритма сжатия.

Предложенное архитектурное решение позволило легко контейнеризировать независимые сервисы, масштабировать всю систему а также заменять или модифицировать отдельные блоки.

Основная исследовательская деятельность будет проходить в блоках 5 и 8, в том числе непосредственная имплементация алгоритмов и оценка их эффективности.

Алгоритм сжатия растровых изображений.

Одно из самых важных преимуществ нейронных сетей - это декларативность поиска решений. Под декларативностью здесь понимается отсутствие необходимости описания чёткого алгоритма для решения поставленной задачи[2], например, если мы имеем некоторый

набор точек на декартовой плоскости и нам необходимо выявить в них закономерность и постараться предсказать последующие значения, то мы можем постараться найти исходную функцию, что может оказаться крайне неэффективным, поскольку нам предстоит перебрать большое число вариантов, либо мы можем использовать простую нейронную сеть с одним входным нейроном и одним выходным, которые будут олицетворять аргумент функции и значение функции в точке соответственно, обучить модель на имеющихся точках и получить хоть и не до конца точную, но работающую функцию одного аргумента[3][4]. Нейросеть в данном случае сама выявит необходимые закономерности и позволит нам предсказывать последующие значения функции, таким образом одна модель будет хранить в себе одну функцию. Пример подобной реализации можно видеть на рисунке 2.

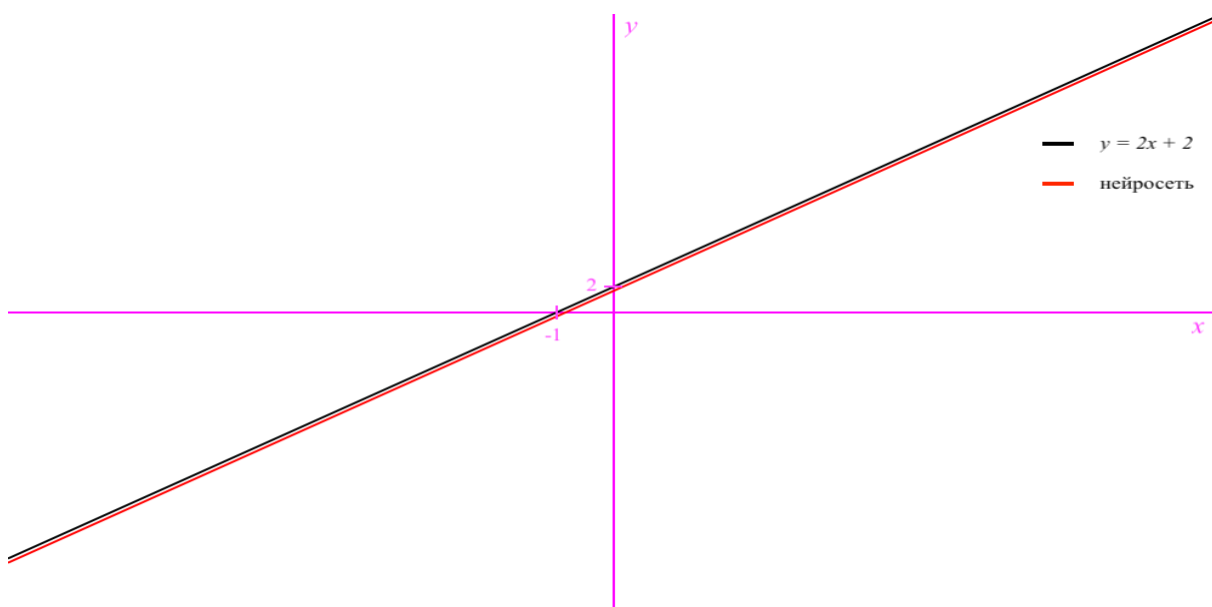


Рис. 2. Пример определения нейронной сетью закономерностей линейной функции

Здесь чёрной линией представлена функция $y = 2x + 2$, а красной её аналог, реализованный нейронной сетью. Для обучения были представлены отдельные значения, но на выходе мы получили достаточно точное представление исходной функции.

В сжатии изображений может быть использован схожий принцип: если разложить исходный медиа-файл на отдельные RGB каналы, то мы получим набор данных формата $\{X, Y, Z\}$, где X и Y - координаты пикселя изображения, а Z - значение канала в точке, таким образом на вход нейронной сети будут подаваться координаты, а на выходе мы ожидаем получить значение канала. В данном случае модель будет пытаться найти некую функцию 2-х аргументов в трехмерном пространстве, “ландшафтом” которой будет являться один из каналов исходного

изображения. Как и в предыдущем примере с простой 2-х мерной функцией, одна модель - одно изображение.

На рисунках 3 и 4 можно видеть пример работы прототипа, исходное изображение и его обработанная версия:



Рис. 3. Исходное 4x4 изображение

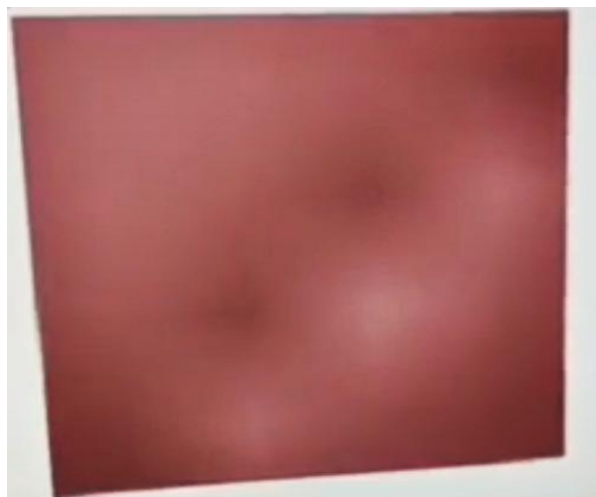


Рис. 4. Обработанная нейросетью версия.

Как видно на рисунке 4, над качеством обработанной версии необходима дополнительная работа, но можно заметить, что модель уже на данном этапе неплохо определяет “ландшафт” изображения.

На данный момент проводятся работы по улучшению качества получаемого изображения, а также дорабатывается сам алгоритм и программный комплекс. Представляются перспективными:

- использование сверточной нейронной сети на первых слоях [5];
- возможность перехода от RGB на HUE;
- проверка алгоритма Хаффмана для последующего сжатия;
- проверка эффективности сети Цао Ена, описанной в статье

Куликова А.И. и Михальченко Н.В. “Сжатие растровых изображений нейронными сетями Цао Ена”, сравнение этого алгоритма с алгоритмом, описанном в текущей статье [6].

Список используемых источников

1. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. М. : Мир, 1979. 600 с.
2. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. СПб ПараГраф Москва. 1990.
3. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. - М.: РиС, 2015. - 496 с.
4. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. - М.: Диалектика, 2019. - 1104 с.
5. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Нейростеовое моделирование. Принципы. Алгоритмы.
6. Куликов А.И., Михальченко Н.В. Сжатие растровых изображений нейронными сетями Цао Ена // GraphiCon'2001 – 2001. – / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.graphicon.ru/html/2001/Image_Processing/Kulikov_Mikhaltchenko.pdf.

Nikiforov E., Berezkin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Efficient storage of ritter images using neural networks.

Efficient data storage is an important task in any development, nowadays it is customary to use specialized databases for this, which solve a wide range of problems related to modification and reading, API formalization, but, unfortunately, databases are not suitable for storing media data: images , video, etc. The main problem with media files is their size: high-resolution images can be over 10MB in JPEG format, and if you convert the same image to TGA format, which does not involve compression, the size can become three times larger. Storing and, most importantly, transferring such a large amount of data, even with modern connection speeds, is a task that requires a lot of attention to detail and experience. For the most part, image formats just solve such problems by compressing the original data array, thereby also increasing the data transfer rate. This article explores the possibility of using artificial neural networks to compress bitmap images, presents a software package for research, and also considers one of the compression algorithm options.

Key words: *IPTV, caching, TV, time-shifted, the proxy.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

4.1 Интеллектуальные коммуникационные технологии

УДК 004.89

ГРНТИ 28.23.37

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ БАНКОВСКОГО НАДЗОРА

Н. А. Балакирев, В. Л. Литвинов

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

Информационные системы и технологии – самый важный элемент финансового сектора. Для увеличения производительности взаимодействия с финансовыми рынками в прогрессивной цифровой среде Банку России следует применять цифровые технологии для оптимизации и улучшения качества функций, что объединены с исполнением постоянных требований. Более лучшее банковское регулирование будет обеспечено системой прогнозирования главных показателей работы банков и планирования их дальнейшей деятельности. Решение данных задач особенно актуально в условиях экономических кризисов, так как позволяет оперативно выявлять существенные проблемы и обеспечить своевременную реакцию для проведения мер по финансовому оздоровлению кредитных организаций с неустойчивым финансовым положением.

системы поддержки принятия решений, прогнозирование, анализ.

Система поддержки принятия решений (СППР) – это взаимосвязанная совокупность средств, которая включает базу знаний с набором правил и механизмом вывода и обеспечивает на основании правил и представляемых пользователем фактов определение ситуации, установление диагноза, формулировку заключения либо рекомендации для подбора воздействия из множества вероятных при назначенной цели и задействованных аспектах [1].

При создании СППР применяются формализации:

- теории систем;
- теории вероятностей;
- теории исследования операций;
- теории принятия решений и другие [2].

Для принятия решения используется аналитический подход. Он заключается в построении математической модели управляемой системы и дальнейшем её анализе.

При решении задачи принятия решений СППР условно можно представить схемой, показанной на рис. 1.

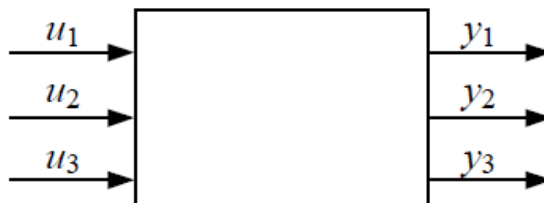


Рис. 1. СППР

На рис. 1 входные параметры – u_1, u_2, \dots, u_m , выходные параметры – y_i . Если изменить значения входных данных, то изменяются и выходные параметры y_i .

Подбор различных величин входных параметров u_i является итогом решения задания при принятии решений.

Если принято решение, значения выходных параметров y_i определены.

Оператор, который отражает зависимость между входными и выходными называется моделью:

$$y = f(u),$$

где y – параметры выходные, f – функция, зависящая от входных параметров u .

Математическая модель показана как математическая зависимость, она при известных управляющих влияниях может без исследований определить, какими будут параметры на выходе. Далее, когда принято решение, оно будет численно охарактеризовано.

Имеется целевая функция, она дает оценить качество принятия решения. Представленное значение находится в зависимости от входных и выходных параметров. Она представлена в виде:

$$Q = Q(u, y),$$

где Q – целевая функция.

В определенных заданиях нередко встречаются ограничения. Они записываются неравенством:

$$\varphi_i(u) \leq 0, i = \overline{1, k}.$$

При наличии ограничений, задание находится в поиске нужного решения, чтобы целевая функция принимала нужную наибольшую либо наименьшую величину, а также удовлетворение всех ограничений [3].

В следствии чего, задача находится в поиске управлений из области допустимых величин u , при которых выполняются условия ограничений, а целевая функция принимает наименьшее значение. То есть необходимо принять решение u^* , которое будет принадлежать области допустимых решений, $u^* \in U$. В этом случае целевая функция будет стремиться достигать своего минимального значения:

$$Q(u^*) = \min_{u \in U} Q(u, y).$$

В области финансового анализа при принятии решений важную роль играет прогнозирование показателей.

Системы прогнозирования предназначаются для предсказания будущего характера протекания процессов на базе знаний об их протекании в настоящем и прошлом, а также последствий развития ситуации на основе моделирования.

Прогнозирование выполняется на основе сбора и обработки статистической информации.

При создании систем прогнозирования используются формализации:

- теории временных рядов;
- теории корреляционного анализа;
- теории регрессионного анализа;
- теории нейронных сетей;
- теории когнитивного анализа;
- теории экспертных оценок;
- теории имитационного моделирования [1].

В наше время у финансовых рынков и перед Центральным Банком РФ в первую очередь стоят новые задачи, предопределенные изменением бизнес-моделей и быстрым формированием цифровых технологий, которые используют технологии искусственного интеллекта (ИИ), обработки огромных данных, применением распределенных реестров, открытых интерфейсов, и облачных технологий. Применение новых научно - технических решений при предоставлении экономических продуктов и услуг, увеличение производительности взаимодействия с клиентами – первостепенные направления использования цифровых технологий. Их внедрение поможет упростить, сделать дешевле

и повысить качество функций, которые связаны с исполнением регуляторных требований.

Имеющиеся программные комплексы Центрального Банка РФ, предназначенные для автоматизации работ структурных подразделений по надзору за процессом деятельности кредитных организаций и их филиалов, основываются на OLAP (интерактивная аналитическая обработка) подходе автоматизации поиска связей среди данных.

На данный момент анализ экономической деятельности банков проводится с использованием программного комплекса, который основан на:

- использовании системы показателей, которые характеризуют деятельность банков, выявляют риски, которые берут на себя банки, определяют зависимости между показателями;
- изучении управляющих факторов, которые изменяют ключевые показатели деятельности банков;
- сравнении рассчитанных показателей со средними показателями по группе однородных банков.

Показатели, используемые в рамках данной методики, группируются в аналитические пакеты в зависимости от направления анализа. Данные направления представлены на рис. 2.



Рис. 2. Аналитические пакеты СППР банковского надзора

Каждый аналитический пакет содержит выходные таблицы, графики, диаграммы. Часть отчетов может быть составлена в OLAP-таблицах, где пользователь самостоятельно выбирает критерии для построения отчета.

Система применяет большой объем входных данных:

- больше 40 конфигураций отчетности кредитных организаций;
- информацию по нормативно-справочной базе банковского сектора;
- данные о нарушениях кредитных организаций, о итогах инспекционных проверок, принятых мер надзорного реагирования, употребленных к кредитной организации.

Согласно Стратегии ИТ на 2021-2025 годы, ключевыми направлениями в формировании ИТ в области экономического анализа являются:

- предиктивная аналитика, а также в настоящем времени;
- технологии, которые собирают, хранят и обрабатывают огромные объёмы данных (BigData, SmartData);
- внедрение компонент управления данными, процедур и инструментов качества данных;
- развитие инструментов расширенной аналитики и внедрение механизмов ИИ для прогнозирования показателей;
- внедрение механизма оперативного доступа к данным.

Таким образом, развитие СППР в области финансового анализа различных кредитных организаций для надзорного блока Банка России предполагает внедрение новейших технологий работы с базами данных, а также интеллектуализацию данных систем, что позволит оптимизировать рабочие процессы Банка России в надзорном блоке.

Список используемых источников:

1. Птицына Л. К. Интеллектуальные системы и технологии: учебное пособие / Л. К. Птицына; рец. И. М. Новожилов; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб.: СПбГУТ, 2019 – 230 с.
2. Птицына Л. К. Информационные сети. Интеллектуальные информационные агенты: учебное пособие / Л. К. Птицына, С. М. Шестаков; рец.: В. П. Шкодырев, В. Н. Громов; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2008 – 209 с.

Balakirev N., Litvinov V.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Analysis of modern decision support systems in the field of banking supervision. Information systems and technologies are an integral part of the financial sector. In order to increase the efficiency of interaction with financial markets in the modern digital environment, the Bank of Russia should also use digital technologies to optimize and improve the quality of functions related to the implementation of regulatory requirements. Effective banking regulation can be ensured by a system for forecasting the main indicators of banks' activities and planning their future activities. The solution of these problems is especially important during economic crises, as it allows you to quickly identify significant problems and promptly respond to the adoption of measures for the financial recovery of credit institutions with an unstable financial situation.

Key words: *decision support systems, forecasting, analysis.*

УДК 004.94
ГРНТИ 28.17.23

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ

Д. Д. Дергачев, В. Л. Литвинов

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

Математические и имитационные модели играют важную роль в прогнозировании развития эпидемий. Благодаря данным моделям можно спрогнозировать, как будет протекать та или иная эпидемия и предпринять меры по их предотвращению. В данной статье рассмотрены и исследованы популярные математические модели распространения эпидемий, проведено их имитационное моделирование.

модель, имитационное моделирование, эпидемия

Для моделирования распространения эпидемий зачастую используется одна из наиболее популярных и простых моделей SIR. Смысл модели раскрывается в ее названии. Население делится на 3 группы: восприимчивые к заболеванию (S – Susceptible), зараженные (I – Infectious) и выздоровевшие (R – Recovered или removed). В рамках данной модели заболевание или инфекция передается от человека к человеку, а при выздоровлении человек получает иммунитет к болезни [1].

Данное количество людей в любой момент времени можно представить в виде формулы:

$$S+I+R=N,$$

где N – общее количество людей в популяции.

Для определения интенсивности заражения используется коэффициент β . Он обозначает то, сколько инфицированный человек может заразить за единицу времени. Один зараженный может заразить следующее количество восприимчивых за единицу времени:

$$\beta \cdot S \cdot N.$$

Тогда общее количество инфицированных за единицу времени вычисляется по формуле:

$$\beta \cdot S \cdot I \cdot N.$$

Для обозначения вероятности выздоровления используется коэффициент γ , который выражается, как обратное число от длительности болезни [2].

Таким образом, количество людей в каждой категории в единицу времени вычисляется по следующим формулам:

$$S_{n+1} = S_n - S_n \cdot I_n \cdot \beta N$$

$$I_{n+1} = I_n - S_n \cdot I_n \cdot \beta N - I_n \cdot \gamma$$

$$R_{n+1} = R_n + I_n \cdot \gamma$$

На рис. 1 и 2 представлены результаты моделирования по SIR в среде программного продукта AnyLogic. Переменные были выбраны следующие: частота контактов одного человека – 10 в день, коэффициент заразности – 0.05, средняя продолжительность болезни 15 дней. Длительность симуляции – 100 дней.

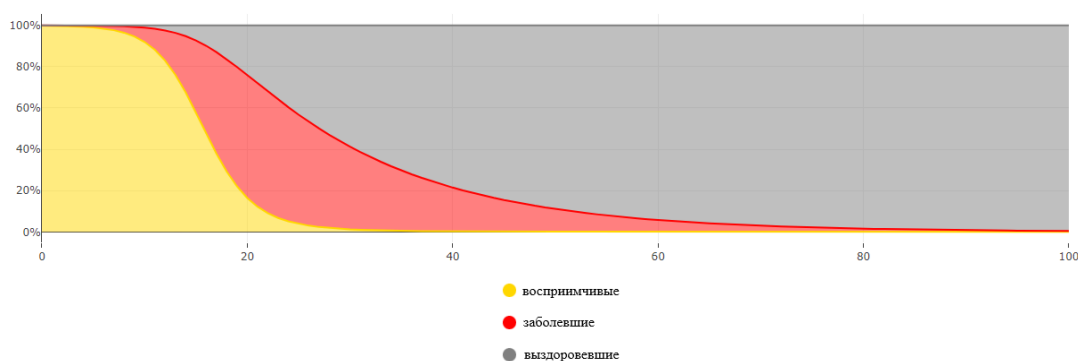


Рис. 1. Модель SIR в среде AnyLogic

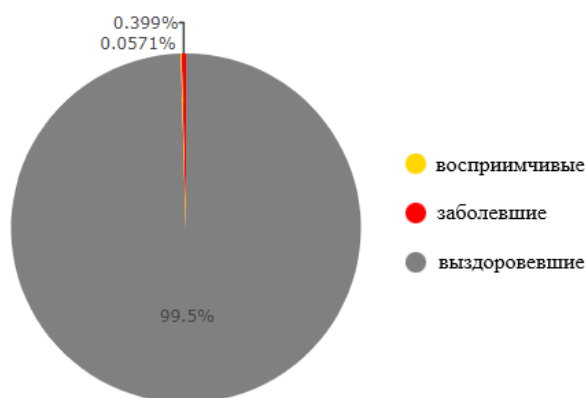


Рис. 2. Итоговое распределение населения по 3 группам после 100 дней симуляции

Преимуществом модели SIR является то, что она довольно проста и не содержит лишней информации, в этом и заключается популярность этой модели. Недостатком данной модели является то, что не учтены иные возможные параметры. Например, умершие от эпидемии относятся к группе выздоровевших.

Для учета умерших нужно вводить отдельный параметр, для которого нужно знать смертность исследуемой болезни. Кроме того, в модели SIR не берется в расчет инкубационный период болезни, учитывается

только коэффициент заразности болезни, а также постоянный иммунитет у переболевших.

Для компенсирования недостатков модели SIR предложена модель SEIR, в которой учитывается инкубационный период болезни (E – Exposed). В данной модели человек попадает сначала в группу E и только после инкубационного периода с определенной вероятностью переходит в группу I .

Существует множество других методов, основанных на методе SIR. Например, модель SIS используется для таких болезней, после которых не возникает длительный иммунитет (грипп, простуда). Модель SIRD учитывает умерших (D – Deceased), модель SIRV вводит понятие вакцинации, модель SEIS учитывает инкубационный период и не предполагает наличие иммунитета. Существует еще много других методов, ограничиваются они только фантазией исследователя [3].

Для каждой конкретной эпидемии следует подобрать подходящую под нее имитационную модель, для этого нужно учесть все входные параметры, характерные для рассматриваемого заболевания. Недостатком большой модели будет долгое время симуляции, но зато результат будет ближе к реальным условиям.

Таким образом, можно сделать вывод, что вышеописанные модели помогают смоделировать развитие эпидемии, на основе чего можно будет предпринять меры, обеспечивающие безопасность популяции и помогающие предотвратить негативное развитие событий путем введения карантина, проведения вакцинации и других мер.

Список используемых источников:

1. Матвеев А.В. Математическое моделирование оценки эффективности мер против распространения эпидемии covid 19 // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2020. №1. С. 23-39.
2. Paul-NP. Конструирование эпидемиологических моделей. [Электронный ресурс] // URL: habr.com/ru/post/551682/ (дата обращения: 13.11.2022).
3. Лосева А., Нездоймышапко М. Моделирование эпидемий: модель SIR. [Электронный ресурс] // URL: polit.ru/article/2020/05/06/sir/ (дата обращения: 13.11.2022).

Dergachev D., Litvinov V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research of epidemic distribution models.

Mathematical models play an important role in predicting the development of epidemics. Thanks to these models, it is possible to predict how this or that epidemic will proceed and take measures to prevent them. In this article, popular mathematical models of the spread of epidemics are considered and investigated.

Key words: model, simulation modeling, epidemic.

УДК 681.5.015
ГРНТИ 28.19.31

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СИСТЕМ

Е. А. Новиков

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

Рассматриваются методы нелинейной авторегрессии применительно к задаче идентификации систем. Исследуются различные виды нелинейностей, доступных для моделирования в среде MATLAB. Результаты моделирования исследуются на предмет соответствия исходной системе. Показывается, что нелинейная авторегрессия с глубокой нейронной сетью является эффективным методом идентификации систем.

идентификация динамических систем, парх, нелинейная авторегрессия, нейронные сети, многослойный перцептрон, глубокая нейронная сеть, машина опорных векторов, гауссовский процесс, дерево принятия решений, вейвлет-нейронная сеть

Задача идентификации систем является одной из актуальных задач теории динамических систем [1,2] и заключается в воссоздании зависимости «вход-выход» для системы, основываясь на ограниченном наборе примеров. В связи с развитием методов искусственного интеллекта методы решения этой задачи активно развиваются прямо сейчас.

Одно из основных программных средств, используемых при научных исследованиях, – среда MATLAB – имеет отдельный набор инструментов, специально предназначенных для решения задачи идентификации динамических систем [3]. В данной работе рассматриваются предлагаемые данной средой методы идентификации, основанные на модели нелинейной авторегрессии NARX (Nonlinear AutoRegression eXogenous – нелинейная авторегрессия с внешним входом), как нелинейного развития одной из простейших линейных моделей идентификации систем ARX (AutoRegression eXogenous – авторегрессия с внешним входом) [4, 5]. Модель NARX описывается как

$$y(t) = F(y(t-1), \dots, y(t-n_a), u(t), u(t-1), \dots, u(t-n_b)),$$

где F – нелинейная функция, u – управляющее воздействие, y – измеряемый параметр системы.

Среда MATLAB представляет несколько различных видов нелинейных функций, которые можно использовать в NARX модели [3]: двоичное дерево, ансамбль двоичных деревьев, вейвлет-нейронная сеть [6], однослойная сигмоидальная сеть, глубокая нейронная сеть [7], машина опорных векторов [8], гауссовский процесс [9].

Объект исследования данной работы – модели авторегрессии с названными выше видами нелинейности. Предмет исследования – качество идентификации различных систем этими моделями.

Для проведения экспериментов рассматривается набор данных «вход-выход» определенного размера, который разбивается на обучающую и

валидационную выборку. На основе обучающих данных строятся указанные выше модели нелинейной регрессии; после чего сравнивается качество их работы на валидационных данных. Наборы данных предоставляются средой MATLAB как примеры для исследований. Используются 3 различных набора данных.

Эксперимент делится на 2 части: линейную и нелинейную. Линейная часть представляет собой задачу поиска модели линейной авторегрессии ARX, которая бы наилучшим образом описывала моделируемую систему. В частности, осуществляется подбор числа запаздывающих элементов n_a и n_b , а также время запаздывания самой модели n_k . Нелинейная часть представляет собой обучение нелинейных моделей и сравнение качества их обучения. Исследование нелинейной части сопровождается приведением результатов эксперимента, на рисунках для удобства визуализации информации приводятся только несколько наилучших моделей и линейной модели для сравнения. В нелинейных моделях используются параметры генерации по умолчанию, за исключением: сигмоидальная сеть – число нейронов 15 (вместо 10), глубокая нейронная сеть – сигмоидальная сеть с двумя скрытыми слоями и числом нейронов в них 20 и 15 соответственно.

Эксперимент 1

Рассматривается нелинейная система, состоящая из двух резервуаров с жидкостью, находящихся один над другим и из которых постоянно вытекает жидкость. Входной параметр u – напряжение на насосе, находящемся в верхнем резервуаре, выходной y – высота уровня жидкости в нижнем резервуаре. Выборка данных представлена на рис. 1.

В результате линейной части эксперимента подобраны следующие значения для числа элементов запаздывания: $n_a = 30$, $n_b = 20$, $n_k = 7$. На рис. 2 приведены результаты нелинейной части эксперимента. Как можно видеть, наилучшее качество идентификации показывает глубокая нейронная сеть, за которой следует модель с использованием двоичного дерева и модель вейвлет-нейронной сети. Стоит заметить, что первые две модели показывают крайне высокое качество идентификации, достаточное для решения большого числа практических приложений.

Эксперимент 2

Рассматривается нелинейная система, представляющая собой электродвигатель. Входной параметр u – напряжение на механизме вращения клапана подачи топлива, выходной y – число оборотов двигателя. Выборка данных представлена на рис. 3.

В результате линейной части эксперимента подобраны следующие значения для числа элементов запаздывания: $n_a = 2$, $n_b = 2$, $n_k = 10$. На рис. 4 приведены результаты нелинейной части эксперимента. Как можно видеть, наилучшее качество идентификации показывает модель гауссовского процесса, за ней следует модель с двоичным деревом и модель с глубокой нейронной сетью. Стоит заметить, что все модели показывают хорошее качество идентификации, достаточное для решения значительного числа практических задач.

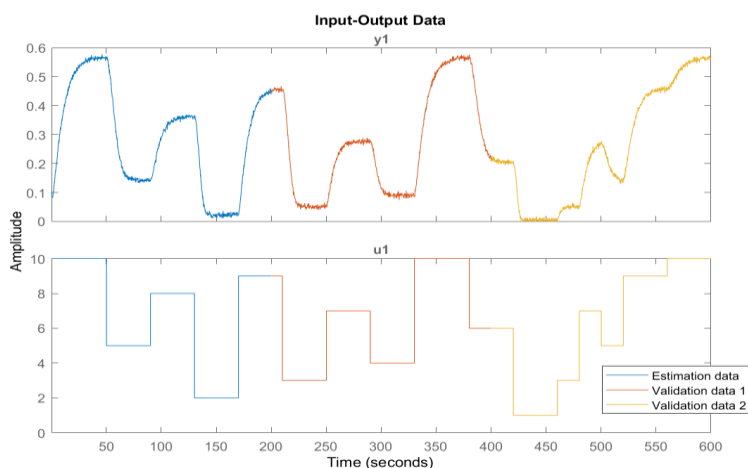


Рис. 1. Выборка данных первого эксперимента

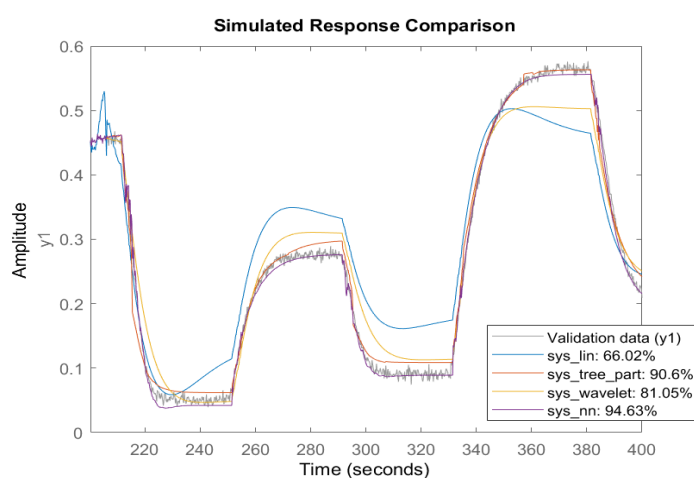


Рис. 2. Сравнение NARX моделей в первом эксперименте

Эксперимент 3

Рассматривается нелинейная система, представляющая собой магнитореологический амортизатор. Входной параметр u – скорость демфера, выходной y – сила демфера. Выборка данных представлена на рис. 5.

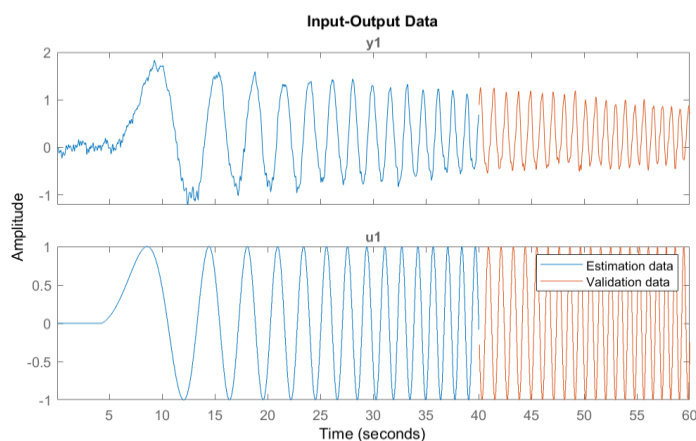


Рис. 3. Выборка данных второго эксперимента

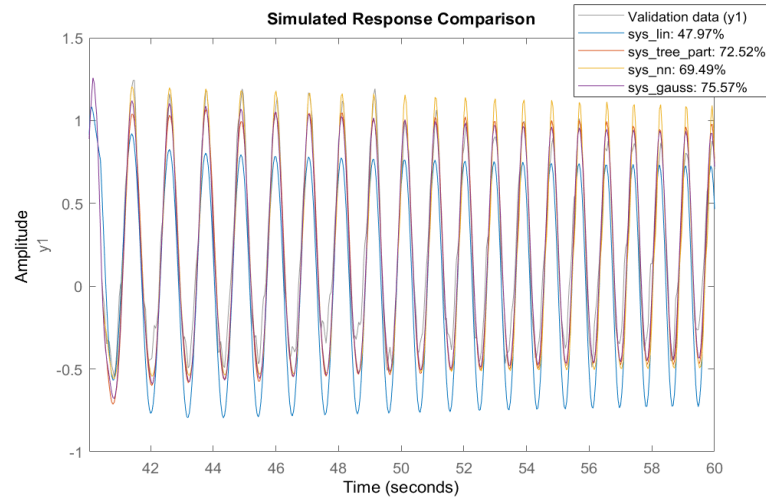


Рис. 4. Сравнение NARX моделей во втором эксперименте

В результате линейной части эксперимента подобраны следующие значения для числа элементов запаздывания: $n_a = 1000$, $n_b = 1000$, $n_k = 0$. Однако такое число запаздывающих элементов крайне усложняет процесс вычислений из-за того, что выбраны значения $n_a = 10$, $n_b = 10$, $n_k = 0$ (при n_a и n_b меньше 10 качество идентификации начинает резко падать). На рис. 6 приведены результаты нелинейной части эксперимента. Как можно видеть, наилучшее качество идентификации показывает глубокая нейронная сеть, за которой следует модель с ансамблем двоичных деревьев и модель гауссовского процесса. Стоит заметить, что глубокая нейронная сеть показывает крайне высокое качество идентификации, достаточное для решения большого числа практических приложений.

По результатам трех проведенных экспериментов с различными системами можно сделать вывод, что нелинейная авторегрессия с глубокой нейронной сетью является эффективным методом идентификации динамических систем – этот метод позволяет построить как минимум приемлемую модель, а часто – отличную модель системы. Прочие модели показывают лучший результат лишь в определенных ситуациях.

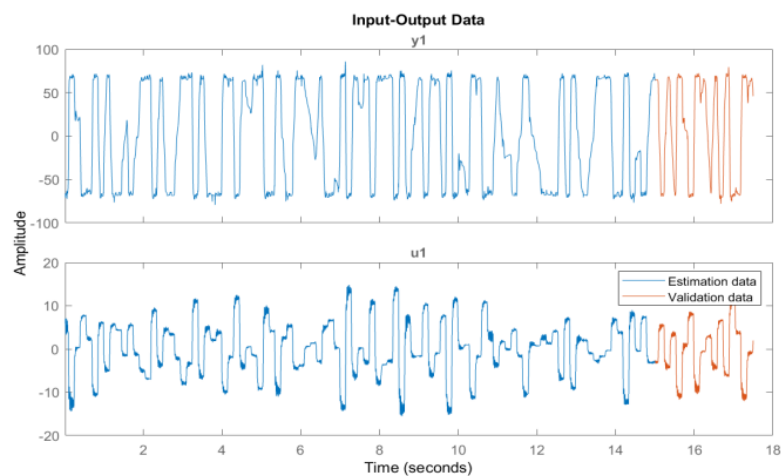


Рис. 5. Выборка данных третьего эксперимента

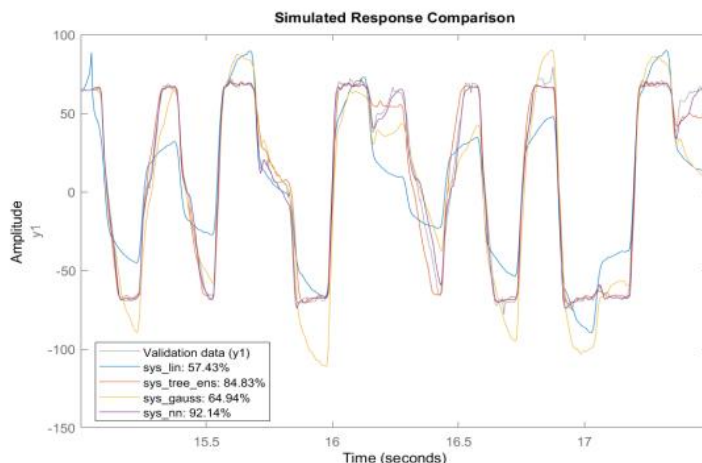


Рис. 6. Сравнение NARX моделей в третьем эксперименте

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Brunton S. L., Kutz J. N. Data-Driven Science and Engineering Machine Learning, Dynamical Systems, and Control. Cambridge : Cambridge University Press, 2019. 495 с.
2. Бойков И. В., Кривулин Н. П.. Методы идентификации динамических систем // Программные системы: теория и приложения. 2014. N 5. С. 79–96.
3. Ljung L. System Identification Toolbox User's Guide. The MathWorks, Inc., 2022. URL : https://uk.mathworks.com/help/pdf_doc/ident/ident_ug.pdf (дата обращения: 14.11.2022).
4. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: пер. с англ., под ред. Я. З. Цыпкина. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. 432 с.
5. Narendra K. S., Parthasarathy K. Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks // IEEE Transactions on Neural Networks. 1990. N 1. С. 4–27
6. С. А. Терехов. Вейвлеты и нейронные сети. Лекция для школы-семинара Современные проблемы нейроинформатики. М. : МИФИ. 2001. URL: <http://neurolectures.narod.ru/2001/Terekhov-2001.pdf> (дата обращения: 14.11.2022).
7. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс : перевод с англ. Н. Куцсуль, А. Шелестова. М. : Вильямс, 2006. 1104 с.
8. Vapnik, V. N. Statistical Learning Theory. New York : Wiley, 1998. 760 с.
9. Stein, M.L. Interpolation of Spatial Data: Some Theory for Kriging. New York : Springer Science+Business Media, 1999. 263 с.

Novikov E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Comparative analysis of nonlinear autoregression methods for system identification. Nonlinear autoregression methods for system identification are being reviewed. The study is being conducted on different types of nonlinearity, available for modeling in MATLAB. The results of modeling are being examined with regard to correspondence with original system. It is shown that nonlinear autoregression with deep neural network is a universal system identification method.

Key words: *dynamic system identification, narx, nonlinear autoregression, neural network, multilayer perceptron, deep neural network, support vector machine, Gaussian process, binary tree partition, wavelet network.*

УДК 004.7:004.422.8

ГРНТИ 20.01.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

В. Е. Петрова, Л. К. Птицына

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

Представлены причины востребованности сервис-ориентированных систем с мягкой архитектурой. Описаны отличительные особенности сервис-ориентированных систем с мягкой архитектурой. Проведен анализ известных достижений в формировании модельно-аналитического интеллекта для сервис-ориентированных систем с мягкой архитектурой. Предложено расширение моделей и методов формирования модельно-аналитического интеллекта. Раскрыты новые математические процедуры для сравнительного анализа альтернативных вариантов использования модельно-аналитического интеллекта в сервис-ориентированных системах.

архитектура, сервис-ориентированная система, качество, искусственный интеллект, моделирование, модельно-аналитический интеллект

Для успешного развития цифровой экономики требуются конкурентоспособные высокотехнологичные информационные инфраструктуры с управляемой конфигурационной гибкостью, адекватной реальным ситуациям в окружающей среде, и с управляемым качеством, соответствующим ситуационным целеполаганиям. Подобная направленность в управляемости обеспечивается в мягкой архитектуре сервис-ориентированных систем [1].

В организации мягких архитектур сервис-ориентированных систем соблюдаются основополагающие принципы базовой расширенной концепции, предусматривающей управление качеством выполняемых сервисов [2].

Предметная направленность профессиональной деятельности, реализуемой в среде сервис-ориентированных систем с управляемым качеством, отражается в многообразии моделей сервис-ориентированных систем, на основе которых разрабатывается модельно-аналитический интеллект [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Все представленные в [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8] модели и аналитические методы разработки модельно-аналитического интеллекта ориентируются на профилирование качества через определение плотностей распределений времени выполнения сервис-ориентированной деятельности, получаемое с помощью модификации метода свертки. Наиболее обобщенный метод подобного профилирования качества раскрывается в [1].

Любое аналитическое моделирование нуждается в подтверждении корректности получаемых результатов, тем более что модельно-аналитический интеллект в мягких архитектурах сервис-ориентированных систем предназначается для управления их конфигурацией. В связи с этим предлагается расширить базис методов аналитического моделирования посредством введения метода преобразования графов.

В рамках предлагаемого расширения представляются результаты аналитического моделирования двух альтернативных вариантов использования модельно-аналитического интеллекта в сервис-ориентированных системах с мягкой архитектурой.

При первом варианте предусматривается условное подключение модельно-аналитического интеллекта в обратной связи. В таком случае $E_{ISOS}(k)$ математическое ожидание сервис-ориентированной деятельности с управляемым качеством, выполняемой интеллектуальной системой, определяется следующим выражением, полученным с помощью метода преобразования графов:

$$E_{ISOS}(k_{ISOS}) = \frac{p E_{MAI}(k_{MAI}) + E_{SMAI}(k_{SMAI}) + E_{SOS}(k_{SOS})}{(1-p)},$$

$$E_{MAI}(k_{MAI}) = \sum_{k_{MAI}=1}^{K_{MAI}} k_{MAI} f_{MAI}(k_{MAI}),$$

$$E_{SMAI}(k_{SMAI}) = \sum_{k_{SMAI}=1}^{K_{SMAI}} k_{SMAI} f_{SMAI}(k_{SMAI}),$$

$$E_{SOS}(k_{SOS}) = \sum_{k_{SOS}=1}^{K_{SOS}} k_{SOS} f_{SOS}(k_{SOS}),$$

где p – вероятность проявления необходимости подключения модельно-аналитического интеллекта;

$E_{MAI}(k_{MAI})$ – математическое ожидание времени реализации модельно-аналитического интеллекта;

$f_{MAI}(k_{MAI}), k_{MAI}=1,2,\dots,K_{MAI}$ – плотность распределения времени реализации модельно-аналитического интеллекта;

$E_{SMAI}(k_{SMAI})$ – математическое ожидание времени принятия решения о необходимости подключения модельно-аналитического интеллекта;

$f_{SMAI}(k_{SMAI}), k_{SMAI}=1,2,\dots,K_{SMAI}$ – плотность распределения времени принятия решения о необходимости подключения модельно-аналитического интеллекта;

$E_{SOS}(k_{SOS})$ – математическое ожидание времени выполнения сервис-ориентированной деятельности с неуправляемым качеством;

$f_{SOS}(k_{SOS})$, $k_{SOS}=1,2,\dots,K_{SOS}$ – плотность распределения времени выполнения сервис-ориентированной деятельности с неуправляемым качеством.

При втором варианте модельно-аналитический интеллект непрерывно функционирует параллельно с реализуемыми сервисами. При подобной схеме подключения модельно-аналитического интеллекта математическое ожидание сервис-ориентированной деятельности с управляемым качеством, выполняемой интеллектуальной системой, находится согласно выражению, выведенному с использованием модифицированного метода свертки:

$$f_{ISOS}(k_{ISOS}) = \left(\sum_{k_{MAI}=1}^{k_{ISOS}} f_{MAI}(k_{MAI}) \right) \left(\sum_{k_{SOS}=1}^{k_{ISOS}} f_{SOS}(k_{SOS}) \right) - \left(\sum_{k_{MAI}=1}^{k_{ISOS}-1} f_{MAI}(k_{MAI}) \right) \left(\sum_{k_{SOS}=1}^{k_{ISOS}-1} f_{SOS}(k_{SOS}) \right),$$

$$k_{ISOS} = \max(\min k_{MAI}, \min k_{SOS}), \dots, \max(\max k_{MAI}, \max k_{SOS}),$$

$$E_{ISOS}(k) = \sum_{k_{ISOS}=1}^{K_{ISOS}} k_{ISOS} f_{ISOS}(k_{ISOS}),$$

$$K_{ISOS} = \max(\max k_{MAI}, \max k_{SOS}).$$

На основе приведённых математических преобразований организуется и проводится сравнительный анализ альтернативных схем подключения модельно-аналитического интеллекта и выбора наилучшего из сравниваемых вариантов.

Предлагаемые математические процедуры расширяют знания о качестве функционирования интеллектуальных сервис-ориентированных систем с мягкой архитектурой.

Список используемых источников:

1. Птицына Л. К., Эль Сабаяр Шевченко Н., Белов М. П., Птицын А. В. Математическое обеспечение мягких архитектур сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости // XXIV Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2021). Сборник докладов. Санкт-Петербург. 26 – 28 мая 2021 г. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». С. 121-124.

2. Птицына Л. К. Программное обеспечение компьютерных сетей. Управление крупно-гранулярными процессами на основе языка VPEL : учебное пособие / Л. К. Птицына, Н. Г. Смирнов; рец. В. Г. Орехов. СПб. : Издательство Политехнического университета, 2011. 105 с.

3. Птицына Л. К., Птицын А. В. Интеллектуальное конфигурирование сервис-ориентированных систем // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении : сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (21-23 мая 2019 г.) / отв. редактор К.А. Маковейчук. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 48-51.

4. Золотов О. И., Птицына Л. К., Темникова М. В. Организация интеллектуального поиска контента для систем дистанционного образования // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX –я

Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей. СПб. : СПбГУТ, 2020. С. 351-356.

5. Птицына Л. К., Карачинская Е. А., Маргаритова Я. С. Расширенные объектно-ориентированные модели сервис-ориентированных систем для организации коммуникативных процессов контрагентов // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2019). XI Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 23-25 октября 2019 г.: Материалы конференции. / СПОЙСУ. – СПб, 2019. С. 142-144.

6. Птицына Л. К., Дымченко А. В. Моделирование мультиагентных систем принятия решений по обнаружению угроз информационной безопасности // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 7 / СПОЙСУ. – СПб., 2019. С. 115- 118.

7. Ptitsyna L. K., Zharanova A. O., Belov M. P., Ptitsyn A. V. CONTROL OF SOFT ARCHITECTURE OF DISTRIBUTED COMPLEX INFORMATION SECURITY SYSTEMS. В сборнике: Proceedings of 2021 IV International Conference on Control in Technical Systems (CTS). IEEE, 2021. С. 103-106.

8. Птицына Л. К., Эль Сабаяр Шевченко Н., Птицын А.В. Моделирование коммуникационно-вычислительных процессов систем телекоммуникаций при сквозном объединении диаграмм состояний и диаграмм деятельности // Телекоммуникации. № 4. 2022. С. 32-40.

Petrova V., Ptitsyna L.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Comparative Analysis of Alternative Uses for Model-Analytical Intelligence in Service-Oriented Systems.

The reasons for the demand for service-oriented systems with a soft architecture are presented. The distinctive features of service-oriented systems with a soft architecture are described. The analysis of known achievements in the formation of model-analytical intelligence for service-oriented systems with a soft architecture is carried out. An extension of models and methods for the formation of model-analytical intelligence is proposed. New mathematical procedures are disclosed for comparative analysis of alternative options for using model-analytical intelligence in service-oriented systems.

Key words: *architecture, service-oriented system, quality, artificial intelligence, modeling, model-analytical intelligence.*

УДК 004.7:004.422.8

ГРНТИ 20.01.07

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. А. Птицын, Л. К. Птицына

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

Рассмотрены основания для актуальности автоматического отслеживания изменений показателей профессиональной деятельности. Сформирован базис моделей для описания поведения показателей профессиональной деятельности. Предложены новые интеллектуальные процедуры для отслеживания изменений показателей профессиональной деятельности. Раскрыт характер обработки данных при автоматическом отслеживании. Представлена значимость предложенных инноваций.

профессиональная деятельность, обработка данных, искусственный интеллект, априорная неопределённость, показатель, модель

В условиях рыночной экономики предприятия, учреждения, организации и корпорации стремятся к устойчивой конкурентоспособности, предусматривая для этого мониторинг соответствующих профессиональных показателей. При развитии цифровой экономики повышается значимость мониторинга профессиональных показателей, определяющих конкурентоспособность, в силу существенного ускорения процессов проектирования, создания и сопровождения производимой продукции.

Успешность повышения качества жизни на основе развития цифровой экономики находится в непосредственной зависимости от безопасности жизнедеятельности. При обеспечении безопасности жизнедеятельности предусматривается мониторинг показателей, характеризующих наблюдаемые ситуации.

В определённых сегментах профессиональной деятельности анализ динамики определённых показателей является неотъемлемой составляющей рабочих процессов. Подобная направленность работ наблюдается при управлении отраслями, предприятиями (организациями, учреждениями, корпорациями), инновациями, финансами и другими ресурсами. Востребованность анализа поведения показателей деятельности в контексте различного целеполагания подтверждается разнообразием контента, представленного в современных публикациях [1, 2, 3].

Важность отслеживания изменений в динамике показателей возрастает по мере понимания того, что вслед за выявлением соответствующих им событий осуществляется прогнозирование их

поведения для достижения поставленных целей при выполнении профессиональной деятельности.

Задачным аналогом отслеживания изменений в динамике показателей профессиональной деятельности может являться задача о разладке, решаемая в приложениях при медицинском и техническом диагностировании, обеспечении безопасности жизнедеятельности, промышленной и информационной безопасности и при многих других направленностях работ [4, 5, 6, 7].

Необходимостью реагирования на события, вызывающие выявленные изменения, предопределяется приоритетность решения задачи о разладке в реальном масштабе времени.

В отличие от известных традиционных решений представленной задачи, где обрабатываются полные выборки оценённых или наблюдаемых значений показателей, в предлагаемом решении совмещается процесс автоматического отслеживания изменений показателей профессиональной деятельности, процесс прогнозирования их поведения на временных периодах между выявляемыми изменениями в реальном масштабе времени и управление качеством отслеживания критических изменений. Для управления качеством отслеживания критических изменений разрабатывается и применяется модельно-аналитический интеллект.

Модельно-аналитический интеллект формируется в процессе аналитического моделирования решающего правила задачи о разладке.

В предлагаемом решении принимается предположение о том, что профессиональные параметры или их тренды описываются в классе стационарных случайных процессов и возможные изменения проявляются в случайные априорно неопределённые моменты времени в параметрическом пространстве их описаний. В классе описаний стационарных случайных процессов выбираются описания временных рядов. В базис описаний включаются все известные разновидности: модель авторегрессии, модель скользящего среднего, модель авторегрессии – скользящего среднего. Ориентация на реальный масштаб времени обеспечивается рекуррентным оцениванием параметров описаний временных рядов в темпе поступления оценённых или наблюдаемых значений показателей профессиональной деятельности.

При отслеживании изменений показателей профессиональной деятельности согласно представляемому решению задачи осуществляются следующие процедуры:

- 1) позиционирование типов моделей временных рядов для описания динамики показателей профессиональной деятельности;
- 2) задание или обновление в реальном масштабе времени описаний критических изменений показателей профессиональной деятельности;

3) параллельные вычисления модельно-аналитическим интеллектом параметров решающих правил обнаружения изменений показателей профессиональной деятельности;

4) параллельное рекуррентное оценивание параметров описаний временных рядов;

5) параллельная реализация решающих правил для анализируемой группы показателей профессиональной деятельности;

6) регистрация дискретного времени изменений для тех показателей, в динамике которых соответствующие решающие правила обнаружили изменения, и передача зарегистрированной информации службам выявления событий, приводящим к наблюдаемой ситуации;

7) параллельное рекуррентное уточнение параметров описаний временных рядов для тех показателей, в динамике которых не обнаружено изменений, и рекуррентное оценивание параметров описаний временных рядов показателей с изменениями в динамике.

8) переход к процедуре 5.

Позиционирование типов моделей временных рядов для описания динамики показателей профессиональной деятельности осуществляется на основе результатов проводимых исследований статистических свойств ранее накопленных данных, представляющих значения анализируемых показателей профессиональной деятельности.

В соответствии с характером принятых допущений решающими правилами реализуется метод невязок. Решающая функция $S(n, j)$ применительно к каждому показателю профессиональной деятельности формируется согласно следующему преобразованию

$$S(n, j) = \frac{\sum_{i=1}^j \left[((x_{n-j+i} - f(\bar{x}, \bar{h}^{(1)})) / \beta^{(1)})^2 - 1 \right]}{\sqrt{\gamma - 1} j},$$

$$n=1, 2, \dots; j=1, 2, \dots, N;$$

где n – дискретное время отслеживания;

x_n – текущее значение показателя профессиональной деятельности, описываемого стохастической моделью вида

$$x_n = \begin{cases} f(\bar{x}, \bar{h}^{(1)}) + \beta^{(1)} Z_n, n < n_0, \\ f(\bar{x}, \bar{h}^{(2)}) + \beta^{(2)} Z_n, n \geq n_0, \end{cases}$$

$f(.,.)$ – функциональное преобразование модели временного ряда значений показателя профессиональной деятельности;

$\bar{x} = (x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_{n-r})$ – вектор предыдущих значений показателя профессиональной деятельности, размерность которого r определяется результатами выполнения действий в первой процедуре;

$(\bar{h}^{(i)}, \beta^i)$, $i=1,2$ – вектор параметров соответствующей модели временного ряда;

n_0 – априорно неопределённый момент появления изменений;

Z_n – дискретный белый шум с четвёртым центральным моментом γ , с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией;

N – дискретный период накопления решающей функции $S(n, j)$.

В силу априорной неопределённости параметров временного ряда значений показателя профессиональной деятельности, компоненты соответствующей стохастической модели $\bar{h}^{(1)}, \beta^{(1)}$ рекуррентно оцениваются по мере поступления данных.

Дискретное время появления изменений в динамике показателя профессиональной деятельности регистрируется при выполнении следующих неравенств

$$|G(n^*, j)| \geq H, |G(n^* - 1, j)| < H,$$

где n^* – оценка априорно неопределённого момента дискретного времени n_0 ;

H – порог, определяемый модельно-аналитическим интеллектом.

Предлагаемые процедуры и соответствующее математическое обеспечение информационной системы для обработки и анализа данных расширяет архитектурные представления об организации автоматического отслеживания показателей профессиональной деятельности.

Список используемых источников:

1. Засядько К. И., Богомолов А. В., Солдатов С. К., Вонаршенко А. П., Борейчук А. Ф., Язлюк М. Н. Динамика показателей интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов управления воздушным движением // Медицина труда и промышленная экология. 2019. № 1. С. 31-37.

2. Дорошенко С. Н., Прийма К. А., Ляшенко А. Я. Анализ рынка акций на примере российских горнодобывающих компаний // Актуальные проблемы экономики и управления. 2022. № 1 (33). С. 3-7.

3. Французенко П. С. Исследование изменений индекса Мосбиржи в зависимости от количества зарегистрированных пользователей // Вестник Академии знаний. 2022. № 48 (1). С. 461-466.

4. Птицына Л. К., Птицын Н. А. Расширение знаний о раннем обнаружении появляющихся изменений // Наука. Информатизация. Технологии. Образование : материалы XIII междунар. научно-практической конф. «Новые информационные технологии в образовании и науке НИТО 2020» Екатеринбург, 24–28 февраля 2020 г.

ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет». Екатеринбург, 2020. С. 248-252.

5. Птицына Л. К., Паскин Д. М. Анализ рисков срыва временного регламента по обнаружению угроз информационной безопасности // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2019). XI Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 23-25 октября 2019 г.: Материалы конференции. / СПОИСУ. СПб, 2019. С. 466 – 468.

6. Птицына Л. К., Паскин Д. М. Определение рисков срыва временного регламента по обнаружению угроз информационной безопасности // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 7 / СПОИСУ. СПб., 2019. С. 126 – 128.

7. Паскин Д. М., Птицына Л. К. Модельно-аналитический интеллект агентов обнаружения внезапно появляющихся событий // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Т. 7. № 4. С. 43-49.

Ptitsyn N., Ptitsyna L.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Automatic tracking of changes in professional performance significatives.

The grounds for the relevance of automatic tracking of changes in significatives of professional activity are considered. The basis of models for describing the behavior of significatives of professional activity has been formed. New intellectual procedures are proposed for tracking changes in the significatives of professional activity. The nature of data processing during automatic tracking is disclosed. The significance of the proposed innovations is presented.

Key words: professional activity, data processing, artificial intelligence, a priori uncertainty, significative, model.

УДК 004.7:004.422.8

ГРНТИ 20.01.07

ФОРМИРОВАНИЕ РАСШИРЕННЫХ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ТИПОВЫХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА

Л. К. Птицына, Д. А. Пелих

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

Предложено сравнение систем автоматизации электронного документооборота с позиций представления знаний о технологиях их жизненного цикла. Сформированы расширенные объектно-ориентированные модели типовых процессов систем автоматизации документооборота. Формализован процесс анализа систем автоматизированного документооборота. Описаны ключевые особенности анализа.

автоматизация документооборота, объектно-ориентированные модели, сервис-ориентированная система, информационная система, база данных

Успешное развитие цифровой экономики включает разработку и развитие функциональности сервис-ориентированных систем. Автоматизация различных профессиональных процессов, в том числе документооборота, является важным направлением цифровой трансформации. Однако в большинстве случаев функционал систем автоматизации документооборота реализуется вне сравнительного контекста с известными существующими системами управления процессами организации документооборота. Вместе с тем, условия сокращения времени жизненного цикла любого профессионального процесса предполагают выбор наилучших режимов сопровождения документооборота. В связи с этим встает вопрос определения и контроля временных характеристик системы. Для разрешения проблемной ситуации при анализе систем автоматизированного документооборота требуется выбрать показатели, позволяющие достигнуть адекватной оценки функционирования системы.

В соответствии со стохастическим характером временных свойств документооборота основным показателем качества выбирается его математическое ожидание. В целях расширения знаний о качестве функционирования систем документооборота предлагается применение расширенного объектно-ориентированного моделирования [1, 2, 3].

Проводимое моделирование ориентируется на аналитическое сравнение эффективности сторонней и разрабатываемой систем автоматизации документооборота, типовые возможности и функционал которых приведены в [4]. На рис. 1 и 2 отображены построенные расширенные объектно-ориентированные модели сторонней и проектируемой систем автоматизации документооборота.

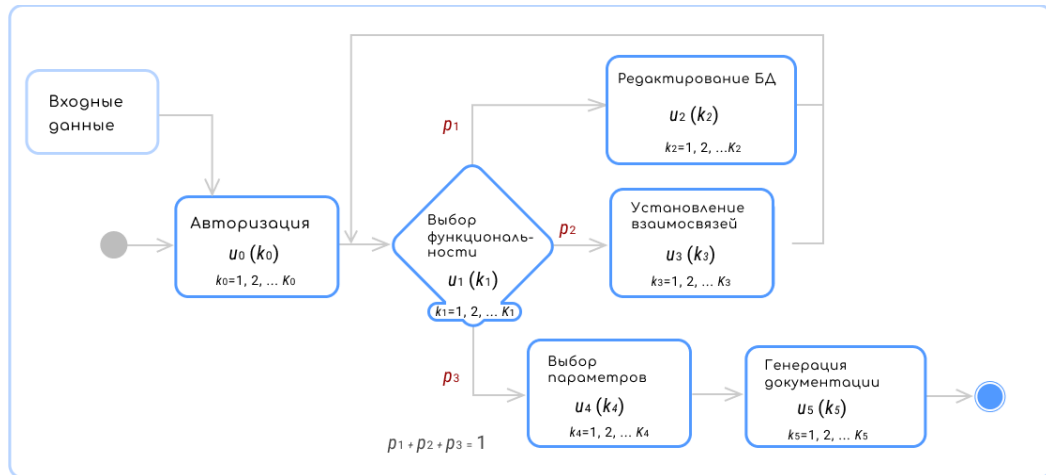


Рис. 1. Расширенная объектно-ориентированная модель сторонней системы автоматизации документооборота

где $u_0(k_0)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса авторизации;

$u_1(k_1)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса выбора функциональности;

$u_2(k_2)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса редактирования базы данных;

$u_3(k_3)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса установления взаимосвязей;

$u_4(k_4)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса выбора параметров;

$u_5(k_5)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса генерации документации;

k_i – дискретное время выполнения i -го процесса;

K_i – верхняя граница дискретного времени выполнения i -го процесса;

Причём сумма вероятностей альтернативных процессов (p_1, p_2, p_3) должна равняться единице.

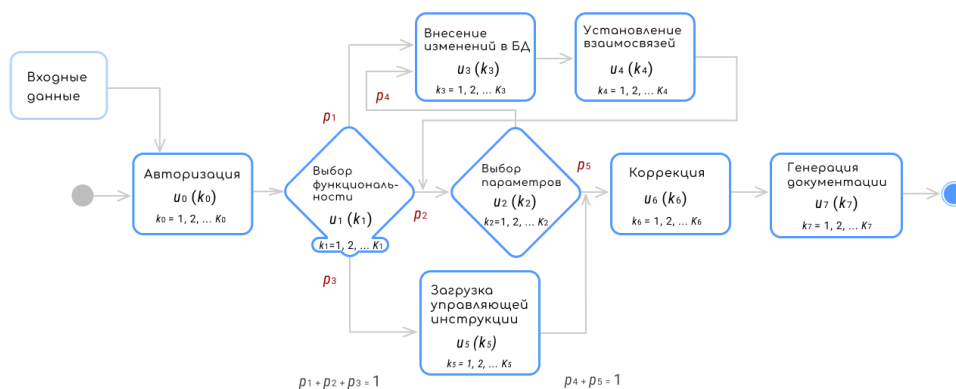


Рис. 2. Расширенная объектно-ориентированная модель проектируемой системы

где $u_0(k_0)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса авторизации;

$u_1(k_1)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса выбора функциональности;

$u_2(k_2)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса выбора параметров;

$u_3(k_3)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса внесения изменений в базу данных;

$u_4(k_4)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса установления взаимосвязей;

$u_5(k_5)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса загрузки управляющей инструкции;

$u_6(k_6)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса коррекции;

$u_7(k_7)$ – плотность распределения вероятностей времени выполнения процесса генерации документации.

Сумма вероятностей альтернативных процессов (p_1, p_2, p_3) и (p_4, p_5) также должна равняться единице.

Для анализа построенных моделей в целях нахождения зависимостей математических ожиданий времени документооборота от их параметров моделей выбирается метод свёртки. При реализации метода свёртки выделяются два типовых фрагмента: свёртка альтернативных процессов и свёртка цикла. Применяются правила преобразования альтернативных процессов и цикла [5, 6]. Математическое ожидание времени выполнения типового процесса профессиональной деятельности для сторонней $E [k_{0,1,2,3,4,5}]$ и проектируемой $E [k_{0,1,2,3,4,5,6,7}]$ систем автоматизации документооборота:

$$\begin{aligned}
 &= E [k_0] + \\
 &+ \frac{E [k_1] + p_1 E [k_2] + p_2 E [k_3]}{1 - (p_1 + p_2)} + E [k_4] + E [k_5]. \\
 &= E [k_0] + E [k_1] + \\
 &+ p_1 \left(E [k_3] + E [k_4] + \frac{E [k_2] + p_4 (E [k_3] + E [k_4])}{1 - p_4} \right) \\
 &+ p_2 \left(\frac{E [k_2] + p_4 (E [k_3] + E [k_4])}{1 - p_4} \right) + \\
 &+ p_3 E [k_5] + E [k_6] + E [k_7].
 \end{aligned}$$

Приведённые формализации и выведенные аналитические соотношения позволяют провести сравнение анализируемых систем автоматизированного документооборота при различных исходных условиях.

Список используемых источников:

1. Птицына Л.К., Кондратьев Д.А., Эльсабаяр Шевченко Интеллектуальные профили сервис-ориентированных архитектур // Труды учебных заведений связи 2016 Т.2, № 2 С. 72-77.
2. Птицына Л.К., Эль Сабаяр Шевченко Н.Н., Белов М.П., Птицын А.В. Планирование архитектуры сервис-ориентированных систем в условиях неопределённости // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2020. Т. 1. С. 115-118.
3. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Программное обеспечение компьютерных сетей. Управление крупно-гранулярными процессами на основе языка WPEL: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 105 с.
4. Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2021). Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; материалы конф. / Сост. Н.Н. Иванов. СПбГУТ. – СПб., 2022. Д.А. Пелих, Ф.В. Филиппов. Анализ специализированных систем автоматизации документооборота. С 621 – 623.
5. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Системно-аналитическая основа интеграции сервисориентированных средств // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 5. С. 31–36.
6. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Разработка и анализ моделей интеграции сервисориентированных средств в гетерогенных сетях // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 6.1 (138). С. 71–81.

Ptitsyna L., Pelikh D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Formation of extended object-oriented models of typical processes of document management automation systems.

Comparing automatization of document management systems was suggested from the point of view of technology life cycle knowledge for EDM systems. Paper states object-oriented models for typical processes of automized EDM systems and formalizes the processes of automized EDM system analysis. The key features of the analysis are described.

Key words: automation of document flow, object-oriented models, service-oriented system, information system, Markov chain theory, database management.

УДК 004.03, 504.064
ГРНТИ 20.15.05, 87.01.81

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОАГЕНТНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Л. К. Птицына, Д. А. Рожкова

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

Актуализировано создание систем экологического мониторинга с помощью многоагентного подхода. Сформулированы ключевые положения новой концепции структуры рассматриваемых систем. Определены обусловленные преимущества описанных инноваций. Представлена структура рассматриваемых систем и основные взаимодействия агентов.

экологический мониторинг, интеллектуальные технологии, многоагентные системы

В результате стремительного роста экологических проблем, вызванных изменением климата, загрязнением окружающей среды, а также потерей природных ресурсов и биоразнообразия, появляется необходимость в совершенствовании и создании средств и систем экологического мониторинга.

В последнее время особое значение приобретает вопрос развития государственного мониторинга состояния окружающей среды. В рамках реализации целей устойчивого развития, предложенного в документе «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» Генеральной ассамблеей ООН от 25 сентября 2015 года, а также с учетом анализа известных результатов научных исследований в области интеллектуализации систем и технологий экологического мониторинга актуализируется необходимость развития интеллектуальных систем экологического мониторинга в направлении обеспечения требуемого качества.

Современные системы экологического мониторинга ориентируются на автоматизированный, непрерывный и круглосуточный контроль состояния окружающей среды и обеспечение ответственных лиц актуальной и достоверной информацией, которая позволит осуществить оперативное реагирование и предотвращение внештатных ситуаций, а также планирование улучшения экологической обстановки [1].

Сущность требований к системам экологического мониторинга определяется тем, что загрязнение окружающей среды наблюдается в результате влияния многих факторов, к числу которых можно отнести промышленное производство, транспорт, шум и радиацию, результат жизнедеятельности каждого человека по отдельности и другие [1].

В рассматриваемой области проводится классификация систем экологического мониторинга в зависимости от характера решаемой

проблемы, источников и факторов, влияющих на экологическую обстановку, а также типа окружающей среды.

Традиционная классификация систем мониторинга представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Классификация систем экологического мониторинга по назначению

Назначение	Категория
Мониторинг источников воздействия	Промышленность, транспорт и другие
Мониторинг факторов воздействия	Физические факторы
	Биологические факторы
	Химические факторы
Мониторинг состояния биосферы	Атмосфера
	Гидросфера
	Почва

Определяются ключевые требования к системам мониторинга состояния окружающей среды, которые предусматривают:

- осуществление непрерывного метеорологического наблюдения на подконтрольной территории;
- мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду, а также оценка их влияния на текущую экологическую обстановку;
- формирование географической карты для определения текущего экологического состояния окружающей среды на подконтрольной территории;
- контроль чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в режиме реального времени;
- осуществление оперативного реагирования в аварийных случаях, а также предупреждение о повышении загрязненности окружающей среды из-за неблагоприятных метеорологических условий;
- осуществление прогнозирования изменений состояния окружающей среды;
- формирование плана по устранению проблем и контроль за его выполнением [1].

Полный набор данных о загрязнении окружающей среды образует сложную систему, которую можно реализовать с помощью многоагентного подхода.

Многоагентный подход обеспечивает снижение сложности системы за счет создания модульных компонентов, которые решают частные и целевые задачи, составляя вместе единую систему [2].

Применение интеллектуальных агентов позволяет преобразовать информацию из состояния необработанной в обработанную, которая

предполагает использование организованных наборов данных, модели и зависимости [1]. Описанный процесс представлен на рис. 1.



Рис. 1. Процесс преобразования информации

Современные достижения в развитии искусственного интеллекта предоставляют обширные возможности по развитию систем экологического мониторинга. Территориальная распределенность объектов мониторинга определяет необходимость и актуальность дальнейшего совершенствования способов организации систем экологического мониторинга с применением многоагентного подхода.

Характер и механизм обобщения информации об экологической обстановке в ее динамике по иерархическим уровням систем экологического мониторинга определяются по профилям информационных портретов состояния окружающей среды на подконтрольной территории [1]. Последние разрабатываются в виде пространственно-распределенных наборов данных, представленных графически, характеризующих экологическую ситуацию на данной территории вместе с картой местности. Разрешающая способность информационных портретов зависит от масштаба используемых карт. В системах экологического мониторинга определяются информационные и управленческие компоненты. Между компонентами системы существует прямая и обратная информационная связь. Такие информационные взаимосвязи улучшают общий процесс управления и совершенствуют процесс принятия решений в контексте общей задачи [3].

В соответствии с назначением структуру многоагентных систем можно определить подобно образу, приведенному на рис. 2.

Первый уровень системы представлен экспертной системой отбора проб окружающей среды, целью которой является консолидация знаний об альтернативных методах для планирования мероприятий по отбору проб на объектах мониторинга последовательным и скоординированным образом.

На втором уровне происходит сбор данных выбранных параметров окружающей среды при помощи агента агрегации данных (DAA, Data Aggregation agen), которые поставляют несколько агентов. Каждый из этих агентов собирает определенные данные: о воде (WFA, Water Data Fusion

agent), агент слияния данных о нефти (PFA, Petroleum Data Fusion agent), агент слияния данных о добыче полезных ископаемых (MFA, Mining Data Fusion agent), агент слияния загрязнения от дорожного движения (TFA, Traffic Pollution Fusion agent), агент по объединению данных об отходах (WDFFA, Waste Data Fusion agent). Обмен информацией с агентами слияния происходит через агента онтологии домена (DOA, Domain Ontology agent).



Рис. 2. Структура многоагентной системы экологического мониторинга

Третий уровень обеспечивает предварительную обработку данных при помощи агента предварительной обработки данных (DPA, Data Preprocessing agent). DPA обеспечивает предварительную обработку данных и имеет ряд подчиненных агентов, которые специализируются на различных методах очистки данных: агент нормализации (NA, Normalization agent), агент корреляции (CA, Correlation agent), агент сглаживания данных (DSA, Data Smoothing agent), агент проверки пробелов и артефактов (GAA, Gaps and Artifacts Check agent). Они выполняют все процедуры предварительной обработки данных, включая обнаружение выбросов и аномалий, обработку пропущенных значений, сглаживание, нормализацию и т.д. Результатами работы DPA являются данные, готовые для дальнейшей обработки и моделирования, а также дополнительные источники данных с результатами корреляции и нормализации.

Четвертый уровень обеспечивает интеллектуальный анализ данных при помощи соответствующего агента (DMN, Data mining agent). DMN имеет подчиненных агентов, которые распределены иерархически и

выполняют задачи оценки воздействия, декомпозиции и аппроксимации функций. DMN имеет под своим контролем ряд агентов интеллектуального анализа данных: агент регрессии (RA, Regression Agent), агент искусственной нейронной сети (ANNA, Artificial neural network agent), оценочный агент (EA, Evaluation agent), агент вычисления комитетов (CMA, Committee Machine agent).

На пятом уровне обеспечивается поддержка в принятии решения при помощи агента симуляции данных (CSA, Computer Simulation agent). CSA взаимодействует с пользователем и выполняет набор задач в рамках ролей компьютерного моделирования, принятия решений и распределения данных. У него есть команда агентов, в которую входят агент прогнозирования (FA, Forecasting agent), агент сигнализации (AmA, Alarm agent) и агент просмотра (VA, ViewAgent).

Преыдушие разработки современных систем экологического мониторинга оставляют открытыми вопросы определения и оценки их качества в соответствии с требуемыми регламентами. В связи с этим предлагается разработка наукоемких технологий для жизненного цикла систем экологического мониторинга, предусматривающих определение и оценку их качества по разным профилям в окружающей среде.

Список используемых источников:

1. Глухов А. В., Кривова М. А., Яговкин Н. Г. Методика анализа достоверности информации в системах экологического мониторинга // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. №1-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-analiza-dostovernosti-informatsii-v-sistemah-ekologicheskogo-monitoringa> (Дата обращения: 01.11.2022).

2. Sokolova M. V., Fernandez-Caballero A. Multi-agent-based System Technologies in Environmental Issues // Information Technologies in Environmental Engineering. Environmental Science and Engineering, 2009. – 13.

3. Птицына Л. К. Расширение знаний о качестве функционирования интеллектуальных информационных агентов / Л. К. Птицына, А. А. Лебедева, А. В. Птицын // Наука. Информатизация. Технологии. Образование : Материалы XI международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 26 февраля – 02 2018 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2018. – С. 577-583.

Ptitsyna L., Rozhkova D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Application of multi-agent intelligent systems for environmental monitoring.

The creation of environmental monitoring systems using a multi-agent approach has been updated. The key provisions of the new concept of the structure of the systems under consideration are formulated. The conditioned advantages of the described innovations are determined. The structure of the systems under consideration and the main interactions of agents are presented.

Key words: environmental monitoring, intelligent technologies, multi-agent systems.

УДК 620.311
ГРНТИ 44.29.37

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ЛЭП 6–10 КВ

Д. В. Сарычев, А. В. Карпов

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет

В работе представлена концепция системы мониторинга линий электропередач 6-10 кВ. Основные положения представленной системы обоснованы на компьютерной модели ЛЭП с произвольной топологией, разработанной в программных средах PSCAD/EMTDC и MATLAB. Центральным элементом системы мониторинга является «интеллектуальный электромодем», устройство, сочетающее в себе функции локатора и модема. На основе результатов моделирования показана перспективность применения локационного метода диагностики ЛЭП с разветвленной структурой, показано какие повреждения уверенно диагностируются, а диагностика каких весьма сомнительна.

интеллектуальный электромодем, BER - коэффициент битовых ошибок, линии электропередач, определение мест повреждений

Предлагаемая система мониторинга основана на использовании локационного метода определения места повреждения (ОМП), который показал себя достаточно хорошо на неразветвленных ЛЭП [1-3]. Большую часть повреждений линий электропередач составляют короткие замыкания и обрывы проводов. ОМП и восстановление поврежденных участков электролиний сети являются наиболее сложными и длительными операциями. Локационный метод позволяет повысить точность и оперативность ОМП.

С одной стороны, ЛЭП 6-10 кВ распространенный вид линий электропередач доля которых составляет 40% от доли ЛЭП с напряжением до 110 кВ, с другой стороны, это наименее изученный объект современных электросетей, на которые сейчас приходится 80% всех аварий. ЛЭП 6-10 кВ имеют, как правило, сложную древовидную структуру, что при возросшем числе переотражений приводит к уменьшению отношения сигнал/шум на входе приемника и вследствие этого снижет точность ОМП.

Локационный метод позволяет с достаточно высокой точностью определить место повреждения на неразветвленной электросети. При наличии ответвлений помимо уменьшения отношения сигнал/шум, вызванного переотражениями от неоднородностей, возникает проблема определения той ветви ЛЭП, где произошло повреждение. Поэтому данный метод ОМП требует доработок в следующих направлениях:

1) применение на линиях с разветвленной структурой при низких отношениях сигнал/шум;

2) анализ эффективности локационного метода в зависимости от вида повреждения;

3) снятие неоднозначности ОМП.

Целью работы является обоснование возможности применения локационного метода на линиях с разветвленной структурой в зависимости от вида возможного повреждения ЛЭП.

Для решения этой комплексной проблемы предлагается сделать сначала упор на моделирование, на основе результатов которого в дальнейшем могут быть разработаны практические рекомендации по проведению натурных экспериментов. Представленные в данной работе результаты получены на компьютерной имитационной модели системы диагностики линий электропередач 6–10 кВ (разработанной в среде PSCAD/EMTDC и MATLAB) [4, 5]. Модель была модернизирована и сейчас она позволяет осуществлять оценку точности определения места повреждений электролиний локационным методом при различных видах топологий электросети и различных зондирующих сигналах. В исследованиях реализовано моделирование информационной системы ЛЭП, что позволило решить задачу снятия неоднозначности ОМП.

Основным элементом системы диагностики и мониторинга является «интеллектуальный электромодем». Интеллектуальный электромодем – это устройство, которое сочетает в себе функции локатора и системы мониторинга, осуществляет систему сбора и обработки информации о поврежденном участке ЛЭП. Функциональная блок-схема интеллектуального электромодема представлена на рисунке 1.

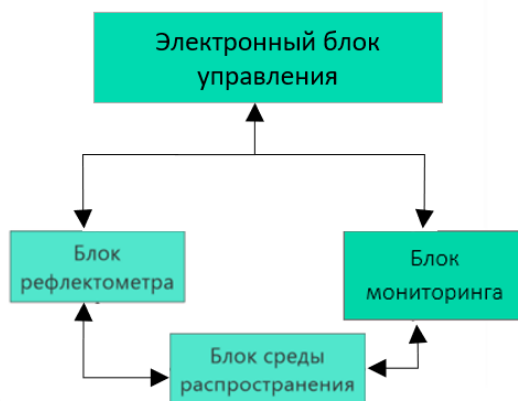


Рис. 1. Схема интеллектуального электромодема

Интеллектуальный электромодем устанавливается в центральном пункте ЛЭП. Центральный модем и модемы оконечных устройств образуют единую информационную систему, основанную на применении PLC технологии.

Топология ЛЭП, реализованная в данном компьютерном эксперименте, т.е. расположение центрального модема (С) и удаленных модемов (R_i) показана на рисунке 2. Центральный модем устанавливается

в начале ЛЭП, а на концах электролинии устанавливаются оконечные модемы. Центральный модем выполняет функцию локатора и осуществляет PLC – связь с оконечными модемами. Модем центрального устройства последовательно посылает информационные пакеты каждому удаленному устройству и определяет коэффициент битовых ошибок.

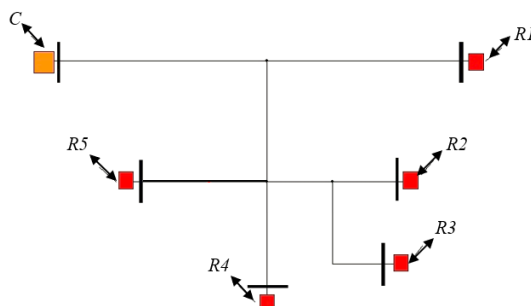


Рис. 2. Топология электролинии с разветвленной структурой

Определение места повреждения осуществляется в два этапа. На первом этапе реализуется стандартный локационный метод (рис.3). В ЛЭП имитируется повреждение, задаются вид повреждения и расстояние до него L_0 . Центральное устройство посылает в линию импульсный сигнал и сравнивает эталонную (без повреждения) и текущую (с имитацией повреждения на линии) рефлектограммы. По разностной рефлектограмме определяется измеренное в имитационном эксперименте расстояние от центрального пункта до места повреждения L_s . Ошибка ОМП будет $\Delta = |L_0 - L_s|$.

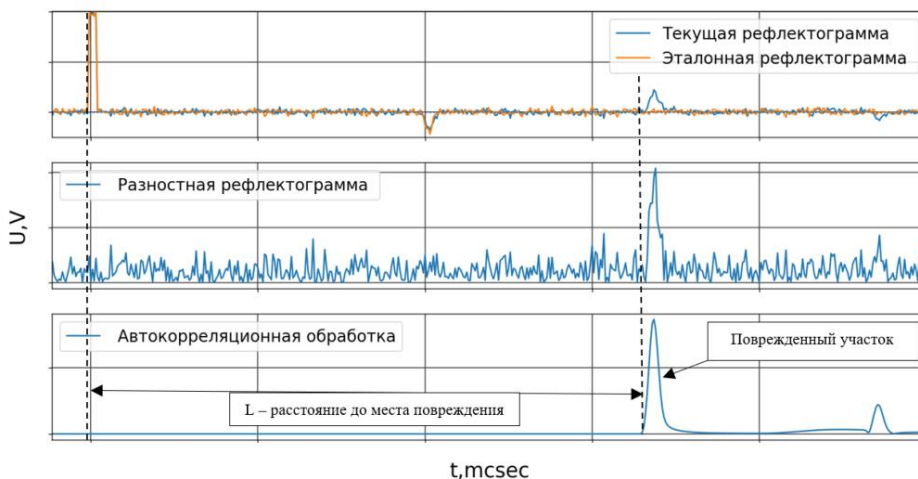


Рис. 3. Пример обработки рефлектограмм при диагностике на первом этапе

На втором этапе во всех ветвях информационной сети измеряется коэффициент битовой ошибки. По возросшей величине коэффициента битовых ошибок снимается неоднозначность определения поврежденного участка ЛЭП, полученная локационным методом. Определяется участок ЛЭП, на котором возрос уровень битовых ошибок. При практической

реализации этого метода для установки оконечных модемов на линии не требуется дополнительного дорогостоящего оборудования присоединения.

На рисунке 4 показана схема компьютерного эксперимента по снятию неоднозначности на ЛЭП с разветвлённой топологией. Схема компьютерного эксперимента состоит из трёх блоков: блок генерации сигнала, блок среды распространения и блок обработки данных. Блок обработки сигнала и блок генерации сигнала реализованы в программной среде MATLAB, блок среды распространения сигнала в программной среде PSCAD/EMTDC.



Рис. 4. Схема компьютерного эксперимента

Блок генерации состоит из генератора псевдослучайных чисел и FSK модулятора. Формирование сигнала для проведения экспериментов по локализации повреждённых участков ЛЭП осуществляется центральным модемом. Регистрация и запись пришедшего сигнала осуществляется модемами периферийных устройств. В блоке среды распространения реализованы модели электролиний как с прямолинейной, так и с разветвленными структурами, а также модели различных видов повреждений (межфазные короткие замыкания, короткие замыкания на землю, обрывы). Блок обработки сигнала производит демодуляцию сигнала и вычисление коэффициента битовых ошибок. Измерения проводятся при различных соотношениях сигнал/шум с помощью добавления шумовых составляющих к сигналам. Добавление шума к зарегистрированным сигналам осуществляется с помощью подмешивания аддитивного белого гауссовского шума различной мощности.

В ходе исследований проведено моделирование изменения коэффициента битовой ошибки на поврежденных участках трёхфазных линий с линейной и разветвлённой структурой. Результаты моделирования приведены в таблицах 1 и 2. В качестве повреждений на ЛЭП рассмотрены различные виды обрывов фаз. Модемы подключались к одной из фаз, в данном имитационном эксперименте они подключались к фазе А.

ТАБЛИЦА 1. Результаты моделирования линии с прямолинейной структурой.

	R1 (BER)
Без повреждений	0.0034
Обрыв фазы А	0.0131
Обрыв фазы С / В	0.0053 / 0.0053
Обрыв фаз А и В / (А и С)	0.0239 / 0.0268
Обрыв фаз С и В	0.0052
Обрыв фаз А и В и С	0.4967

При моделировании разветвленной ЛЭП место повреждения имитировалось на линии CR1. В таблице 2 приведены результаты моделирования для пункта R1 и также контрольные результаты для пункта R4, который напрямую не связан с этим повреждением.

ТАБЛИЦА 2. Результаты моделирования разветвленной линии

	R1(BER)	R4 (BER)
Без повреждений	0.0034	0.0034
Обрыв фазы А	0.0407	0.0101
Обрыв фазы В / С	0.0047 / 0.0063	0.0041 / 0.0043
Обрыв фаз А и В / А и С	0.0510 / 0.0533	0.0053 / 0.0072
Обрыв фаз С и В	0.0147	0.0059
Обрыв фаз А и В и С	0.4899	0.0697

Рассмотренные случаи демонстрируют то, что при обрывах фаз коэффициент битовых ошибок увеличивается при рассмотрении разветвленной линии по сравнению с результатами, приведёнными в таблице 1, для неразветвленной ЛЭП. Один из результатов моделирования ожидаем: при обрыве всех трех фаз резко возрастал уровень ошибок и связь практически прекращалась. При одновременном обрыве двух фаз А и В или А и С уровень ошибок возрастает на порядок, при одновременном обрыве фаз В и С уровень ошибок возрастает втрое. При одиночном обрыве, только для фазы А изменения могут быть отмечены. Для фаз В и С изменения находятся на уровне ошибок измерения. Для пункта R4 это повреждение оказывает значительно меньшее влияние, но иногда может быть и замечено. Хотя напрямую место повреждение с R4 не связано, но появление нового переотражающего центра приводит к уменьшению отношения сигнал/шум и в не поврежденных участках ЛЭП.

Результаты компьютерного моделирования показывают, что локационный метод ОМП в случае использования «интеллектуального электромодема» применим на разветвленных ЛЭП. Показано, что большинство повреждений, связанных с обрывом проводов, уверенно диагностируются.

Список используемых источников:

1. Ghaderi, A. Active Fault Location in Distribution Network using Time-Frequency Reflectometry / A. Ghaderi, H.A. Mohammadpour, H. Ginn // Power and Energy Conference at Illinois (PECI). – 2015. – P. 1-7.

2. Koley, E. Low cost microcontroller based fault detector, classifier, zone identifier and locator for transmission lines using wavelet transform and artificial neural network: A hardware co-simulation approach / E. Koley, R. Kumar, S. Ghosh // *Electrical Power and Energy Systems*. – 2016. – P. 346-360.

3. Bakar, A.H.A. High impedance fault location in 11 kV underground distribution systems using wavelet transforms / A.H.A. Bakar, M.S. Ali, C. Tan, H. Mokhlis, H. Arof, H.A. Ilias // *Electrical Power and Energy Systems*. – 2014. – P. 723- 730.

4. Шагиев Р. И., Карпов А.В., Калабанов С.А. / Локационный способ обнаружения неисправностей на разветвленных электролиниях // «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА» № 2/2019.

5. Шагиев Р. И. // Имитационная модель локационного метода диагностики электролиний с древовидной топологией // *Журнал радиоэлектроники*, ISSN 1684-1719, N10, 2016.

Sarychev D., Karpov A.

Kazan Federal University

Intelligent system for diagnostics and monitoring power lines 6-10 kV.

The paper presents the concept of a monitoring system for power lines 6-10 kV. The main provisions of the presented system are substantiated on a computer model of power lines with an arbitrary topology developed in the PSCAD/EMTDC and MATLAB software environments. The central element of the monitoring system is the "intelligent electric modem", a device that combines the functions of a locator and a modem. Based on the simulation results, the prospects of using the location method for diagnosing power transmission lines with a branched structure are shown, which damages are confidently diagnosed, and which diagnostics are very doubtful.

Key words: intelligent electric modem, BER - bit error rate, power lines, fault location.

4.2 Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления

УДК 004.946

ГРНТИ 28.17.33

ПРОГРАММА МАГИСТЕРСКОГО ОНЛАЙН-КУРСА «МНОГОАСПЕКТНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Г. В. Верхова

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

Проект реализуется победителем грантового конкурса для преподавателей магистратуры 2021/2022 Стипендиальной программы Владимира Потанина

Приведено описание создаваемого онлайн-курса основной образовательной программы магистратуры в рамках направлений 27.04.04 Управление в технических системах и 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Курс направлен на формирование у магистрантов профессиональной компетенции – способность выполнять многоаспектное геоинформационное моделирование пространственно-распределенных объектов и географических регионов. Приведены требования к системе электронного обучения, в рамках которой будет функционировать создаваемый онлайн-курс.

многоаспектное моделирование, геоинформатика, микросервисы, предметно-ориентированное проектирование, геоинформационные системы, электронное обучение

Создаваемый онлайн-курс «Многоаспектное геоинформационное моделирование» предполагается использовать в основных образовательных программах магистратуры, реализуемых в рамках направлений 27.04.04 «Управление в технических системах» и 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». Создаваемый онлайн-курс направлен на формирование у студентов профессиональной компетенции в области многоаспектного геоинформационного моделирования пространственно-распределенных объектов и географических регионов. В рамках курса студенты изучают основы геоинформатики, методологию многоаспектного общесистемного и геоинформационного моделирования, учатся создавать плагины для геоинформационных систем и разрабатывать многоаспектные геоинформационные модели природных и техногенных объектов, а также географических регионов.

Интерактивный учебно-методический комплекс онлайн-курса состоит из учебных модулей, которые соответствуют разделам дисциплины. Модули содержат все необходимые виды учебно-методических материалов: лекции в текстовом и видео формате, мультимедийные методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий, входные и выходные тестовые задания. Трудоемкость онлайн-курса – 6 зачетных единиц. Курс состоит из следующих разделов:

1. Введение в геоинформатику.
2. Методы геоинформационного моделирования.
3. Представление пространственной информации и форматы геоданных.
4. Теоретико-методологические основы общесистемного многоаспектного моделирования.
5. Метод многоаспектного геоинформационного моделирования.
6. Многоаспектное геоинформационное моделирование пространственно-распределенных объектов, географических районов, регионов и областей.
7. Технология разработки плагинов для геоинформационных систем.
8. Перспективы развития многоаспектного геоинформационного моделирования и создания глобальной геоинформационной среды.

Лабораторные и практические занятия направлены на приобретение магистрантами навыков работы с геоинформационными системами, разработку плагинов для геоинформационных систем, создания многоаспектных геоинформационных моделей пространственно-распределенных объектов и географических регионов. В рамках курсового проектирования студенты разрабатывают многоаспектную геоинформационную модель региона.

Система электронного обучения, на базе которой будет реализован онлайн-курс, базируется на трех укрупненных зонах ответственности: 1) подготовки УМК, 2) изучения дисциплины и выполнение заданий и 3) проведения занятий, с которым сопоставлены соответствующие автоматизированные рабочие места (АРМ) – разработчика онлайн-курсов, студента и тьютора. (рис. 1).

Система электронного обучения, на базе которой предполагается создавать онлайн курс, является оптимальной для реализации с использованием микросервисной архитектуры и методологии предметно-ориентированного проектирования (Domain Driven Design, DDD). Каждой зоне ответственности будет соответствовать ограниченный контекст, а ограниченному контексту – микросервис.

Онлайн курс «Многоаспектное геоинформационное моделирование» включает в себя две группы интерактивных учебно-методических материалов – собственно УМК курса, а также обеспечивающие учебно-методические материалы, назначением которых является восполнение у

студентов пробелов в знаниях, умениях и навыках, необходимых для успешного прохождения курса. Перед прохождением курса студентам предлагается выполнить входной тест, по результатам которого определяется уровень знаний, необходимых для успешного освоения дисциплины. В случае обнаружения пробелов в знаниях, по результатам тестирования студенту предлагаются обеспечивающие учебно-методические материалы (рис. 2).

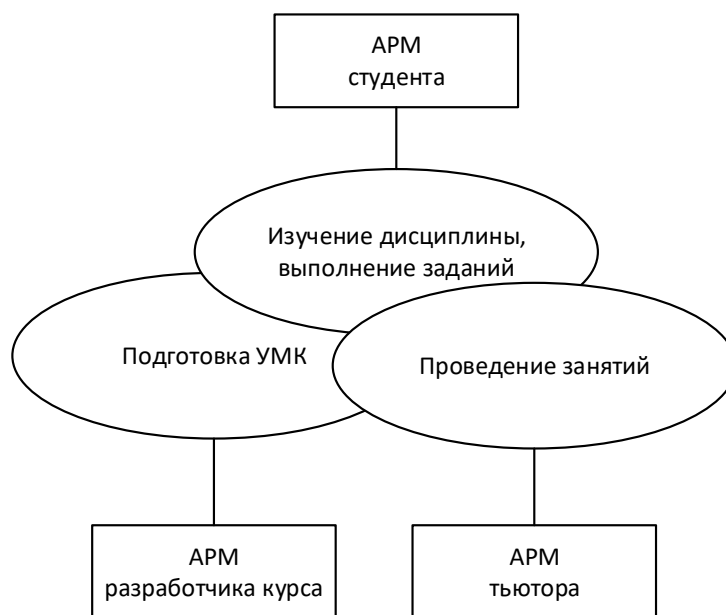


Рис. 1. Архитектура системы электронного обучения

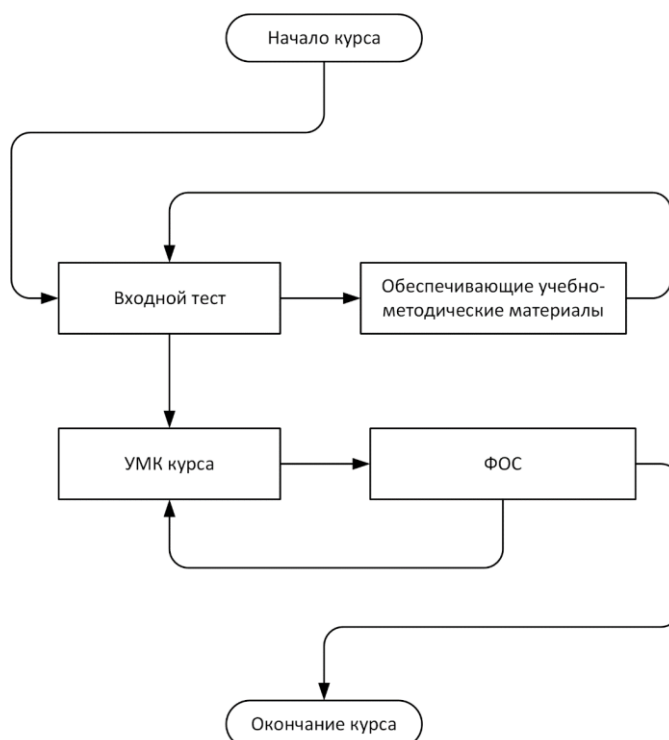


Рис. 2. Схема прохождения онлайн-курса

Концепция онлайн-курса полностью соответствует требованиям подготовки высококвалифицированных специалистов для цифровой экономики [1-2], способных активно применять геоинформационные технологии [3] для решения задач в области автоматизации и управления в различных сферах деятельности. Большое внимание уделено системному объединению гетерогенных данных о пространственно-распределенном объекте, интеграции информационных моделей зданий и цифровых двойников в геоинформационные системы, формированию инфраструктуры пространственных данных. При разработке курса были использованы результаты научных исследований автора и коллектива кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления как в области многоаспектного геоинформационного моделирования [4], так и в области систем электронного обучения [5].

Список используемых источников:

1. Ганчарик Л.П. Система открытого образования в подготовке управленческих кадров в сфере цифровой экономики // Открытое образование. 2019. Т. 23. № 2. С. 23-30.
2. Пустовойтова О.В., Шепилова Н.А. Подготовка кадров для цифровой экономики в условиях VUCA-мира // Экономика и предпринимательство. 2021. № 12 (137). С. 1385-1391.
3. Сипач В.А., Люштык В.С., Семенов О.А., Новиков А.А. От локальных ГИС ООПТ к единой ГИС ООПТ // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории. Сборник научных статей. Тула, 2018. С. 223-228.
4. Верхова Г.В., Акимов С.В., Присяжнюк А.С. Метод многоаспектного геоинформационного моделирования географического района // Информация и космос. 2021. № 4. С. 123-129.
5. Verkhova G.V., Akimov S.V., Prisyazhnyuk S.P. Model of adaptive educational and methodological complex for e-learning systems // Proceedings of 2021 IV International Conference on Control in Technical Systems (CTS). IEEE, 2021. P. 150-153.

Verkhova G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Master's online course "Multidimensional geoinformation modeling".

The description of the created online course of the main educational program of the master's program within the framework of the directions 27.04.04 Management in technical systems and 15.04.04 Automation of technological processes and productions is given. The course is aimed at developing professional competence among undergraduates - the ability to perform multidimensional geoinformation modeling of spatially distributed objects and geographic regions. The requirements for the e-learning system, within which the created online course will function, are given.

Key words: *multidimensional modeling, geoinformatics, microservices, domain-specific design, geoinformation systems, e-learning.*

УДК 004.855.5
ГРНТИ 28.23.15

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТОРА ОСТАВЛЕННЫХ ПРЕДМЕТОВ

Д. Д. Парфенов, Д. В. Скробов, А. А. Березкин

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

Сравнительно недавно в компьютерном зрении укрепились методы глубокого обучения и нейронных сетей. Эффективность таких методов, а также возросшие аппаратные возможности вычислительной техники позволили использовать детекторы объектов с высокой достоверностью работы для анализа видеопотоков в реальном времени. Такие системы стали стандартом для систем видеонаблюдения на критически важных объектах, что отразилось в постановлениях [1], устанавливающих необходимость их применения на объектах транспортной, энергетической инфраструктуры и т.д. В данном докладе исследуется целесообразность применения синтетических датасетов для повышения достоверности работы таких систем.

глубокое обучение, компьютерное зрение, синтетические данные, нейросети, оставленные предметы

В рамках данного доклада рассмотрен сценарий обнаружения «оставленного» предмета. Ранние подходы к решению этой задачи основываются на применении «вычитания фона» [2]. Практическое применение систем, основанных на «вычитании фона», хоть и может отрабатывать в определенных условиях, но изменяющиеся условия освещения (солнечные лучи, свет от фонарей) могут вести к ложным срабатываниям. Также такие алгоритмы демонстрируют низкую точность в сценариях с динамичным, «уличным» фоном, так как кусты, листья, лужи и прочие объекты могут создавать статичные изменения в сцене, которые затем алгоритмически будут признаны оставленными предметами.

Проблема ложных срабатываний алгоритмов обнаружения «оставленного предмета» стоит очень остро. Например, если на крупном объекте, на котором установлены, скажем, 50 камер, от одного видеопотока ложное срабатывание будет происходить, в среднем, раз в 3 часа, 50 камер будут создавать 400 ложных срабатываний в сутки или раз в 4 минуты. Если система будет постоянно выдавать ложные срабатывания, то оператору она будет усложнять работу, а не упрощать, ведь каждое ложное срабатывание он должен будет обработать в соответствии с инструкцией обеспечения безопасности объекта.

Таким образом, целесообразно использовать в целях детектирования оставленных предметов нейросетевые детекторы, так как их можно обучить отличать предметы от природных явлений, и, тем самым повысить

достоверность работы такой системы. Проблема данного метода состоит в поиске и формировании датасетов «оставленных предметов», которые имеют очень узкое применение, потому мало распространены и создание такого датасета обходится довольно дорого.

В рамках доклада для обучения детектора использовался датасет из 3648 изображений. Обучался детектор YOLOv5m [3]. Пример данных в датасете представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Пример данных из датасета

Проблема малых датасетов может быть нивелирована при использовании при обучении модели «сцены» с будущего объекта, для того, чтобы наиболее близко подготовить нейросеть к будущим условиям ее работы. Существует два варианта научить ее распознавать «оставленные предметы» на этой «сцене».

Один вариант – это использовать «актеров», которые могут смоделировать нарушителей, а затем полученные записи можно использовать для обучения. Но сбор данных таким методом – очень дорогое, и далеко не всегда возможное занятие. Нужно затратить десятки часов персонала, но и это не всегда будет достаточно, так как для получения разнообразных данных процедуру нужно будет повторить множество раз при изменении условий (время года, погода, день/ночь).

Другой вариант, который мы рассмотрим в рамках данного доклада – это использование «синтетических данных» [4]. Такой подход позволит снизить затраты на сбор данных для обучения сети, а также повысит надежность «детектирования» объектов за счет имитации ситуаций, моделирование которых может быть тяжело или невозможно произвести вручную. Примеры созданных синтетических данных на рисунках 2 и 3.

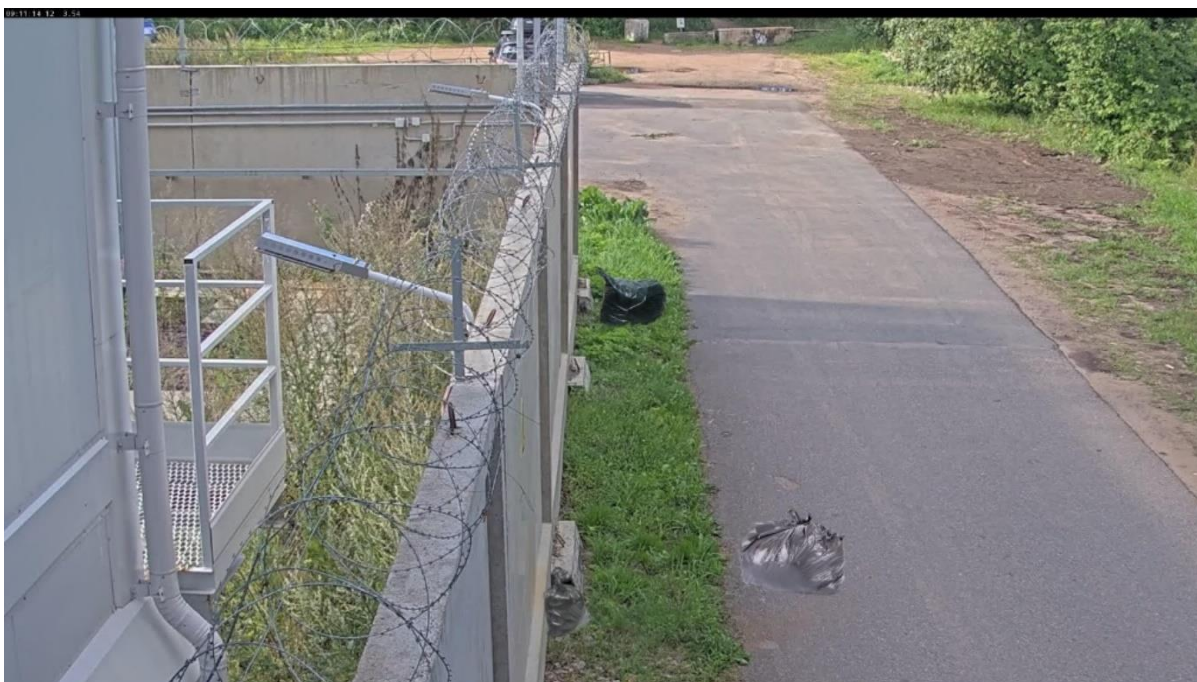


Рис. 2. Синтетические кадры – пример 1



Рис. 3. Синтетические кадры – пример 2

При обучении, учитывая специфику задачи, для того, чтобы получить наиболее достоверный детектор, выбираем эпоху с наименьшим значением «Object Loss» на валидационном наборе. Obj Loss – параметр, отражающий «уверенность» сети в том, что в данном месте сцены есть какой-либо объект [5]. Чем он ниже, тем с большей достоверностью сеть распознает «предметы» на валидационном наборе.

График обучения нейросети представлен на рисунке 4:

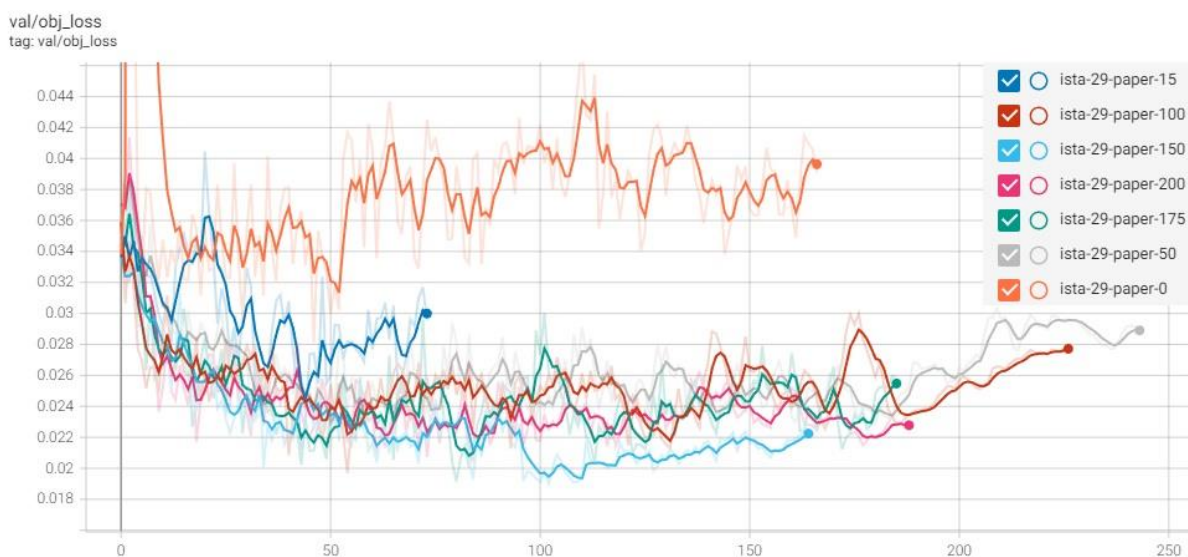


Рис. 4. График зависимости Object Loss от эпохи обучения

Ниже приведен график полученных зависимостей (рисунок 5):



Рис. 5. График зависимости минимального значения «Object Loss» от количества синтетических кадров в наборе

Таблица с точными значениями Object Loss функции (таблица 1):

ТАБЛИЦА 1. Зависимость минимального значения Object Loss функции от количества синтетических кадров

Кол-во кадров	Мин. значение Object Loss
0	0,02809
15	0,02122
50	0,021
100	0,0197
150	0,01901
175	0,01916
200	0,02059

Полученные результаты показывают, что оптимальное количество синтетических данных для выбранного датасета – около 150 кадров, или 4,1%. При дальнейшем увеличении числа синтетических кадров влияние общего, «большого» датасета на обучение снижается, что понижает достоверность работы модели на других данных.

Список используемых источников

1. Постановление Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969 "Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности" [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71500596/#friends> (дата обращения 12.11.2022)
2. Real-Time Deep Learning Method for Abandoned Luggage Detection in Video [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/329395259_Real-Time_Deep_Learning_Method_for_Abandoned_Luggage_Detection_in_Video (дата обращения 12.11.2022)
3. YOLOv5 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.ultralytics.com/> (дата обращения 12.11.2022)
4. Synthetic Data for Deep Learning [Электронный ресурс]. URL: https://www.academia.edu/es/72330570/Synthetic_Data_for_Deep_Learning (дата обращения 12.11.2022)
5. YOLOv3 [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1804.02767> (дата обращения 12.11.2022)

Parfenov D., Skrobov D., Berezkin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Synthetic data usage for training Deep learning abandoned luggage detector. Deep learning methods recently became dominant in solving computer vision problems. Advance in algorithmic and hardware solutions made it possible to use such methods for real-time video surveillance with high level of reliability. These new modern requirements are now requested by Russian government bylaws [1]. We are going to research using synthetic datasets to increase reliability of such methods.

Key words: *deep learning, computer vision, synthetic data, neural networks, abandoned luggage.*

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

П. А. Прокофьев

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

В статье приведён аналитический обзор современных геоинформационных систем. Рассмотрено представление географических объектов в геоинформационных системах. Рассмотрена проблемная ориентированность геоинформационных систем. Предложены перспективы развития геоинформационных систем с использованием метода многоаспектного моделирования.

ГИС, ArcGIS, QGIS, Панорама, многоаспектные модели

Форматы представления географических объектов в геоинформационных системах.

Наиболее распространенные современные геоинформационные системы рассматривают географические объекты как объекты цифровые. Например, основным форматом данных, с которым работает семейство программ ArcGIS, являются географические базы данных. Производитель подчёркивает, что базы геоданных имеют всестороннюю информационную модель для отображения и управления географической информацией. Такая модель реализуется серией простых таблиц с данными, содержащих классы пространственных объектов, наборы растров и атрибуты. Кроме того, расширенные объекты ГИС-данных добавляют ГИС-поведение, правила для управления пространственной целостностью и инструменты для работы с многочисленными пространственными отношениями пространственных объектов, растров и атрибутов.

Базы геоданных включают в себя классы пространственных объектов, которые отображаются на карте в виде слоёв векторных фигур. С данными классами (слоями) связаны таблицы атрибутов, отражающие данные об объектах, размещённых на этих слоях. Таблица атрибутов содержит различные данные о географических объектах, такие как имя, идентификатор, информация о геометрии, а также прочую информацию, которая может быть внесена пользователем. Технически, такое представление объектов реализуется за счёт геореляционной модели баз данных, в которой пространственная (метрическая) информация объединена с атрибутивной. В данной модели наборы координат, сопровождаемые идентификатором объекта, хранятся в проиндексированных файлах, а атрибуты – в таблицах, число строк которых совпадает с числом координатных наборов. Связи между файлами

и атрибутивными таблицами устанавливаются программно с помощью отдельного поля, содержащего идентификаторы объектов [1].

Схожим образом реализовано представление географического объекта в shape-файлах, которые по сравнению с базами геоданных являются менее комплексным форматом. Данный формат содержит данные только об однотипных объектах (точки, линии, полигоны), соответствующих одному слою в геоинформационной системе, и не хранят информацию об отношениях между объектами, например, о топологии. Shape-файлы поддерживаются большинством современных геоинформационных систем, включая QGIS [2] и GRASS [3].

Формат данных SXF (Storage and eXchange Format – формат хранения и обмена), разработанный специалистами Топографической Службы Вооруженных сил Российской Федерации, с которым работают отечественные геоинформационные системы, такие как ГИС «Панорама» и ГИС «Оператор», обеспечивает хранение информации о географических объектах в виде совокупности метрических и семантических данных. Данный формат является векторным. В структуре объекта может содержаться информация о дочерних объектах, однако она ограничивается их количеством и метрикой, определяющей внутренние границы родительского объекта (например, острова в море) [4].

Рассмотренные выше файловые форматы являются наиболее распространенными для геоинформационных систем и в наибольшей степени отражают идею объектного подхода к моделированию географических объектов. Учитывая направленность статьи, в ней не рассматриваются другие распространённые форматы геоданных, такие как GML, KML, GeoJSON и т.п.

Проблемная ориентированность геоинформационных систем.

Общей чертой современных геоинформационных систем является их проблемная ориентированность. Когда одни ГИС выполняют функции научно-справочных систем, обобщая научные знания в тех или иных областях, другие используются для решения прикладных задач различной направленности, например, военных. Данное свойство геоинформационных систем заставляет тщательно подходить к выбору инструментов для решения проблемы, которая обычно включает предметные и территориальные аспекты [5]. Например, программу ArcMap можно назвать исследовательской ГИС, так как она обладает широким функционалом для анализа геоданных. Многочисленные инструменты обеспечивают работу со слоями и их атрибутами в базах данных, позволяя модифицировать имеющуюся информацию, отражать тренды и формировать прогнозы. В ArcMap используются новейшие технологии искусственного интеллекта и работы с большими данными [6].

Для решения задач мониторинга пространственно-распределенных объектов, как природных, так и техногенных, которые можно

смоделировать средствами геоинформатики, следует использовать специализированные геоинформационные системы. Например, для решения задачи контроля оперативной обстановки в тех или иных силовых структурах, можно использовать ГИС «Оператор», который содержит соответствующие средства работы с поставленной задачей [7].

Перспективы развития объектных геоинформационных систем.

Исходя из приведённого выше обзора геоинформационных систем, можно выделить два актуальных направления развития геоинформационных систем. Первое направление касается возможности расширения цифрового представления географического объекта. Существующие геоинформационные системы в основном рассматривают объекты лишь как отдельные элементы слоя (таблицы атрибутов), то есть как часть некоторого массива данных, что ограничивает возможности целостного представления пространственно-распределенного объекта. Данные ограничения могут быть преодолены в случае использования при создании перспективных геоинформационных систем метода многоаспектного моделирования, который позволит поместить в центр внимания сам объект (а не слой, к которому он принадлежит) [8]. Это открывает новые возможности, такие как, внедрение цифровых двойников географических объектов, более широкий функционал для задания метрики и семантики относительно того, что существует сейчас. Кроме того, с помощью метода многоаспектного моделирования можно реализовать полноценную связь между родительским и дочерним географическими объектами (например, город-район) как метрическую, так и семантическую [9]. Предполагаемая модель представлена на рис. 1.

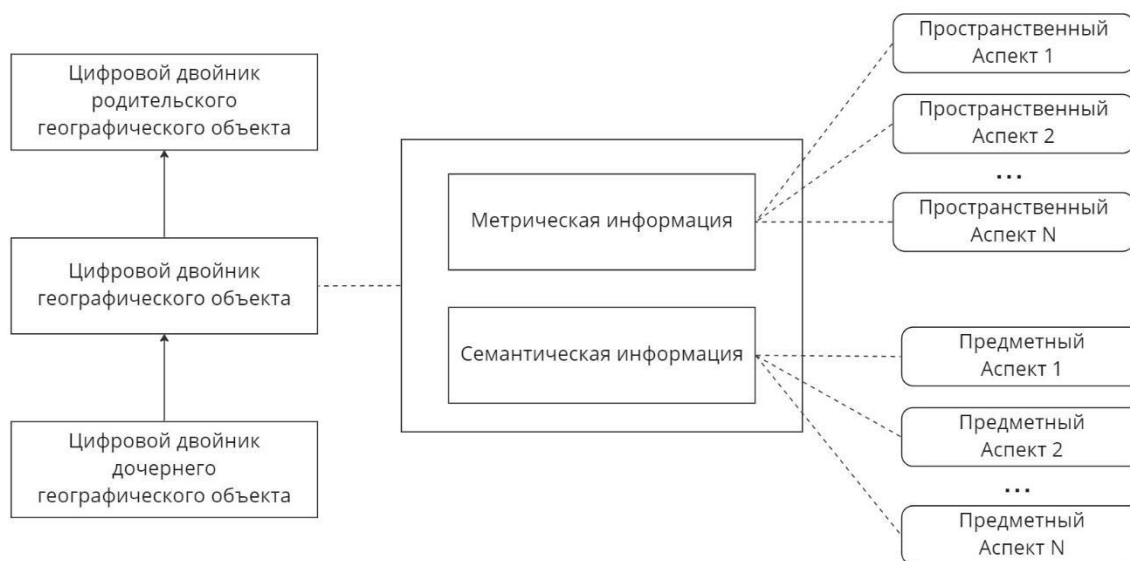


Рис. 1. Структура многоаспектной модели географического объекта

Метод многоаспектного моделирования позволит частично изменить ситуацию проблемной ориентированности ГИС за счёт возможности

учесть различные аспекты и фокусирования на самом объекте. Так, проблемы предварительного исследования в статичной обстановке и мониторинга развития объекта в реальном времени можно будет решать одними и теми же средствами. В частности, это может быть использовано на этапах жизненного цикла объекта (проектирование, эксплуатация, модернизация).

Список используемых источников:

1. Архитектура базы геоданных [Электронный ресурс]. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/the-architecture-of-a-geodatabase.htm> (дата обращения 09.11.2022)
2. Discover QGIS [Электронный ресурс]. URL: <https://qgis.org/en/site/about/index.html> (дата обращения 21.09.2022)
3. What is GRASS GIS? [Электронный ресурс]. URL: <https://grass.osgeo.org/learn/overview/> (дата обращения 23.10.2022)
4. Справка для системы ГИС Панорама [Электронный ресурс]. URL: <https://help.gisserver.ru/ua/Panorama/index.html?sxf.html> (дата обращения 23.10.2022)
5. Can Zh., Zhong X., Kai M., Mingqiang G., Liang W. A Task-Oriented Knowledge Base for Geospatial Problem-Solving // ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018. Vol. 7, 423 p.
6. ArcMap Resources for ArcGIS Desktop [Электронный ресурс]. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources> (дата обращения 09.11.2022)
7. ГИС "Оператор" для силовых структур [Электронный ресурс]. URL: <https://gisinfo.ru/products/gisoperator.htm> (дата обращения 09.11.2022)
8. Верхова Г. В., Акимов С. В. Концепция многоагентной геоинформационной среды // V научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2021 : материалы XXIII междунар. науч. конф., Самара, 23–26 нояб 2021 г. Самара : Изд-во ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2021. С. 251–252.
9. Верхова Г. В., Акимов С. В., Присяжнюк А. С., Метод многоаспектного геоинформационного моделирования географического района // Информация и космос. 2021. N 4. С. 123–129.

Prokofev P.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Current Status and Prospects for the Development of Object Geographic Information Systems.

The article provides an analytical review of modern geographic information systems. The representation of geographical objects in geographic information systems is reviewed. The problem orientation of geoinformation systems is considered. The prospects for the development of geo-information systems using the method of multi-aspect modeling are proposed.

Key words: GIS, ArcGIS, QGIS, Panorama, multidimensional models.

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

МОДЕЛЬ ОПОВЕЩЕНИЯ МИКРОСЕРВИСОВ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

А. П. Шабанов

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

Рассмотрена проблема синхронизации микросервисов в цифровой децентрализованной системе управления. Предложена модель синхронизации информации на базе сервиса оповещений, который обеспечивает целостность транзакции в случае недоступности отдельных компонентов системы управления. Приведена архитектура сервиса оповещения и схема его взаимодействия с микросервисами, которые реализуют отдельные компоненты цифровой распределенной системы.

децентрализованная система управления, сервер оповещения, микросервис, синхронизация, транзакция, целостность данных в распределенной системе

В настоящее время набирают всё большую популярность распределенные системы управления, которые имеют ряд существенных преимуществ перед традиционными системами управления с сосредоточенной архитектурой. Распределенная система управления используется в тех областях цифровой экономики, где требуется надёжность, масштабируемость и гибкость. Распределенная система управления обеспечивает выполнение всех основных функций по управлению, обработке и отображению информации об управляемом объекте или процессе, реализуя следующие функции:

- автоматическое регулирование;
- программное (логическое) управление;
- дистанционное управление (пуск, останов, изменение режимов работы);
- сигнализация и оповещение;
- сбор и обработку информации о технологическом процессе и технологическом оборудовании;
- графическое отображение информации о технологическом процессе и состоянии оборудования;
- распознавание и сигнализацию аварийных ситуаций и отклонений процесса от заданных пределов;
- регистрацию и архивирование параметров процесса;
- формирование отчетов;
- информационное взаимодействие с другими системами.

Использование децентрализованных систем управления позволяет различным службам предприятия решать текущие производственные

задачи самостоятельно, не дожидаясь руководящей информации, что является их существенным отличием от централизованных систем управления. Децентрализованные системы управления позволяют гибко управлять предприятием, обеспечивая более высокую скорость реакции на возникающую проблемную ситуацию по сравнению с централизованными системами. Другим достоинством децентрализованных систем управления является их гибкость, позволяющая выполнять конфигурацию системы под конкретные задачи путем добавления необходимых модулей. Благодаря своим свойствам децентрализованные системы управления нашли широкое применение в «Индустрии 4.0» и других сферах цифровой экономики [1-2].

Программное обеспечение децентрализованных систем управления обычно имеет сервис-ориентированную архитектуру, частным случаем которой является микросервисная архитектура. Отличительной особенностью микросервисной архитектуры является использование небольших микросервисов, обеспечивающих решение задачи управления в рамках укрупненной зоны ответственности, соответствующей ограниченному контексту [3]. Обычно отдельный микросервис реализует один ограниченный контекст. Преимуществом такого решения является возможность гибкой конфигурации программного обеспечения под конкретную задачу путем выбора набора микросервисов, что полностью соответствует свойству децентрализованных систем.

Учитывая, что отдельно взятый микросервис обычно решает одну задачу, необходима организация их совместной работы. При синхронизации микросервисов необходимо предусмотреть возможность недоступности отдельно взятых микросервисов в отдельные моменты времени, что не должно приводить к сбоям и несогласованности данных, находящихся, распределенным между микросервисами. Данная проблема может быть решена с помощью сервиса оповещения.

Сервис оповещения представляет собой микросервисное решение, [4] позволяющее регистрировать сообщения необходимые для доставки служебного контента на сервисы, имеющие подписку на сервис оповещений. Концепт сервиса оповещений представлен на рисунке 1. Основное направление работы сервиса оповещений заключается в накопительном эффекте сообщений с контентом, на недоступные сервисы по каким-либо причинам с журналированием данных причин и архивированием после успешной доставки контента. Сервис имеет возможность как автоматической проверки доступности подписчиков, так и возможность приёма от подписчиков информации о своей доступности. Реализация всех взаимодействий между микросервисами ведется с использованием API, посредством взаимодействия по протоколу HTTP/HTTPS [5].

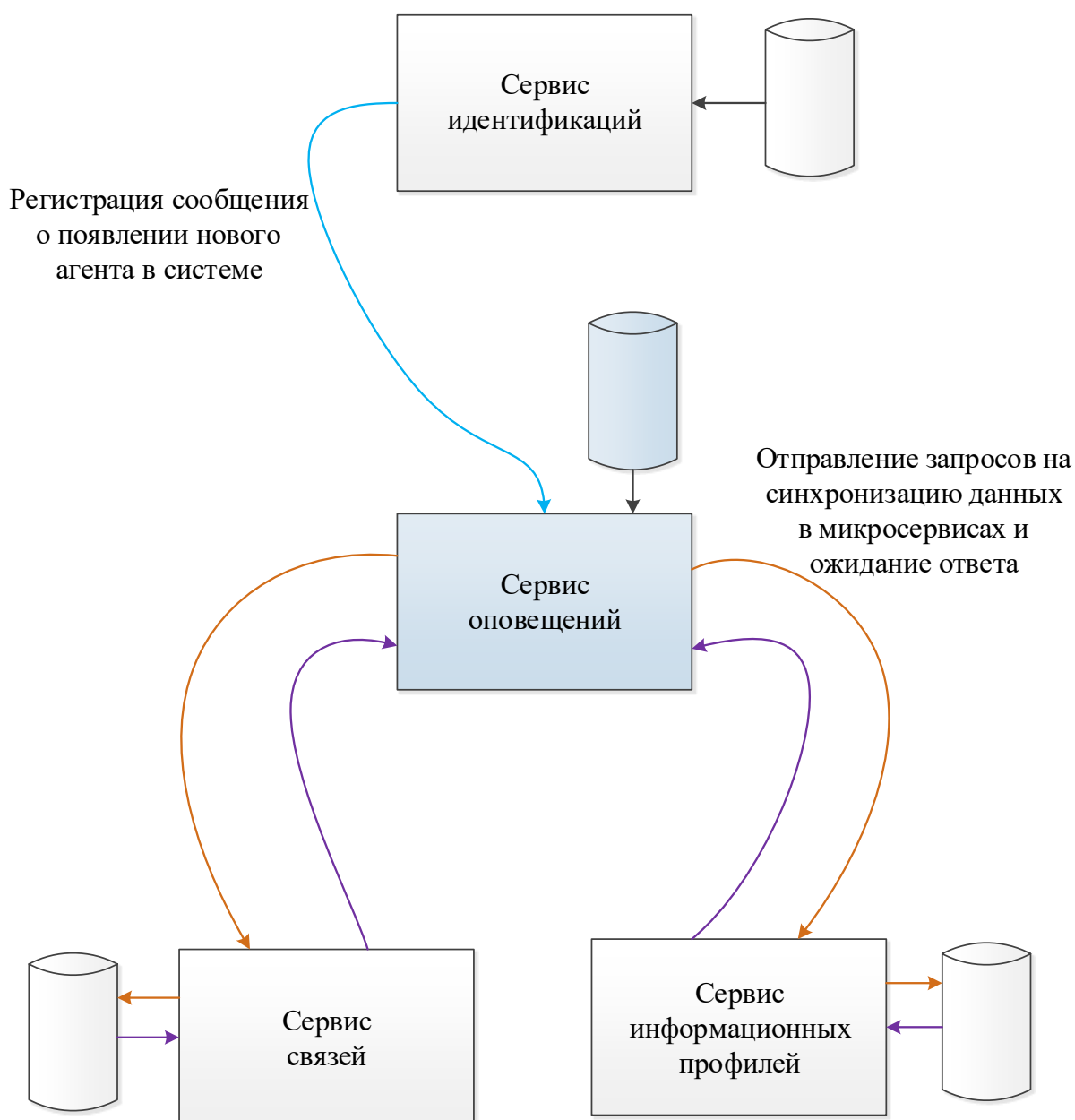


Рис. 1. Концепция работы сервиса оповещений микросервисных приложений

Концепция сервиса оповещения полностью вписывается в концепцию построения программного обеспечения с сервис-ориентированной архитектурой и децентрализованных систем управления. Сервис оповещения обеспечит целостность транзакций и данных в распределённых системах и решит проблему синхронизации микросервисов.

Список используемых источников

1. Верховая Г.В., Акимов С.В. / Интеграция локальных интероперабельных киберсред виртуальных организаций в единую киберсреду постиндустриального общества // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы. Сборник статей XXIV Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 34-39.

2. Акимов С.В., Верхова Г.В. / Формирование киберсреды виртуальных предприятий // Информация и космос. 2016. № 4. С. 89-95.
3. Акимов С.В, Верхова Г.В., Меткин Н.П. / Теоретические основы CALS [монография] // СПбГУТ., СПб., 2018. – 263 с.
4. Создание микросервисов [Текст]. / Ньюмен С. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с.: ил.
5. API-интерфейс Fluent — Настройка и сопоставление свойств и типов. — Документация технологий Microsoft. — URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/ef6/modeling/code-first/fluent/types-and-properties> (дата обращения: 10.11.2022).

Shabanov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The model of notification of microservices in a distributed management system. The problem of synchronization of microservices in a digital decentralized control system is considered. A model of information synchronization based on the notification service is proposed, which ensures the integrity of the transaction in the event of unavailability of individual components of the control system. The architecture of the notification service and the scheme of its interaction with microservices that implement individual components of a digital distributed system are given.

Key words: *decentralized control system, notification server, microservice, synchronization, transaction, data integrity in a distributed system.*

4.3 Информационные технологии в дизайне

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Р. С. Иванов, Т. В.-К. Мусаева

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

Работа посвящена созданию цифрового двойника, имитирующего функционирование реального устройства и его составных частей в виртуальной среде с использованием современных методов и средств информационных технологий. Предлагается разработка модели обучающего приложения, позволяющего его применения как симулятора (тренажёра) с целью обучения сотрудника на производстве. Данное исследование может быть внедрено на предприятиях, где требуется высококвалифицированный труд работника, требующего знания оборудования. Результаты практического применения позволят сократить затраты на обучение сотрудников.

цифровой двойник, дополненная реальность, виртуальная реальность, нейронные сети

В настоящее время на предприятиях для осуществления производственного процесса используются современные информационные средства и технологии, которые динамично совершенствуются. Это влечёт за собой усложнение оборудования, новые и постоянно меняющиеся требования к уровню знаний и квалификации сотрудников. Для подготовки новых и переобучения постоянных сотрудников используются различные формы и методы обучения [1,2]. К стандартным формам обучения относятся разные курсы, в том числе повышения квалификации. Данный подход требует постоянных материальных вложений и временных затрат. Существует актуальная проблема для работодателей, что связано с утечкой обученных кадров в родственные организации. Другие фирмы могут предложить уже обученному сотруднику больше бонусов, вследствие чего он уйдёт, а средства, затраченные на обучение, будут расходоваться не эффективно. Поэтому задача внедрения виртуальных симуляторов, с целью обучения сотрудников, на платформе предприятия, позволит уменьшить материальные затраты и времени обучения, является актуальной.

Для решения указанной проблемы была разработана модель обучающего приложения с виртуальной и дополненной реальностью,

представлена на рис. 1. Разные модели вариантов обучения в виртуальной среде описаны в статье [3]. Но в предлагаемой модели отсутствует роль преподавателя. Данный подход предлагает самостоятельное изучение работы устройства, в виду наличия интерактивных свойств цифровой модели.

В модели представлена среда разработки с внешними источниками цифрового контента, из которой собирается приложение, взаимодействующее с пользователем через свой интерфейс.

Для создания модели устройства используются средства 3D моделирования. Такие как Autodesk 3ds Max, Blender, ZBrush. Из этих программ Blender наиболее простой в освоении и полностью бесплатный. Он также мало потребляет ресурсов на компьютере при работе.

Для разработки приложения по представленной модели выбрана межплатформенная среда разработки Unity. Она обладает бесплатной версией, удобным графическим интерфейсом с широким функционалом и имеет SDK (набор инструментов для разработки программного обеспечения в одном устанавливаемом пакете) под все основные платформы (Windows, Android, IOS и т.д.).

Для поддержки дополненной реальности использовался инструментарий Vuforia. Он имеет бесплатную лицензию с достаточным для решения задачи функционалом. Легко интегрируется Unity и может работать с пакетами дополненной реальности использующихся в Android и IOS, что улучшает работу приложения.

В среду разработки Unity добавляется модель, сделанная в программе 3D моделирования, и инструментарий для работы с дополненной реальностью. Модели, при помощи стандартных инструментов среды разработки, добавляются анимации работы объекта и текстовые подсказки. Готовый цифровой двойник, показанный на рис.2, добавляется на компонент отвечающий за отображение в дополненной реальности из пакета Vuforia [4].

Объект цифрового двойника с настроенными анимациями и текстовой информацией можно переносить в другие проекты на Unity. В проектах с виртуальной реальностью требуется большая детализация окружения и реалистичная обстановка для лучшего погружения в рабочую обстановку.

Для генерации пространства вокруг можно использовать нейронные сети [5], которые были бы обучены на данных проектов рабочих пространств предприятий. Или данных сканирования, фото или видео реальных помещений и объектов. Такую задачу может выполнять глубокая нейронная сеть Occupancy Network. Также можно генерировать окружение как картинку и использовать её на задний фон. Нейросеть от NVIDIA GauGAN превращает наброски и зарисовки в фотореалистичные изображения.

В ходе решения поставленной задачи была разработана модель приложения, в среде разработки Unity был сделан цифровой двойник. Были проанализированы возможности использования нейронных сетей для улучшения качества обучения и погружения в рабочее пространство.

Список используемых источников

1. Сарник К. А., Чуланова О. Л., Программа обучения персонала организации с применением технологий VR // Материалы Афанасьевских чтений. 2021. N 1. С. 64-78.
2. Ибатулин М. Ю., Мешков В. Г., Применение искусственного интеллекта и кадровой аналитики в подготовке персонала для промышленного предприятия// Новые информационные технологии в образовании. 2022. С. 292-294.
3. Мусаева Т.В., Ураго А.В., Дополненная реальность в проведении занятий по инженерным техническим дисциплинам проектирования. Журнал ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА Том 9 № 2, 2021. С. 46-55.
4. Титова А.В., Сучкова М.Ю., Цифровые двойники в повышении качества образовательных услуг // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2021. N 4. С. 57-63.
5. Полякова Е. В., Смирнов С. А., Опыт использования существующих сверточных нейронных сетей для генерации декоративных композиций // Компьютер и визуальная культура дизайна в контексте эстетических, онтологических, аксиологических проблем и проектных технологий (цифровая революция-2017). 2017. С. 129-133.

Ivanov R., Musaeva T.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research of information technologies for building digital twins.

This paper is devoted to creation of digital twin, simulating functioning of real device and its components in virtual environment by means of modern methods and information technologies. The development of a model training application, allowing its use as a simulator (simulator) for the purpose of training an employee at work is proposed. This study can be implemented at enterprises where highly skilled workers, requiring knowledge of the equipment, are required. The results of practical application will reduce the cost of employee training.

Key words: digital twin, augmented reality, virtual reality, neural networks, digital twin, augmented reality, virtual reality, neural networks.

УДК 004.514
ГРНТИ 81.95.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ WEB-САЙТА

**Б. М. Мирзагалимов, В. В. Побегалова,
А. Х. Шарапова, А. В. Федорова**

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

В данной статье рассматривается вопрос применения искусственного интеллекта в процессе разработки пользовательских интерфейсов. Авторы приводят различные сервисы для дизайнеров, созданные на основе технологий искусственного интеллекта. Приводятся их описания, преимущества и недостатки, выявленные веб-дизайнером в ходе использования.

web-интерфейс, web-дизайн, web-сайт, искусственный интеллект, разработка сайта

XXI век для человечества стал революционным, ведь он был озаглавлен, как «век цифровых технологий» [1]. Цифровизация всего и вся – длительный процесс, который не прекращается ни на минуту и происходит во всех уголках планеты в данный момент. Всё это делается для того, чтобы информация, с которой сталкивается человек, стала максимально доступной для восприятия.

Когда речь заходит о цифровом представлении информации, в голову приходят такие понятия как «визуализация», если информация предназначена только для восприятия, и «интерфейс», если у пользователя есть возможность взаимодействия. Веб-сайты – наглядный тому пример. Они состоят из «блоков», в которых выведена информация, которую пользователь может воспринимать или с которой он, по замыслу разработчика, должен взаимодействовать [2].

Сегодня уже существуют сервисы, способные частично заменить веб-дизайнеров и дать минимальный работающий продукт в виде страницы в сети интернет для любого бизнеса. Однако, эффективность, которую можно оценить в отношении числа пользователей, зашедших на сайт к пользователям, сделавших на нём целевое действие, такого сайта будет крайне низкой, что и служит знаком того, что услуги веб-дизайнеров будут актуальны еще долгое время [3]. В пору, когда веб-дизайн признается одной из самых востребованных профессий, а искусственный интеллект набирает обороты в своём развитии, правильным решением является использование возможностей ИИ для упрощения процесса разработки веб-сайтов [4].

Рассмотрим некоторые из сервисов, использующих искусственный интеллект, и способных помочь веб-дизайнеру в создании интерфейса веб-страницы

1. Khroma.co – сервис, работающий на основе аналитических способностей искусственного интеллекта и машинного обучения, который создает цветовую палитру исходя из пользовательского опыта и запроса. Процесс работы сервиса заключается в том, что после сбора информации от пользователя о «50 наиболее приятных цветов», который происходит по типу тестирования «одно из двух», ИИ предоставляет палитру наиболее удачных цветовых сочетаний. На сайте нет четкого ограничения в 50 тестов, так как при увеличении количества тестирований от конкретного пользователя, повышается вероятность генерации «приятных цветовых сочетаний». Сервис регулярно обучается и объединяет результаты со всех уголков мира для создания цветовых палитр.

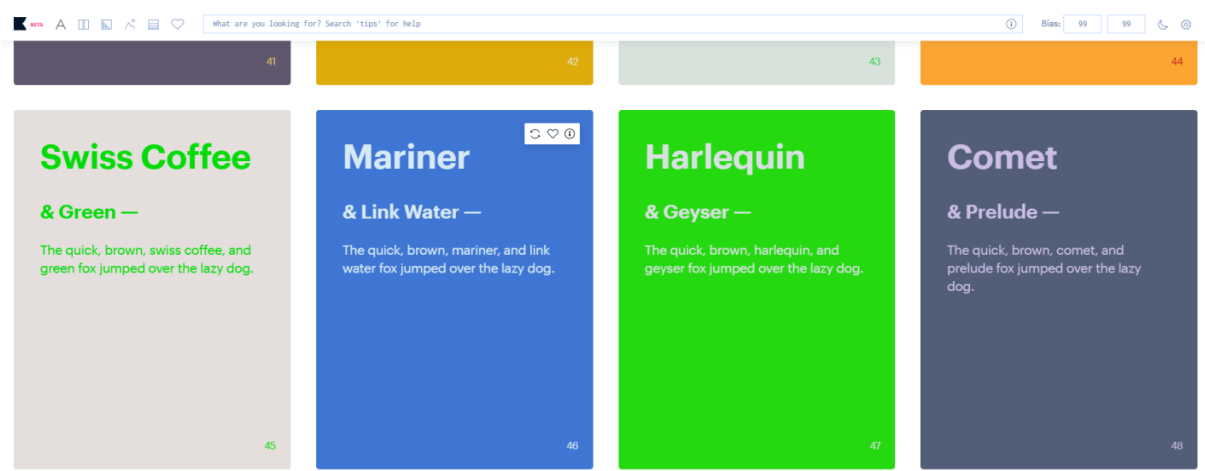
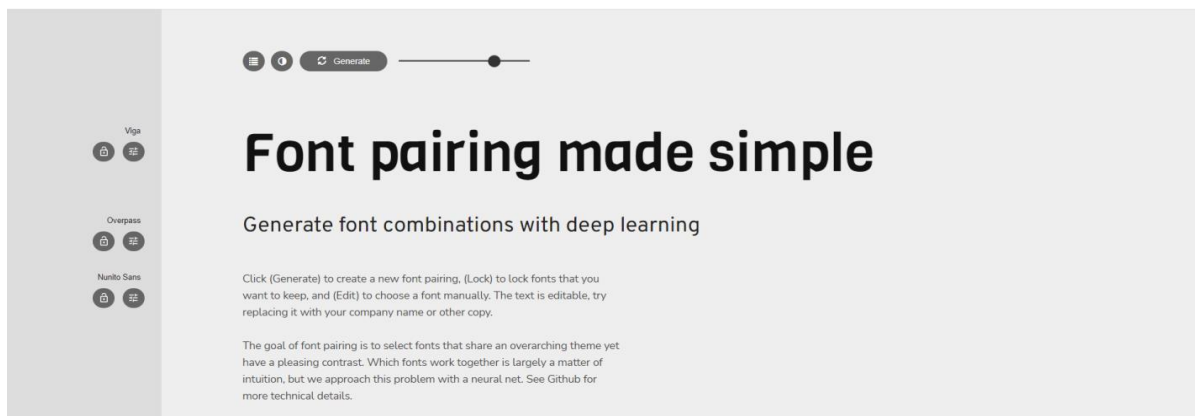
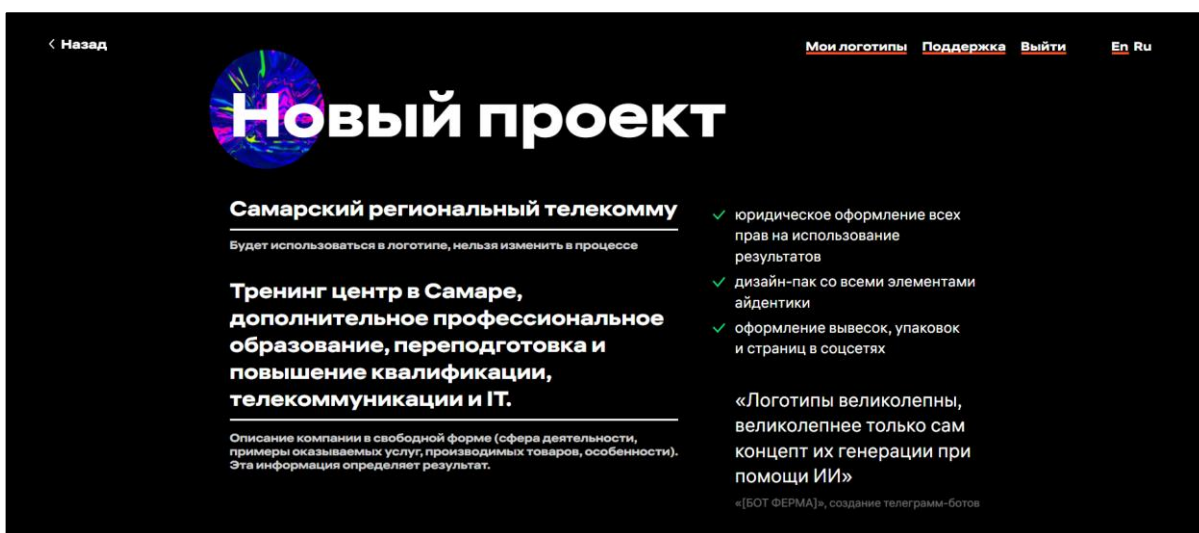


Рис.1. Интерфейса сайта <https://khroma.co>.

2. Fontjoy.com – сервис на основе искусственного интеллекта, генерирующий шрифтовые комбинации исходя из настроек, заданных пользователем. На данный момент есть всего одна настройка, которая отвечает за степень контраста между шрифтами, которая сопоставляет шрифты от менее похожих, до более похожих. На основе пользовательского опыта сервис регулярно обучается, генерируя всё более качественные шрифтовые комбинации.

Рис.2. Интерфейса сайта <https://fontjoy.com>.

3. Николай Иронов – искусственный интеллект, созданный дизайн-студией Артемия Лебедева, который генерирует до 1000 логотипов исходя из запроса клиента. Интерфейс веб-сайта запрашивает у пользователя название проекта и краткое описание деятельности компании, после чего пересылает пользователя на форму оплаты. После успешной оплаты ИИ генерирует для пользователя логотипы.

Рис.3. Интерфейса сайта <https://ironov.artlebedev.com/ru/>

Несмотря на высокую численную эффективность работы нейросети «Николай Иронов», которая исчисляется сотнями разнообразных вариантов, качественный показатель эффективности, который можно выразить в количестве логотипов, которые среднестатистическим владельцем бизнеса будут считаться «нормальными», крайне низок. Зачастую ИИ генерирует странные и нерациональные варианты. Если на это свойство нейросети посмотреть под другим углом, то можно найти плюс, так как «глаз нейросети никогда не замылится», она всегда свободна от шаблонов генерации идей, что позволяет создавать ей весьма интересные и аутентичные варианты логотипов.



Рис.4. Пример логотипов, сгенерированных нейросетью «Николай Иронов»

4. На этапе дизайна интерфейса веб-сайта невозможно предусмотреть всех нюансов точек пользовательского внимания. Однако, часть из них отследить до передачи интерфейса в разработку. Для этого был разработан сервис «Attention Insight», работающий на основе нейросети, которая обучается на реальных «тепловых картах» существующих веб-сайтов. Действие сервиса заключается в создании искусственных «тепловых карт» для отслеживания точек концентрации внимания конечного пользователя веб-сайта. Данный сервис помогает найти элементы интерфейса, которые недостаточно заметны или находятся в «слепых зонах» для среднестатистического пользователя сети интернет.

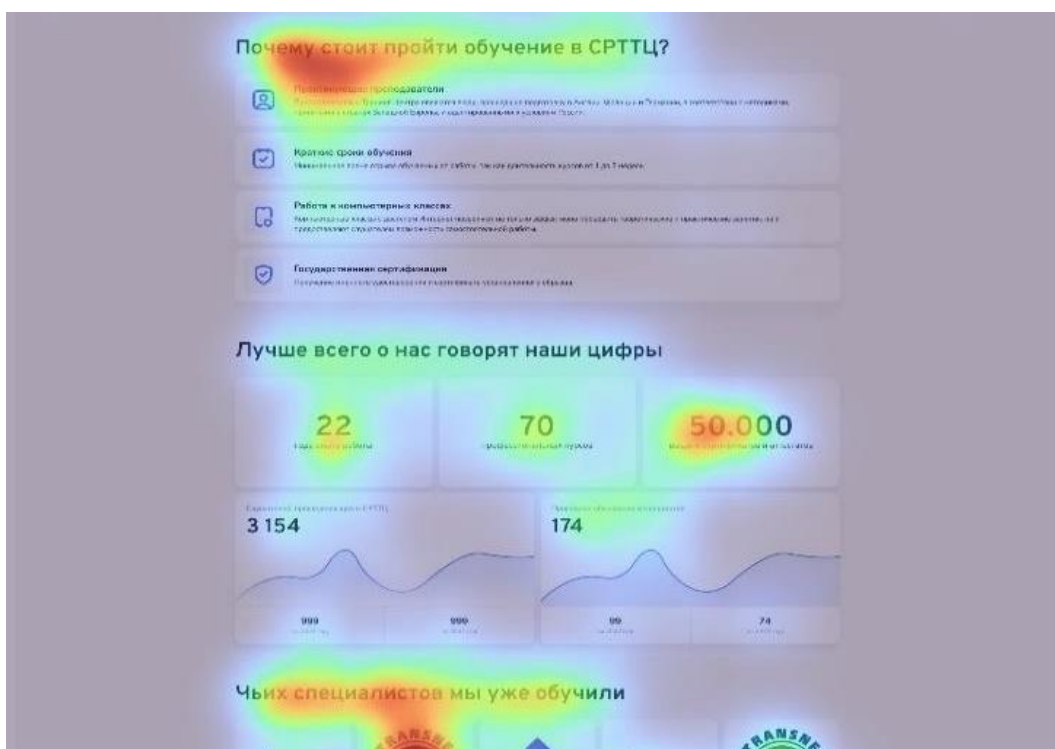


Рис.5. Искусственная «тепловая карта», созданная сервисом «Attention Insight»

Таким образом, проведён обзор различных методов управления визуальным восприятием пользователя. Действие данных методов обусловлено с точки зрения психофизиологических особенностей восприятия визуальной информации человеком. Методы управления

визуальным восприятием целесообразно применять при разработке графического дизайна пользовательских интерфейсов веб-сайтов и мобильных приложений, а также операционных систем.

Список используемых источников:

1. Алексеев, А. Введение в Web-дизайн. [Текст]: учебное пособие / А. Алексеев. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 184 с.
2. Гарретт, Д. Веб-дизайн. Элементы опыта взаимодействия [Текст]: учебное пособие / Д. Гарретт. – СПб.: Символ-плюс, 2015. – 192 с.
3. Макнейл, П. Веб-дизайн. Книга идей веб-разработчика [Текст] / П. Макнейл. – СПб.: Питер, 2017. – 480 с.
4. Сырых, Ю.А. Современный веб-дизайн. Настольный и мобильный. [Текст]: учебное пособие / Ю.А. Сырых – М.: Диалектика, 2019. – 384 с.

Mirzagalimov B., Pobegalova V., Sharapova A., Fedorova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The use of artificial intelligence technologies in the development of a website. This article discusses the use of artificial intelligence in the development of user interfaces. The authors cite various services for designers created on the basis of artificial intelligence technologies. Their descriptions, advantages and disadvantages identified by the web designer during use are given.

Key words: web interface, web design, web site, artificial intelligence, website development.

УДК 004.047
ГРНТИ 20.23.25

ПРАВОВЫЕ И ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМАХ

Д. Ю. Чабдарова

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

Объектом исследования являются обработка персональных данных, собираемых и обрабатываемых при помощи рекомендательных алгоритмов. Предмет исследования данной статьи - этическое использование персональных данных о предпочтениях пользователей. На основании аналитического обзора нормативно-правовой базы РФ выявляется необходимость учета этики данных при сборе и обработке данных пользователей в рекомендательных системах для защиты права на личную и семейную тайны. Статья может быть использована специалистами по защите информации, машинному обучению и разработке рекомендательных алгоритмов.

персональные данные, нормативно-правовое обеспечение, этика данных, рекомендательные системы, TikTok

Глобализация, научно-техническое развитие и информатизация общества создают условия для развития индивида как личности, помогают полноценно и эффективно реализовывать права и свободы человека [1]. Тем не менее, происходящие изменения приводят и к созданию предпосылок для нарушения права человека на неприкосновенность частной жизни. В частности, еще в 1993 году на Всемирной конференции по правам человека в принятой Венской декларации и Программе действий отмечается, что прогресс в области информационных технологий создает потенциальную угрозу для соблюдения неотъемлемых прав человека [2]. Угроза возникает в связи с тем, что информационные технологии расширяют возможности обработки и распространения информации, что обостряет проблему неприкосновенности частной жизни человека и вмешательства в нее со стороны государства. Регулирование отношений в области хранения и обработки персональных данных относится к области информационного права.

Информационное право — это подотрасль административного и гражданского прав, составляющая систему правового регулирования отношений в информационной сфере. На ранних этапах развития ряд основополагающих мировых и российских нормативно-правовых документов носили исключительно декларативный характер. Данный тезис иллюстрируют следующие акты:

1. Хартия глобального информационного общества (2000 г.),

2. Декларация о свободе обмена информацией в Интернете (2003 г.),
3. Европейская декларация о правах человека и верховенстве права в информационном обществе (2005 г.),
4. Соглашение между странами СНГ о сотрудничестве в области информации (1992 г.),
5. Женевская декларация принципов построения информационного общества (2003 г.).

Следовательно, изначально в области информационного права заложен неустойчивый правовой фундамент.

Позднее ввиду развития информационных технологий и стремительного роста объемов обрабатываемых данных образовался разрыв между правовыми нормами и практикой применения информационных технологий. Например, широко применяемый в России международный стандарт по информационной безопасности ISO/IEC 27001 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности» вступает в конфликт с нормами российского права уже на уровне понятийного аппарата [3].

Конституционный принцип невмешательства в личную жизнь граждан является основой федерального закона «О персональных данных». Примечательно, что сущность понятий личной и семейной тайны не имеет официального толкования в информационном праве, несмотря на то, что понятие «личная тайна» употребляются в пяти нормативных актах, а «семейная тайна» – еще в трех. Также само определение персональных данных в законе фиксируется весьма абстрактно: персональными данными является «любая информация, относящаяся к прямо или косвенно определенному или определяемому физическому лицу» [4].

Данные, используемые при построении персональных рекомендаций, зачастую обрабатываются в обезличенной форме в целях защиты информации. Тем не менее, если деперсонализированные данные обратимы, то есть могут быть возвращены к исходному виду, то они входят в категорию сведений, которые способствуют опосредованному определению субъекта, а значит являются персональными данными [5].

Таким образом, информационное право не является исчерпывающим инструментом для регулирования норм в отношении обработки персональных данных. Из этого следует необходимость обращения к другому виду норм, а именно к нормам нравственности и этики [3].

Этика обращения с данными – комплекс мер по обеспечению соответствия практик получения, хранения, управления, интерпретации, анализа, применения и ликвидации данных общечеловеческим этическим принципам, включая ответственность перед обществом. Нормативной базой для учета этики обращения данных на территории ЕС является «Общий регламент по защите данных».

Общий регламент по защите данных — постановление Европейского Союза, с помощью которого Европейский парламент, Совет Европейского Союза и Европейская комиссия усиливают и унифицируют защиту персональных данных всех лиц в Европейском Союзе (ЕС). Принципы «Общего регламента по защите данных» представлены в виде таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1. Принципы этичного использования данных

№	Принцип	Описание
1	Честность, законность, прозрачность	Персональные данные должны обрабатываться согласно букве закона, честно и прозрачно в отношении субъектов данных
2	Ограничение целей использования	Персональные данные должны собираться лишь в строго и явным образом оговоренных законных целях и не могут обрабатываться или использоваться как-либо иначе, чем это диктуется их целевым назначением
3	Минимизация объема данных	Персональные данные должны быть адекватными и релевантными, а объем собираемых данных не должен превышать минимума, необходимого для их целевого использования
4	Точность данных	Персональные данные должны быть точными и при необходимости обновляться. Должны предприниматься все разумные меры по оперативному выявлению и незамедлительному удалению неточных данных
5	Ограничение сроков хранения	Персональные данные должны храниться в форме, допускающей идентификацию субъектов данных (физических лиц), не дольше, чем это необходимо для их обработки
6	Целостность и конфиденциальность	Процессы обработки персональных данных должны обеспечивать их надлежащую защиту от несанкционированного доступа, обработки и использования, а незаконных целях, утечки, случайного уничтожения или повреждения. Для этого должны быть приняты все доступные технические и организационные меры
7	Ответственность и подотчетность	Должностные лица, ответственные за защиту данных, обязаны соблюдать все сформулированные принципы и отчитываться о принятых мерах по защите персональных данных с предоставлением подтверждающих документов
8	Проектируемая конфиденциальность (privacy by design)	Концепция интеграции мер защиты конфиденциальных данных на этапе проектирования системы их обработки. При этом защита персональных данных рассматривается как одна из основных функций системы

Рассмотрим, соблюдаются ли данные принципы в одной из наиболее популярных на данный момент рекомендательных систем – социальной

сети «TikTok». Основной страницей TikTok, её логическим «ядром» является лента «Рекомендации». На нее попадают видеоролики, которые соответствуют интересам пользователя. Согласно принципам работы компании «ByteDance», владеющей TikTok, для маркировки пользователя используются сфера интересов, характеристика идентичности и особенности потребительского поведения.

При регистрации в данной социальной сети пользователю предлагается быстрое создание учетной записи на основании аккаунтов Google, Facebook или профиля Apple. Такой способ аутентификации позволяет алгоритму использовать собранные другими платформами пользовательские данные для анализа поведенческих особенностей субъекта. Основная отличительная информация, такая как пол, возраст, местоположение, род деятельности, собирается на основе прогностических моделей. В частности, постоянное местоположение определяется на основе доступа к службам геолокации мобильного устройства [6].

Таким образом, TikTok для построения индивидуальной ленты рекомендаций собирает следующие данные о пользователе:

- Пол,
- Возраст,
- Местоположение,
- Род деятельности,
- MAC-адрес,
- Рекламный идентификатор устройства.

Кроме того, согласно сведениям о последней выпущенной версии приложения 26.8.4 (дата выхода: 08.11.2022) по умолчанию пользователи TikTok предоставляют пользователю следующие разрешения:

- Чтение календаря,
- Просмотр контактов,
- Запись аудио,
- Изменение сетевых настроек,
- Просмотр данных на общем накопителе,
- Получение данных о запущенных приложениях,
- Запуск при включении устройства.

В соответствии с собираемыми данными о пользователе и требуемыми разрешениями в социальной сети «TikTok» нарушаются принципы прозрачности, ограничения целей использования и минимизации объемов данных. Помимо нарушения этических норм, учет множества потоков данных при построении рекомендаций провоцирует нарастание принимаемых допущений. Это, в свою очередь, приводит к накоплению погрешностей при формировании рекомендаций. Например, пользователи, проживающие вместе, зачастую сталкиваются с синхронизацией лент рекомендаций. Происходит это в связи с тем, что при просмотре видео из ленты рекомендаций одним пользователем,

приложение второго пользователя анализирует звук из видео и интерпретирует этот поток данных как предпочтение пользователя.

Таким образом, в рамках статьи проанализирована российская и международная нормативно-правовая база. Сделан вывод о том, что информационное право не является исчерпывающим инструментом для регулирования норм в отношении обработки персональных данных. На основании общего регламента по защите данных ЕС выделены принципы этичного использования данных. В результате анализа механизмов сбора и обработки данных на примере социальной сети «ТikTok» определено, что в рекомендательных системах, не предполагающих явное ранжирование объектов пользователями, нарушаются принципы этичного использования данных.

Список используемых источников:

1. Бембеева, Б. С. Право на защиту персональных данных и различные категории персональных данных / Б. С. Бембеева // Право в сфере Интернета : Сборник статей / Ответственный редактор М. А. Рожкова. – Москва : ООО «Издательство «СТАТУТ», 2018. – С. 48–61.

2. Всемирная конференция по правам человека. Венская декларация и Программа действий. Июнь 1993 г. Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций, 1995. С. 21–60.

3. Елин, В. М. Сравнительный анализ правового обеспечения информационной безопасности в России и за рубежом: Монография / В. М. Елин ; Под общей редакцией Баранова А. П. – Москва : Московский институт государственного управления и права, 2016. – 168 с. – ISBN 978-5-9909450-7-4.

4. О персональных данных: Федеральный закон от 27.07.2006 №152-ФЗ // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 13.11.2023).

5. Шайдуллина, В. К. Большие данные и защита персональных данных: основные проблемы теории и практики правового регулирования / В. К. Шайдуллина // Общество: политика, экономика, право. – 2019. - № 1 (66). – С. 51–55.

6. Алехин, В. К. Основные принципы работы алгоритмов TikTok / В. К. Алехин // Век информации (сетевое издание). – 2021. – Т. 5. – № 2(15). – С. 53–65.

Chabdarova D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Legal and ethical aspects of using personal data in recommendation algorithms.

The object of the study is the processing of personal data collected and processed using recommendation algorithms. The subject of this article is the ethical use of personal data about user preferences. Based on an analytical review of the legal framework of the Russian Federation, it is necessary to take data ethics into account when collecting and processing user data in recommendation systems to protect the right to personal and family secrets. The article can be used by specialists in information security, machine learning and the development of recommendation algorithms.

Key words: *personal data, legal and regulatory framework, data ethics, recommendation systems, TikTok.*

УДК 004.27
ГРНТИ 20.23.25

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЦЕН КОНКУРЕНТОВ

А. А. Шакурова, Е. В. Гунина

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

В данной статье проводится анализ: типов архитектур информационных систем, сервисов автоматизированного сбора данных и их мониторинга. В результате анализа, предлагается собственная архитектура автоматизированной информационной системы мониторинга цен конкурентов, отличающаяся от других наличием внедрения процесса парсинга данных. Результаты работы могут быть полезны при реализации автоматизированной информационной системы мониторинга цен конкурентов.

разработка, архитектура, модель, моделирование, автоматизированная информационная система, парсинг, мониторинг

В настоящее время через Интернет осуществляется все больше продаж, благодаря чему бизнесы выходят на online-рынок. В связи с чем встает вопрос об анализе конкурентов, в частности о мониторинге цен конкурентов, который является необходимым условием для развития любой компании. Мониторинг представляет собой сбор информации и ее анализ для формирования ценовой политики компании [1]. Чтобы облегчить сбор и обработку большого количества информации, разрабатывают автоматизированные информационные системы (АИС).

Архитектура – это концепция, которая определяет модель, структуру, выполняемые функции и взаимосвязь компонентов информационной системы [2]. Следовательно, она играет важную роль в разработке самой системы. Вопрос разработки и моделирования архитектур актуален по сей день. Так, например, в 2013 году была опубликована научная работа М. В. Евланова «Онтологическая модель архитектуры информационной системы на основе сервисного подхода» [3]. В 2014 году в Восточно-Европейском научном журнале переводных технологий была опубликована статья «Исследование моделей архитектур серверных приложений корпоративных информационных систем» Д. К. Михнова и Е. А. Куриловой [4]. В 2022 году в научном журнале «Студенческий вестник» А. В. Стукалова представила работу «Исследование и разработка моделей архитектуры распределенных информационных систем электронного документооборота» [5]. Такой интерес к моделям архитектуры ИС подтверждает актуальность разработки. Также, моделирование архитектуры ИС позволяет сократить временные и денежные затраты до этапов разработки, внедрения в эксплуатацию и поддержки самой системы [6].

Целью работы является разработка архитектуры АИС «Мониторинг цен конкурентов» фирм малого бизнеса. Внедрение процесса парсинга данных позволит автоматизировать сбор и обработку информации о конкурентах. Задачами являются: анализ существующих типов архитектур ИС и мониторинга цен конкурентов, разработка модели архитектуры АИС мониторинга цен конкурентов.

Среди часто используемых типов архитектур ИС выделяют [7]: локальную, файл-серверную, клиент-серверную и трехуровневую клиент-серверную. В таблице 1 представлено сравнение типов архитектур ИС. За обозначение качества реализации были выбраны показатели 0 и 1, где 0 – реализовано с ограничениями, 1 – реализовано без ограничений.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение типов архитектур ИС

Тип Критерий	Локальная	Файл-серверная	Клиент-серверная	Трехуровневая клиент-серверная
Расположение бизнес-логики	0	0	0	1
Надежность	0	0	0	1
Производительность	0	0	0	1
Масштабируемость	0	0	0	1
Режим работы с данными	0	1	1	1
Целостность данных	0	0	1	1
Управление доступом	0	1	1	1

Таким образом, в результате анализа очевидно, что трехуровневая клиент-серверная архитектура самая гибкая из всех представленных.

Мониторинг цен конкурентов зачастую является одним из первых этапов конкурентного анализа [8]. Однако, он подразумевает самостоятельный поиск и обработку информации, что влечет за собой большие временные затраты. Для того, чтобы ускорить процесс сбора и анализа информации, существуют сервисы мониторинга цен конкурентов, которые условно делятся на [9]: широко специализированные, предлагающие большой спектр возможностей, включающий мониторинг цен; и узкоспециализированные, отслеживающие цены конкурентов посредством сбора данных с веб-интерфейсов (парсеры) и анализа собранной информации (SaaS – software as a service – программное обеспечение как услуга [10]). Последние относятся к высоко конкурентным нишам. Для разрабатываемой модели архитектуры АИС актуально будет исследовать узкоспециализированные сервисы.

В качестве анализируемых сервисов были выбраны: uXprice (облачный SaaS-сервис мониторинга и анализа цен конкурентов с функцией загрузки товаров заказчика [11]), Xmlatafeed (парсер, предоставляющий скаченную информацию о ценах с сайтов конкурентов [12]) и Priceva (сервис – собирает информацию о ценах конкурентов и автоматически переоценивает товары заказчика, в зависимости от цен

конкурентов [13]). Сравнение функционала сервисов представлено в таблице 2. За критерии наличия функции были выбраны показатели: «-» – отсутствует; «+» – присутствует.

ТАБЛИЦА 2. Сравнение сервисов мониторинга цен конкурентов

Сервис	uXprice	Xmlatafeed	Priceva
Критерий			
Сопоставление товаров автоматически	+	-	-
Фильтрация товаров	+	+	+
Рекомендация цены	+	-	+
Сравнительный анализ цен	+	-	-
Выгрузка данных в Excel	+	+	+
Уведомление об изменениях цен	-	-	+
Удаленное хранение информации	+	-	+

Исходя из полученной таблицы видно, что ни один сервис не захватывает все функции обработки данных.

Опираясь на проведенный анализ, предлагается разработать архитектуру АИС «Мониторинг цен конкурентов», в основе которой будет лежать трехуровневая клиент-серверная архитектура с внедрением парсинга данных в слой логики. На рисунке 1 представлена диаграмма деятельности нотации UML, которая отображает структуру парсинга данных с учетом разграничения уровней доступа пользователей.

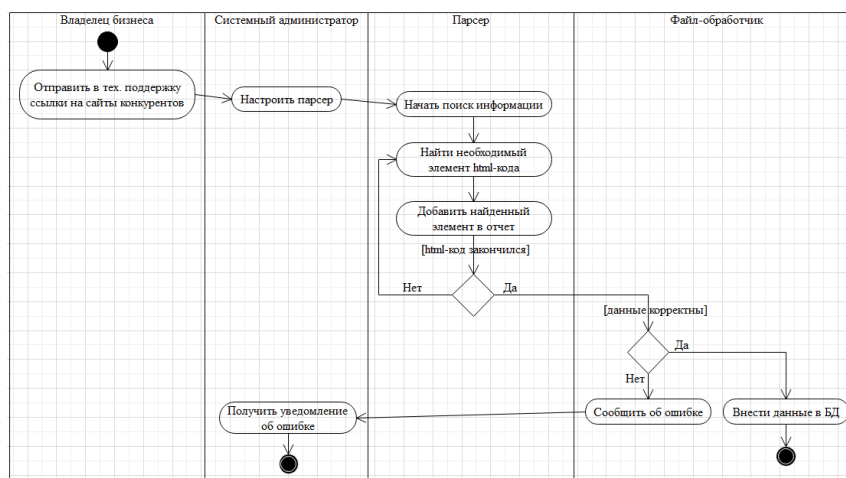


Рис. 1. Структура парсинга данных

Также АИС должна решать задачи по сбору, обработке, отображению и хранению информации о конкурентах пользователя системы, поэтому разрабатывается ее архитектура с помощью диаграммы классов нотации UML (рисунок 2).

Для проектирования концептуальной схемы базы данных используется CASE-средство ERWin. На рисунке 3 представлена диаграмма ERD (Entity Relationship Diagram), состоящая из сущностей, атрибутов и взаимосвязей. Данная ERD-диаграмма позволяет выявить требования к системе, касающиеся хранения информации.

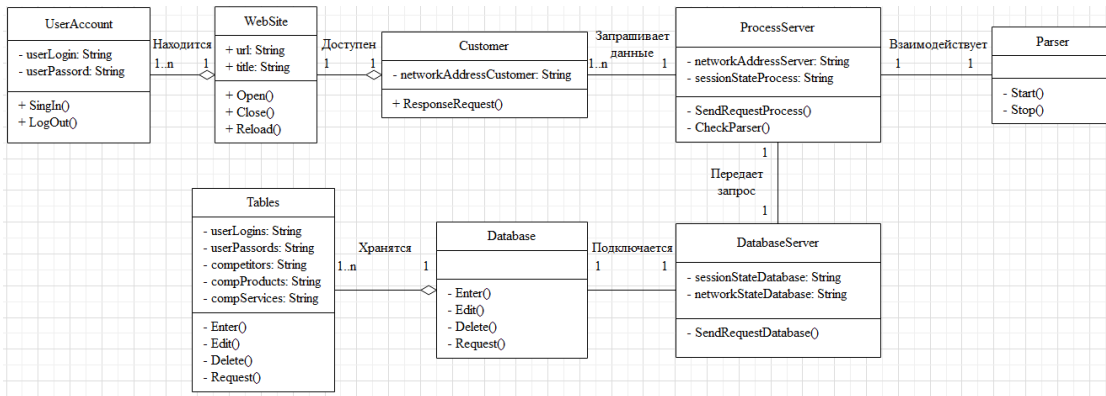


Рис. 2. Архитектура АИС

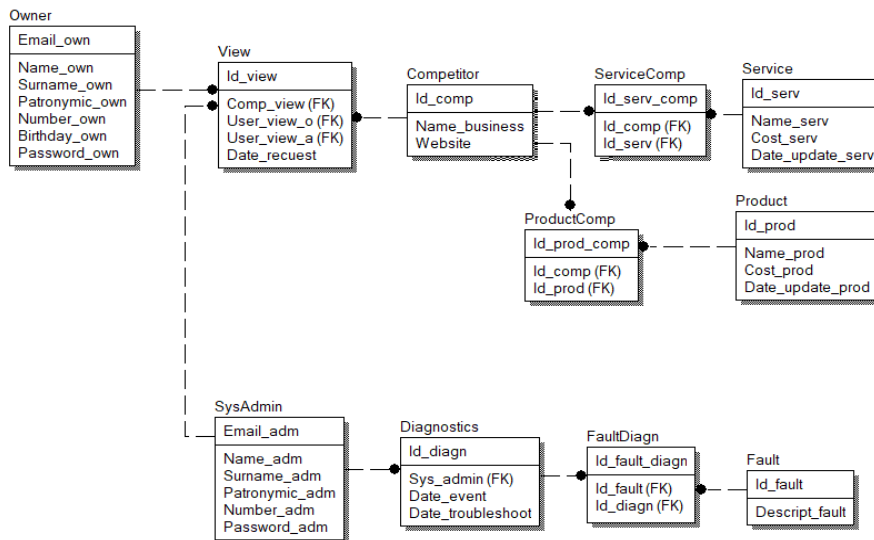


Рис. 3. Физическая модель ERD-диаграммы

В симуляторе бизнес-процессов «BP Simulator» [14] проводится моделирование архитектуры, по окончании которого можно сделать вывод, что разработанная архитектура АИС соответствует поставленным критериям качества. На рисунке 4б представлен результат обработки 1000 задач, поступивших на вход системы (рис. 4а).

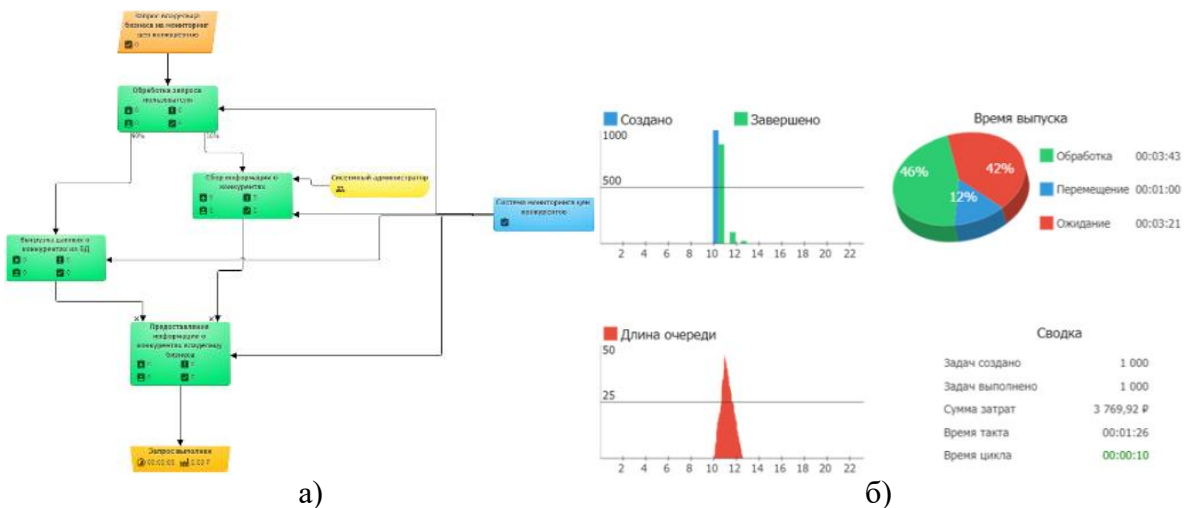


Рис. 4. Моделирование архитектуры АИС в симуляторе (а) и его результат (б)

В результате были проанализированы типы архитектур ИС и сервисы мониторинга цен конкурентов. На основании проведенных анализов была разработана архитектура АИС мониторинга цен конкурентов с внедрением процесса парсинга данных, позволяющая сократить временные и денежные затраты при сборе и обработке информации.

Список используемых источников:

1. Гайфулин Т.А., Костомаров Д.С. Анализ современных систем мониторинга: 2013 – 5с.
2. Беляева И.В. Архитектура информационных систем. Г. Ульяновск, УлГТУ, 2019 – 192с.
3. Евланов М.В. Онтологическая модель архитектуры информационной системы на основе сервисного подхода // Радиоэлектроника, информатика, управление. 2013 г. №2(29). С. 130-135.
4. Михнов Д.К., Курилина Е.А. Исследование моделей архитектур серверных приложений корпоративных информационных систем // Восточно-Европейский журнал переводных технологий. 2014 г. Т. 2. №2(68). С. 34-38.
5. Стукалова А.В. Исследование и разработка моделей архитектуры распределенных информационных систем электронного документооборота // Студенческий вестник. 2022 г. №17-10(209). С. 46-49.
6. Cusumano M., MacCormack A. Software Development Worldwide: The State of the Practice // IEEE Computer Society. 2003г. – 8с.
7. Muzafarov D. Information system architecture [Электронный ресурс: https://spravochnick.ru/bazy_dannyh/bazy_dannyh_vvedenie/arhitektura_informacionnoy_sistemy/].
8. Юрьева Л. В. Основы стратегического конкурентного анализа. Г. Екатеринбург, УрФУ, 2014 – 52с.
9. Ponkratov V. Сервисы для мониторинга цен конкурентов: плюсы и минусы [Электронный ресурс: <https://habr.com/ru/post/518380/>].
10. Денисов Д.В. SaaS-решения лидеров IT-индустрии // Прикладная информатика. 2010 г. №1(25). С. 35-43.
11. Сервис мониторинга uXprice [Электронный ресурс: <https://uxprice.com/ru>]
12. Сервис мониторинга Xmldatafeed [Электронный ресурс: <https://xmldatafeed.com>].
13. Сервис мониторинга Priceva [Электронный ресурс: <https://priceva.ru>].
14. Сервис моделирования BP Simulator [Электронный ресурс: <https://www.bpsimulator.com/ru>].

Shakurova A., Gunina E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Model of architecture of automated information system for monitoring prices of competitors.

This article analyzes: types of information systems architecture, automated data collection services and their monitoring. As a result of the analysis, an own model of the architecture of an automated information system for monitoring competitors' prices is proposed. The results of the work can be useful for the further implementation of the architecture model of the automated information system of competitors' prices.

Key words: *model, design, architecture, monitoring, automated information system, parsing.*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС

5.1 Цифровая трансформация, инновации, бизнес

УДК 004.05

ГРНТИ 50.01.81

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В. Ю. Ананьев

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

Необходимость управления качеством в области разработки программных продуктов обусловлена наличием высокой конкуренции на рынке банковских услуг, где степень удовлетворённости потребителя его опытом взаимодействия с цифровым продуктом напрямую связана с качеством системы дистанционного банковского обслуживания. В статье рассмотрены мероприятия по управлению качеством разработки систем дистанционного банковского обслуживания и проблемы автоматизации контроля качества разработки.

управление качеством, дистанционное банковское обслуживание, тестирование, автоматизация тестирования

В связи с растущей цифровизацией индустрии банковских услуг внедрение передовых программных решений по фасилитации процесса взаимодействия банка и клиента становится ключевой задачей в рамках повышения эффективности дистанционного банковского обслуживания (далее ДБО) и обеспечения конкурентного преимущества банка, в частности.

Если ранее системы ДБО были в большей степени представлены телефонным и телевизионным видами банкинга, то сейчас наиболее распространёнными форматами выступают интернет-банкинг и мобильный банкинг, обеспечивающие возможность проведения различных финансовых операций в режиме реального времени в любое время суток.

По утверждению ряда авторов, опыт работы многочисленных предприятий в современных рыночных условиях показывает, что до 70% значимости всех показателей конкурентоспособности создаваемой продукции составляет качество. Авторы особо отмечают, что сегодня выполнение требований систем менеджмента качества (СМК) при

разработке продукции является основой успешного управления качеством ее создания [1].

В новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9000: 2015 качество определено, как степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям [2]. При этом объектом могут являться как продукция или услуга, так и процесс, система или ресурс.

Понятие качества разработки продукции следует рассматривать, как качество результатов разработки, и как качество процессов этой деятельности. Важно отметить, что качество продукции, с одной стороны, отражает степень удовлетворенности заинтересованных сторон и, в первую очередь, потребителей, а с другой стороны, качество продукции – это соответствующая характеристика самого объекта, т. е. процесса проектной деятельности и результата разработки. Таким образом качество процесса разработки определяет качество разрабатываемого продукта, то есть качество продукта неотделимо от качества процесса, и для того, чтобы улучшить качество ПП, нужно улучшать качество процесса разработки этого ПП [3, 4].

Для анализа качества разработки программного продукта используется атрибут процесса управления качеством – дефект. Любые различия фактических и требуемых характеристик ПП квалифицируются как дефекты или ошибки.

Дефектом также называют любое отклонение от требований, предъявляемых к производимой продукции. Необходимо отметить, что два эти определения эквивалентны, так как набор требований следует из множества функциональных, технических и эксплуатационных характеристик ПП, которые определяются на этапе планирования проекта.

Дефект, как обобщённый обратный показатель качества, даёт возможность использовать его для оценки и анализа качества, разрабатываемого ПП и процесса разработки в целом. Таким образом управление качеством разработки ПП можно представить, как процессы, направленные на непосредственное выявление дефектов, процессов для определения частей продукта, которые необходимо проверить для поиска дефектов и процессы снижения рисков появления дефектов.

Для управления качеством разработки необходим постоянный контроль через метрики качества, а также контроль качества отдельных подпроцессов, составляющих целостный процесс разработки [4]. Примерами метрик управления качеством разработки являются эффективность поиска дефектов (отношение числа дефектов, выявленных к моменту выпуска ПО, к общему числу дефектов), уровень исправления дефектов, покрытие требований (оценка покрытия тестами функциональных и нефункциональных требований к продукту) и другие.

В современных конкурентных условиях банковского сектора системы ДБО являются неотъемлемой частью банковского учреждения. Таким образом жизненный цикл разработки системы ДБО никогда не

заканчивается. Рыночные условия постоянно порождают новые задачи и требования, которым должен соответствовать продукт.

Итеративная модель является моделью жизненного цикла разработки ПО, которая может никогда не заканчиваться. Итеративная модель представляет собой подход, в котором жизненный цикл проекта разбивается на множество итераций, каждая из которых представляет собой подпроект, включающий все фазы жизненного цикла применительно к созданию отдельных версий системы или её частей.

Целью каждой итерации является получение работающей версии продукта, включающей функциональности всех предыдущих итераций.

В ряде работ подчёркивается важность комплексного подхода к управлению качеством ПО, при этом, под комплексным подходом имеется в виду необходимость поиска и устранения дефектов, на каждом этапе жизненного цикла ПО [1, 3, 4].



Рис. 1. Итеративный процесс разработки программных продуктов

Рассчитано, что если выполнять поиск дефектов на каждом этапе последовательной модели жизненного цикла, то к моменту внедрения проекта все дефекты проекта будет невозможно ни выявить, ни исправить [4, 5, 6, с. 3-8]. Контроль качества при каскадной модели разработки затруднен, так как нет продукта, к которому можно применить тесты, однако комплексный подход к управлению качеством ПО возможен при итеративном жизненном цикле.

В соответствии с этапами разработки можно использовать следующие мероприятия для выявления дефектов, допущенных на этих этапах:

ТАБЛИЦА 1. Этапы разработки системы ДБО и соответствующих им мероприятий управления качеством

Этап разработки	Модель
Определение требований	Инспекция требований
Проектирование	Инспекция проектных моделей
Кодирование(имплементация)	Инспекция кода
Контроль качества	Модульное тестирование Интеграционное тестирование Системное тестирование

Этап контроля качества является наиболее затратным этапом разработки ПО и составляет $\approx 46\%$ [7]. Методы контроля качества программных продуктов включают в себя различные варианты контроля корректности работы системы на различных структурных уровнях системы.

Выделяют модульное, интеграционное и системное тестирование:

1. Методика модульного тестирования заключается в анализе корректности работы каждого отдельного модуля в изоляции.

2. Интеграционное тестирование обеспечивает проверку корректности работы нескольких взаимодействующих модулей одновременно.

3. Системное тестирование направлено на выявление дефектов, проявляющихся при работе всех модулей, имеющихся в системе. Данный вид тестирования позволяет убедиться, что характеристики системы соответствуют параметрам, заявленным при определении требований.

Модульное тестирование выполняется на уровне программного кода, поэтому эти тесты составляются непосредственно программистами. Интеграционное тестирование при проверке взаимодействия модулей на уровне кода также выполняется программистами. Интеграционное тестирование частей систем, взаимодействующих по API и системные тесты производятся квалифицированными тестировщиками. В системах ДБО интеграционное тестирование занимает значительную часть всего тестирования, так как имеется большое число требований, связанных с интеграционными взаимодействиями с системами банка, такими как процессинговый центр и автоматизированная банковская система.

Процесс квалифицированного тестирования является одним из важнейших процессов применительно к жизненному циклу программных средств. В этой связи, применительно к стадиям жизненного цикла разработки и поддержки программных средств особую важность приобретают вопросы обеспечения гарантии качества их работы, что во многом достигается с использованием методов автоматизированного тестирования, и в частности, тестирования корректности работы отдельных изолированных модулей. Одной из целей автоматизации согласно ГОСТ 33707-2016 является повышение производительности труда человека посредством замены части этого труда работой машин [8].

Среди проблем автоматизированного тестирования можно выделить, прежде всего, высокие трудозатраты при первичном старте проекта автоматизации. Несмотря на то, что оно дает возможность уменьшить число рутинных операций и повысить скорость выполнения тестов, первичная разработка проекта и подготовка инфраструктуры для автоматизированного тестирования требует больших затрат.

Второй большой проблемой автоматизации тестирования является поддержка тестов в актуальном состоянии. Обновления тестов могут понадобиться как в случае изменения функционала, так и в случае

изменения самих входных данных теста. Это характерно для автоматизированного тестирования на всех уровнях. При реорганизации кода часто возникает необходимость обновить также модульные тесты, а обновление кода собственно тестов, возможно, будет сравнимо по времени с изменением основного кода. Кроме того, в случае изменения интерфейса приложения возникает необходимость вновь переписать тесты, связанные с обновленными элементами интерфейса, что при большом числе тестов может потребовать значительных ресурсов.

Таким образом, автоматизация сценариев тестирования является дорогостоящим процессом, однако в перспективе позволяет сократить время выхода на рынок (Time To Market) благодаря сокращению времени этапа контроля качества [9]. По этой причине автоматическое тестирование ценно на долгосрочных проектах с большим числом обновлений, какой и является разработка системы ДБО. Автоматизация тестирования позволяет снизить затраты на регрессионное тестирование продукта, а ресурсы ручного тестирования направить на поиск дефектов методиками исследовательского, мутационного и других видов тестирования.

Рассмотренные в работе модель разработки систем дистанционного банковского обслуживания и мероприятия по управлению качеством разработки позволят добиться улучшения конкурентных характеристик продукта путём снижения затрат на разработку, ускорения этапа контроля качества, улучшения качества продукта целиком. При реализации процессов управления качеством разработки стоит учитывать, что они весьма затратны и принесут выгоду только при достаточной длительности проекта.

Список используемых источников:

1. Ястребов В. А. Метод управления качеством разработки программных комплексов обработки и передачи данных : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.23 / Ястребов Виктор Анатольевич. СПб., 2017. 182 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М. : Изд-во стандартов, 2015. 53 с.
3. Макаров В. В. Управление инновациями и обеспечение качества в отрасли ИКТ. . СПб. : СПбГУТ, 2012. 164 с.
4. Савкин В. Принципы управления качеством программ [Электронный ресурс]. // Открытые системы. СУБД : электрон. научн. журн. 2008. N 06. URL: <https://www.osp.ru/os/2008/06/5344965> (Дата обращения 06.11.2022)
5. Амблер С. Гибкие технологии: экстремальное программирование и унифицированный процесс разработки. Библиотека программиста. СПб. : Питер, 2005. 412 с.
6. Ананьев В. Ю. Технология автоматизации тестирования Android-приложений с использованием протокола Webdriver на платформе .NET // Глобус: технические науки. 2021. №4 (40). С. 3-8.
7. Макконнелл С. Совершенный код: Практическое руководство по разработке программного обеспечения. СПб. : БХВ, 2017. 896 с.

8. ГОСТ 33707-2016. Информационные технологии. СЛОВАРЬ. М. : Изд-во стандартов, 2017. 206 с.

9. Tian J. Software Quality Engineering – Wiley-IEEE Computer Society Pr, 2005. 440 p.

Ananev V.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Quality assurance of remote banking system development.

The need for software quality assurance is due to high competition in the banking services market, where the degree of customer satisfaction with a digital product is directly related to the quality of the remote banking system. The article discusses the quality assurance measures for the development of remote banking systems and the problems of automation of quality control.

Key words: *quality assurance, remote banking, testing, automation testing.*

УДК 65.01

ГРНТИ 06.81

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

А. С. Бучацкий

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

Обоснован выбор программного продукта и метода для повышения эффективности управления проектами в государственном секторе, рассмотрены проблемы ведения проектов в данной сфере и основные требования к их использованию. Рассмотрены проблемы, сопровождающие неправильный выбор программных продуктов и методов, а также трудности, связанные с внедрением. Проведена оценка эффективности предложенных мероприятий.

проект, программный продукт управления проектами, методы управления проектами

В настоящее время большинство компаний, выступающих в роли Исполнителя проектов государственного сектора используют либо не соответствующие программные продукты и методы для эффективного управления проектами, либо не знают об отечественных аналогах, что пагубно отражается на результатах деятельности компаний.

С точки зрения совершенствования практики, проблема актуальна и ее можно определить следующими факторами:

- сложность проектов в виду постоянно меняющейся области автоматизации;
- оценка деятельности государственного сектора происходит по уровню активности, а не по конечному результату;
- использование неэффективных программных продуктов для обеспечения проектной деятельности;
- растущие требования заказчиков и потребителей к разрабатываемому проекту.

Ключевыми особенностями проекта в государственном секторе, можно выделить:

- определенные сроки начала и конца проекта;
- значительный масштаб государственных инвестиций;
- определенная степень уникальности целей проекта и условий его осуществления;
- значительное количество пользователей и внешних заинтересованных сторон;
- направленность на улучшение общественных благ и качество жизни населения.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что успешное управление проектами зависит от использования соответствующего подхода и программного продукта, способного контролировать ход выполнения работ, внимательно относиться к деталям и искусно руководить персоналом.

Уход от каскадной модели Waterfall в гибкую методологию Agile, обуславливается тем, что традиционное управление проектами действует неэффективно в проектах с постоянно меняющимися условиями: новые требования к государственной информационной системе, разрабатываемой для автоматизации деятельности исполнительных органов государственной власти.

Методология Agile включает в себя фреймворк Scrum. Scrum позволяет быстро разрабатывать сложный продукт небольшими частями, по результату выполнения которых, Заказчик получает рабочий продукт для использования в работе. Scrum позволяет делить задачи на более мелкие, что влечёт за собой увеличение производительности команды проекта, помогает сконцентрироваться на задачах с высоким приоритетом. Команда проекта двигается от цели к цели, а не аврально загружена на месяцы вперёд.

Благодаря постоянным коммуникациям между участниками команды проекта специалисты с маленьким опытом не снижают продуктивность всей команды, так как данный недостаток перекрывается квалификацией других.

Эффективное использования методологии Agile и фреймворка Scrum заключается в мобильности, высокой концентрации на задачах и выполнении плановых работ, направленных на проект. Для поддержания эффективности необходимо использовать соответствующий программный продукт. Последствия от использования несоответствующего программного продукта, могут быть следующими:

- программный продукт не адаптировался в команде проекта;
- программного продукта лишён лицензии, что влечёт за собой систематические сбои в работе, приводящие к утрате важной информации по проекту;
- программный продукт, не предназначен для выполнения задач по проекту (например, суточный мониторинг, еженедельные/ежемесячные услуги в рамках государственных контрактов или договоров).

Использование соответствующего программного продукта позволит распределить основные функции управления проектами в государственном секторе по их прямому назначению [1].

При выборе соответствующего программного продукта для осуществления проектной деятельности с использованием методологии Agile и фреймворка Scrum, необходимо избегать ключевых проблем:

- нарушение координации каждого сотрудника, использующего программный продукт;
- работа сотрудников не поддерживается программным продуктом;
- отсутствие ролевой модели для доступа сотрудников к своим проектам.

Помимо проблем выбора программного продукта для использования в государственном секторе, необходимо учитывать его наличие в реестре программного обеспечения, подтверждающих его происхождение из Российской Федерации, а также соответствие базовым требованиям.

К базовым требованиям можно отнести:

- пользовательские требования, которые должен выполнять программный продукт;
- системные требования, которые должен осуществлять программный продукт;
- требования к программному продукту в отношении устойчивости к сбоям;
- требования к программному продукту в отношении надёжности и безопасности.

Как видно из всего сказанного выше, единственным программным продуктом, который способен избежать ключевых проблем, а также соответствует всем требованиям и зарегистрирован в реестре российского программного обеспечения для использования в государственном секторе, является «Битрикс 24».

«Битрикс 24» – это российский сервис, который предлагает инструменты, позволяющие построить эффективную работу в команде проекта и во всем предприятии в целом. «Битрикс 24» выступает в качестве инструмента для общения между сотрудниками, позволяет ставить задачи на сотрудников, также и самому себе (в качестве напоминания), сменять/ изменять ответственных за поставленную задачу, с возможностью фиксации сроков в истории задачи («не увидеть» поставленную задачу не получится). Руководитель проекта всегда в курсе при нарушении сроков и подходящих к концу сроков по поставленной задаче. «Битрикс 24» позволяет отображать обращения сторонних Пользователей, например, ответственных лиц, которые непосредственно заинтересованы в конечном продукте.

«Битрикс 24» обладает мобильным приложением, что позволяет всем членам команды находится в рабочей обстановке далеко за пределами рабочего места, следить за изменениями по проекту (смена статуса задач, приоритетности задач в рамках действующей итерации) и быть в курсе всех событий по проекту.

Таким образом, программный продукт «Битрикс 24» подходит для работы Agile-команд с использованием фреймворка Scrum. Выбранный программный продукт поддерживает возможности интеграции и позволяет им овладеть без особого опыта использования, за счёт интуитивной простоты своего интерфейса.

По результатам планируемых изменений по совершенствованию практики управления проектами, с учетом выбранной методологии и выбранного инструмента, для использования в государственном секторе, проведем оценку эффективности предложенных мероприятий, используя модель анализа на примере предприятия, занимающегося проектами в области информационного обеспечения органов государственной власти Санкт-Петербурга.

В качестве показателей экономической эффективности используем:

– Чистый дисконтированный доход (чистая текущая стоимость, NPV).

Возьмем годовую выручку предприятия в целом и проведем расчет прироста объемов продаж (за счет роста выручки на 14,89%). В среднем, годовую выручку возьмем за выполнение каждого контракта 4 000 000 руб. На предприятии заключено 20 контрактов. Расчет будет выглядеть следующим образом: $80\,000\,000 / 12 * 0,1489 = 1\,000\,000$ руб.

В модель заносим капиталовложения (единовременные затраты) для расчета и финансовые вложения инвесторов. В данном проекте не используются кредиты (рис.1, рис.2).

КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ	Период	0
("1" - включая НДС, "0" - без НДС)	Мес.Год	0.2022
Покупка пакета "Энтерпрайз" Битрикс24	1	575,880
Сервер	1	57,600
Разработка проекта по внедрению "Битрикс24"	1	50,000

Рис. 1. Капиталовложения

ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ	Период	0	1
	Мес.Год	0.2022	1.2022
Финансовые вложения инвесторов в проект за период	тыс. руб.	800	150
Суммарные доходы в текущем периоде, вкл. НДС	тыс. руб.	-	-
Суммарные доходы в текущем периоде без НДС	тыс. руб.	-	-

Рис. 2. Денежные потоки

Показатель NPV (Чистый дисконтированный доход) – это показатель эффективности, характеризующий суммарный дисконтированный экономический эффект инвестиционного проекта, достигаемый к концу горизонта прогнозирования, в сравнении с альтернативой (рис.3).

$$NPV_T = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta NCF_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{\Delta I_t}{(1+d)^t}$$

Где:

t – номер текущего периода (шага) планирования,

T – номер периода, для которого производится расчет показателя

$\Delta NCF(t)$ – прирост чистого денежного потока при реализации проекта

$\Delta I(t)$ – прирост инвестиций, связанных с проектом

d – ставка дисконтирования.



Рис. 3. График NPV

По данным графика, срок окупаемости приходится на 4-ый период (4-ый месяц).

Таким образом, по расчёту показателя эффективности, все вышесказанное даёт возможность сделать следующие выводы, что за счет прироста продаж (за счет роста выручки на предполагаемые 14,89%), «Битрикс24» может значительно повысить эффективность деятельности предприятия и обеспечить значительный рост доходов предприятия.

Список используемых источников

1. Трушко А.А. Системный подход к управлению проектами. –М., 2020 [Электронный ресурс]. URL: <http://trushko-as.ru/systems-approach-pm/#:~:text=,свободный.>

2. Боруа Я.В. Agile или Waterfall – какой вариант соответствует вашему бизнесу? – М., 2017 [Электронный ресурс]. URL.: <https://worksection.com/blog/waterfall-vs-agile.html>, свободный.

Buchatsky A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication.

Improvement of the Project Management Practice in the Government Structures.

The choice of a software product and method for improving the efficiency of project management in the public sector is substantiated; project management issues in this area and basic requirements for their use are examined. Problems connected with the wrong choice of software products and methods, as well as the difficulties associated with its introduction are considered. An assessment of the effectiveness of the proposed activities was carried out.

Key words: project, project management software, project management methods.

УДК 65.011.56
ГРНТИ 20.51.01

ИЗМЕНЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ОТГРУЗКИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «НАГ»

В. А. Колотилин

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

Непрерывно меняющаяся конъюнктура рынка, все больше требует высокие скорости в принятии решений, многозадачность в управлении активами и необходимость снижения рисков требуют современных подходов к организации управленческой деятельности. Поиск выхода в условиях усложняющейся внутренней и внешней среды предприятия, позволяющего высвободить ресурсы для стратегического планирования и концентрации менеджмента на ключевых направлениях работы компании. Как показывает практика, предприятия, имеющие сложную производственную структуру, остро нуждаются в оперативной управленческой информации, помогающей принимать обоснованные управленческие решения. К сожалению, принимаемые руководством решения по организационному развитию предприятия как правило, носят интуитивный характер

функциональный подход, процессный подход, бизнес-процессы, автоматизация, BPMN

В настоящее время многие компании проводят цифровую трансформацию, то есть глубокую реорганизацию бизнес-процессов с широким применением цифровых инструментов для их исполнения, которая приводит к улучшению характеристик процессов (сокращению времени выполнения, исчезновению целых групп подпроцессов, сокращению ресурсов, затрачиваемых на выполнение процессов) и/или появлению принципиально новых их качеств и свойств [1].

Это актуальная тема, так как ситуация на современном рынке крайне быстро меняется и может быть не стабильной. Особенно это касалось 2021 и 2022 годов, которые потребовали от бизнеса высокие скорости принятия управленческих решений, а также гибкость самих организаций и управления ими [2].

Многие компании все еще управляются с помощью функционального подхода. Этот подход основан в основном на харизме руководителя и принципе его единоначалия, поэтому, когда предприятия были небольшими ими было легче управлять. Не было такого количества информации и доступа к разным рынкам, поэтому руководителям хватало того, чтобы работники делали свою работу, а что происходит в компании оставалось на плечах руководителя.

Однако, в современных реалиях количество информации увеличивается с каждым днем, предприятия становятся больше, поэтому и

затраты на контроль и управление предприятием существенно вырастают. Даже группа руководителей уже начинает физически не справляться с управлением организацией.

Поэтому в ходе цифровой трансформации как правило подход к управлению организацией меняется с функционального на процессный. Благодаря процессному подходу деятельность предприятия, подразделений, руководителей и непосредственных исполнителей изначально нацеливается на получение конечного результата и воспринимается ими как совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов, обеспечивающих достижение общей цели. В результате чего руководители начинают видеть не только ограниченную функционалом часть процесса, а весь процесс целиком [3].

При изменении бизнес-процесса отгрузки телекоммуникационного оборудования в компании ООО «НАГ» был применен процессный подход. Сначала была составлена и проанализирована схема As Is. После анализа в процессе As Is было выявлено 4 недостатка.

Первым и самым важным недостатком, который и сподвиг компанию к изменению, оказался риск регламентированного учета. Заключается он в особенностях ведения регламентированного и управленческого учетов в компании. Перед отгрузкой в бухгалтерии оформляются первичные документы, которые в дальнейшем сопровождают товар. Риск заключается в том, что товар может не выбыть со склада до закрытия отчетного периода. Соответственно если после отчетного периода клиент откажется от товара, то может получиться ситуация, что компания отчиталась о прибыли налоговым органам по сделке, которая по факту не состоялась. Такие случаи могут повлечь за собой налоговые проверки компании.

Второй недостаток - отсутствие формализованной возможности у сотрудников коммерческого департамента создавать сборные отгрузки. Процесс в учетной системе был построен так, что не позволял сотрудникам коммерческого департамента быстро и с минимальными трудозатратами отгрузить нескольких заказов одной отгрузкой. Что приводило к удлинению и затягиванию процесса.

Третьим недостатком стало отсутствие контроля при запуске процесса отгрузки товаров. Соответственно на начальной стадии отгрузки упускался момент, когда можно было бы с помощью системных контролей узнать об ошибке и не запускать процесс отгрузки.

Несоответствие процесса отгрузки планам развития компании стало четвертым недостатком. Компания хотела развиваться в сторону интеграции с транспортными компаниями, что позволило бы получать всю необходимую информацию через автоматизированные обмены с транспортными компаниями через API. Это сокращение времени оформления заказов на транспортировку позволило бы высвободить времени сотрудников для других нужд компании.

По итогу выполненных работ компания перешла на новый процесс отгрузки телекоммуникационного оборудования, что позволило исключить риск регламентированного учета, повысить скорость процесса отгрузки, вести контроль перед началом процесса отгрузки, а также учет ситуаций, когда процесс прерывается. За счет автоматизированных обменов с транспортными компаниями через API значительно повысилась скорость создания заказов на транспортировку и высвободились людские ресурсы для их использования в других направлениях деятельности компании.

Список используемых источников:

1. Саенко И. Б., Агеев С. А., Шерстюк Ю. М. Концептуальные основы автоматизации управления защищенными мультисервисными сетями [Электронный ресурс] // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы : электрон. научн. журн. 2011. N 3. С. 30–39. URL: http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_cory.pdf (дата обращения 17.12.2013).
2. Дымарский Я. С., Крутякова Н. П., Яновский Г. Г. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи / под ред. проф. Г. Г. Яновского. Минск : ИТЦ «Мобильные коммуникации», 2003. 384 с.
3. Пташкин А. А. Проблемы психоанализа в современном обществе [Электронный ресурс] // Психология индивидуальности : материалы II всерос. науч. конф., Москва, 12–14 нояб. 2008 г. М. : ИД ГУ ВШЭ, 2008. С. 12–15. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic.pdf> (дата обращения: 17.12.2013).

Kolotilin V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Changing the business process of shipping telecommunications equipment by example. The constantly changing market conditions increasingly require high speed in decision-making, multitasking in asset management and the need to reduce risks require modern approaches to the organization of management activities. Search for a way out in the increasingly complex internal and external environment of the enterprise, which allows freeing up resources for strategic planning and concentration of management in key areas of the company's work. As practice shows, enterprises with a complex production structure are in dire need of operational management information to help make informed management decisions. Unfortunately, decisions made by management on the organizational development of an enterprise, as a rule, are intuitive.

Key words: *functional approach, process approach, business processes, automation, BPMN.*

УДК 658.114.4

ГРНТИ 06.81

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ И СОПРОВОЖДЕНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА БУРЕНИЯ

А. С. Леонтьева

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

Сформирован проект реинжиниринга бизнес-процессов группы компаний по разработке и сопровождению программного обеспечения удаленного мониторинга бурения, направленный на повышение эффективности трудовой деятельности организации. Проект реинжиниринга позволит автоматизировать рутинные процессы для оптимизации рабочего времени сотрудников и вовлечения их в деятельность, нацеленную на развитие группы компаний и привлечение новых клиентов. Рассмотрены информационные системы для автоматизации бизнес-процессов с целью внедрения в ИТ-инфраструктуру группы компаний. Проведена оценка эффективности предложенных мероприятий.

реинжиниринг, бизнес-процессы, информационные системы

Группа компаний по разработке и сопровождению программного обеспечения удаленного мониторинга бурения занимала лидирующие позиции среди компаний-разработчиков программных продуктов и ИТ-услуг для нефтегазовой отрасли в России, но, за последние годы активного развития ИТ-индустрии происходило совершенствование схожих по функционалу продуктов-конкурентов и теперь, чтобы оставаться на высоких позициях, организации необходимо сфокусироваться на развитии и привлечении новых клиентов.

Основные цели, преследуемые группой компании: увеличить число заказчиков услуг и улучшить финансовое состояние предприятия.

Настоящая внутренняя среда бизнеса не позволяет осуществлять деятельность, направленную на достижение стратегически важных для организации целей, по причине недостаточности ресурсов, так как сотрудники затрачивают трудовое время на процессы, которые не приносят результата, информационная инфраструктура группы компаний не развита, бизнес-процессы зачастую рутинные, много ручного труда.

Исследование рабочей деятельности сотрудников отдела управления проектами показало, что из 147 рабочих часов в месяц на рутинные операции, которые возможно автоматизировать, менеджер проектов затрачивает 117 рабочих часов.

В результате автоматизации этих процессов можно выделить несколько часов в месяц менеджерам на контролирующую деятельность

этих процессов и заполнить освободившееся рабочее время менеджера на решение стратегически важных для компаний задач.

Обращение к реинжинирингу бизнес-процессов основано на возможности формирования принципиально новой бизнес-модели. Реинжиниринг бизнес-процессов – это формирование совершенно новых и более эффективных процессов независимо от того, какие процессы функционировали ранее. Это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов компании для достижения ключевых показателей эффективности: качества, стоимости, услуг и темпов [1].

Проект реинжиниринга строится на этапах: уничтожение лишних операций, которые не приносят результата, упрощение бизнес-процессов предприятия, объединение различных бизнес-процессов предприятия в единый процесс, автоматизация бизнес-процессов на предприятии.

Группа, ведущая проект реинжиниринга, при реализации проекта, формирует информационную среду внутри группы компаний, которая представляет собой комплексное решение, позволяющее автоматизировать и оптимизировать процессы, исключить ненужную ручную работу и повысить эффективность деятельности в целом, освободив от рутинной работы ключевых сотрудников с возможностью их привлечения к развитию группы компаний.

Обновленная интегрированная информационная система предприятия построена на основе исследования проблемных процессов группы компаний. Система состоит из пяти основных систем («Клиентская база», «Service Desk», «Power BI», «Jira», «1 С») все системы интегрированы между собой, работают с необходимой информацией и архивируются в единой базе данных, при этом реализуется принцип целостности информации и данных.

Основными требованиями к результату проекта реинжиниринга является вывод компаний на высокую конкурентоспособную позицию рынка труда среди организаций, предоставляющих схожие услуги в нефтегазовой отрасли, увеличение количества заказчиков и, как следствие, объема предоставляемых услуг, повышение рентабельности и снижение текучести кадров.

Ожидаемые результаты успешной трансформации:

1. Сокращение издержек без снижения количества выполняемых задач или увольнения сотрудников.

2. Существенное уменьшение временных затрат на выполнение поставленных задач — оптимизируя процессы, выявив и устранив ненужные звенья в процессах разноплановой деятельности подразделений компании.

3. Рост вовлеченности сотрудников в деятельность компании за счет доступной для понимания каждому сотруднику структуры и качественному распределению обязанностей.

4. Управление бизнес-процессами, лежащее в основе трансформации, обеспечит повышение эффективности деятельности предприятия. Этому способствует своевременное внедрение новейших технологий в информационную среду предприятия и использование современных методов управления, что и планируется в проекте реинжиниринга.

5. Глобальный рост конкурентоспособности, деятельности и организаций в целом, который влияет на развитие отрасли. Предполагается, что глобальный рост будет достигнут при помощи высвобождения рабочего времени сотрудников, оптимизируя и автоматизируя рутинные бизнес-процессы, и концентрировании этого времени на участии в тендерных закупках для привлечения большего количества клиентов.

В результате переосмысления текущего положения финансовая составляющая, а именно, чистая прибыль компании должна возрасти за счет снижения ненужных затрат - издержек и повышения рентабельности предоставляемых услуг, что положительно скажется на формировании фонда оплаты труда сотрудников, сохранении численности качественных кадров и увеличении числа клиентов за счет участия в тендерных закупках и презентаций программных продуктов группы компаний, что не осуществлялось ранее по причине загруженности персонала рутинными ручными операциями.

Оценка эффективности проекта реинжиниринга проводится на основании показателей:

Чистый дисконтированный доход (чистая текущая стоимость, NPV).

В первый месяц 2022 года количество суток предоставления услуг составляло 1 710 сут./мес. На протяжении периода с января по ноябрь 2022 года до выполнения реинжиниринга это число в месяц увеличивалось максимум на 100 суток.

Средний уровень выручки в 2022 году за месяц составила:

$$5\,100 \cdot 1903 = 9\,705\,300 \text{ рублей}$$

На основе статистических данных по количеству проводимых закупочных процедур по сфере деятельности группы компаний «ТетраСофт» для прогноза в силу масштаба предприятия и проекта внедрения выбрано значение 35%. Таким образом, ожидаемый прирост ежемесячно будет:

$$9\,705\,300 \times 0,35 = 13\,102\,155 \text{ рублей}$$

В расчете необходимо учитывать капиталовложения - единовременные затраты для расчета (таблица 1) и финансовые вложения инвесторов (таблица 2).

ТАБЛИЦА 1. Капиталовложения

Капиталовложение	Стоимость, руб.
Оборудование	200 000
Затраты на проект реинжиниринга	830 000
Оборудование офиса	753 000
Оборудование производственных помещений	2 181 000
Затраты на ИС	1 580 000
Лицензионные	1 453 500,00

ТАБЛИЦА 2. Финансовые вложения инвесторов

Потоки	ед. измерения	Денежные потоки в период			
		0	1	2	3
Финансовые вложения инвесторов в проект	тыс. руб.	11 000	6 000	3 500	2 500

С точки зрения инвестора для признания проекта эффективным необходимо, чтобы NPV(T) была положительной в конце выбранного горизонта планирования. [2]

Показатель NPV (Чистый дисконтированный доход) – это показатель эффективности, характеризующий суммарный дисконтированный экономический эффект данного инвестиционного проекта, достигаемый к концу горизонта прогнозирования, в сравнении с альтернативой.

$$NPV(T) = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta NCF_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{\Delta I_t}{(1+d)^t}$$

Где:

t – номер текущего периода (шага) планирования,

T – номер периода, для которого производится расчет показателя

$\Delta NCF(t)$ – прирост чистого денежного потока при реализации проекта

$\Delta I(t)$ – прирост инвестиций, связанных с проектом

d – ставка дисконтирования.

Срок окупаемости проекта наступает тогда, когда NPV=0. По графику видно, что этот момент времени наступает на 12 периоде.

По итогам оценки эффективности проекта внедрения, предприятие получит выгоды в размере:

Увеличение прибыли на 35% в 2023 году, уже через 2 месяца после внедрения.



Рис. 1. График NPV

С точки зрения инвестиционных вложений проект реинжиниринга полностью окупится в 13 периоде (январь 2023 года), что дает основания сказать, что проект успешен.

Список используемых источников:

1. Сорокин. А. В. Реинжиниринг бизнес-процессов : учебное пособие. Рубцовск : Рубцовский индустриальный институт, 2014. 77 с.
2. Котов В. И., Ловцюс В. В. Бизнес-планирование и риск-финансирование : учебно-методическое пособие для курсовой работы. СПб. : СПбГУТ, 2020. 65 с.

Leonteva A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication.

Reengineering of business processes of a group of companies for the development and maintenance of remote drilling monitoring software.

The project was formed to reengineer the business processes of a group of companies to develop and maintain software for remote drilling monitoring, aimed at improving the efficiency of the organization's work. The reengineering project will automate routine processes to optimize the working time of employees and involve them in activities aimed at developing a group of companies and attracting new customers. Information systems for automating business processes with the aim of introducing them into the IT infrastructure of a group of companies are considered. An assessment of the effectiveness of the proposed activities was carried out.

Key words: *reengineering, business processes, information systems.*

УДК 004.9:65.011.56

ГРНТИ 67.01.85

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-СЕРВИСАМИ В КОМПАНИИ «ВАХРУШИ-ЛИТОБУВЬ»

Е. В. Стрелкова

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

В настоящее время развиваются и появляются всё новые подходы и методы к управлению информационными технологиями. Одним из наиболее популярных сегодня подходов является использование концепции ITSM. Внедрение информационных систем, реализующих данную концепцию, позволяет существенным образом повысить эффективность бизнес-процессов, связанных с реализацией ИТ-сервисов на предприятии.

информационные технологии, управление ИТ-сервисами (ITSM), бизнес-процессы, ИТ-сервисы

Основой успешного бизнеса в наши дни является бесперебойное функционирование информационных систем, обеспечивающих конкурентоспособность и прибыльность компании. Однако, специфика средств информационных технологий и методов их внедрения, эксплуатации и сопровождения, в зависимости от масштаба предприятия, может существенно отличаться. При этом для крупных компаний необходим комплексный подход к созданию ИТ-инфраструктуры, который включает в себя создание отдельного ИТ-подразделения.

Информационное обслуживание бизнеса состоит в предоставлении информационных сервисов заданного качества подразделениям предприятия.

ИТ-сервис в корпоративной среде – это ИТ-услуга, которую ИТ-подразделение (департамент, отдел, служба) или внешний провайдер предоставляет пользователям и бизнес-подразделениям предприятия для поддержки их бизнес-процессов. Набор ИТ-сервисов, необходимых организации, индивидуален и в значительной степени зависит от отрасли, размеров организации, уровня автоматизации, квалификации персонала, стратегии развития и т. п. ИТ-сервис характеризуется рядом параметров [1], представленных на рис. 1.

Состояние бизнеса в отношении информационных технологий характеризуется достаточно жестким контролем инвестиций и возросшими требованиями к ним со стороны бизнеса.

Управление ИТ-услугами (сервисами) – ITSM (IT Service Management) – это совокупность специализированных организационных возможностей для предоставления нужных сервисов заказчикам в форме услуг.

Концепция ITSM базируется на использовании совокупности основных процессов [2], которая представлена на рис. 2.

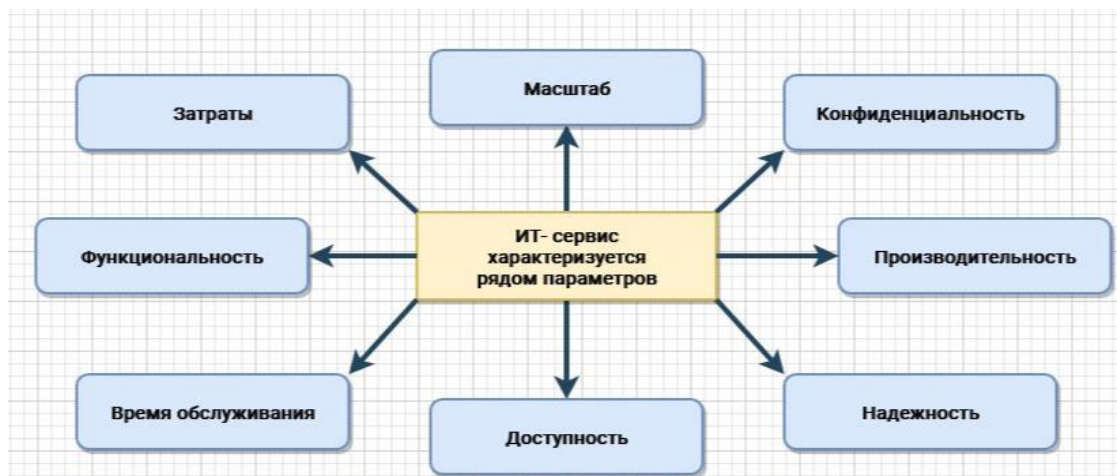


Рис. 1. Параметры ИТ-сервиса



Рис. 2. Основные процессы ITSM

Одна из ключевых составляющих подхода ITSM – формализация процессов ИТ-отдела, что достигается путем определения для каждого процесса последовательности выполнения работ, необходимых ресурсов и затрат времени, средства автоматизации и контроля качества.

Реализация ITSM также включает в себя определение регламента работы сотрудников, определение их зон ответственности и полномочий, критериев качества работы и формирование механизмов контроля и

мониторинга состояния процессов, что помогает повысить информационную безопасность [3].

Создание службы поддержки пользователей – это, в первую очередь, чёткое определение правил взаимодействия конечных пользователей со службой ИТ, правил работы сотрудников службы поддержки пользователей и правил взаимодействия сотрудников службы ИТ между собой.

Алгоритм работы ИТ-службы поделен на две основные категории, представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Алгоритм работы ИТ-службы

Категории		Исполнитель
Категория [А]	<p>«Горячая линия»: 1С не работает полностью: - не запускается; - ‘вылетает’ с ошибкой; - зависает. 1С не работает частично: - то, что раньше работало, не работает, т.е. не открывается/не сохраняется отчет, документ и т.п.; - недостоверные или отсутствующие данные; - необходима консультация по работе/настройке 1С. Обращения по горячей линии фиксируются ответственным и принимаются незамедлительные меры по устранению возникших проблем.</p>	Консультант 1С
Категория [В]	<p>«Техподдержка»: Разработка 1С: - улучшение/изменение форм отчетов, процессов, механизмов. Обращения оформляются инициатором непосредственно в 1С путем создания заявки в техподдержку.</p>	Руководитель ОИТ Программист 1С

На практике, при возникновении проблем или вопросов пользователь должен сам понять, куда ему обращаться: к консультанту 1С на горячую линию или к программистам в техподдержку, которые, в свою очередь, регистрируют обращения каждый в своей учётной системе. Зачастую ещё до регистрации обращения, сотрудники взаимодействуют между собой, решая, кто должен принять в работу данное обращение, в результате чего проблема остается нерешенной, время затягивается, а пользователи ждут результатов.

Таким образом, эти причины и послужили своеобразным толчком для внедрения на предприятии ООО «Вахруши-Литобувь» единого ИТ-сервиса по обработке обращений пользователей класса Service Desk «Jira Service Management». Информационная система Jira позволяет повысить

управляемость процесса управления инцидентами и организовать контроль его выполнения.

В рамках процесса «Управление инцидентами» «Как надо» заявка от пользователя создается в Web-интерфейсе Jira и в последующем отображается на компьютере консультанта 1С. Далее, консультант 1С регистрирует инцидент в базе данных Jira и проводит поиск решения схожих инцидентов в системе. После решения инцидента консультант 1С производит его фиксацию в базе данных Service Desk, что облегчает работу с вновь возникающими инцидентами, так как нет необходимости всегда начинать поиск решения инцидента с самого начала. На рис. 3 представлена модель верхнего уровня процесса «Управление инцидентами».

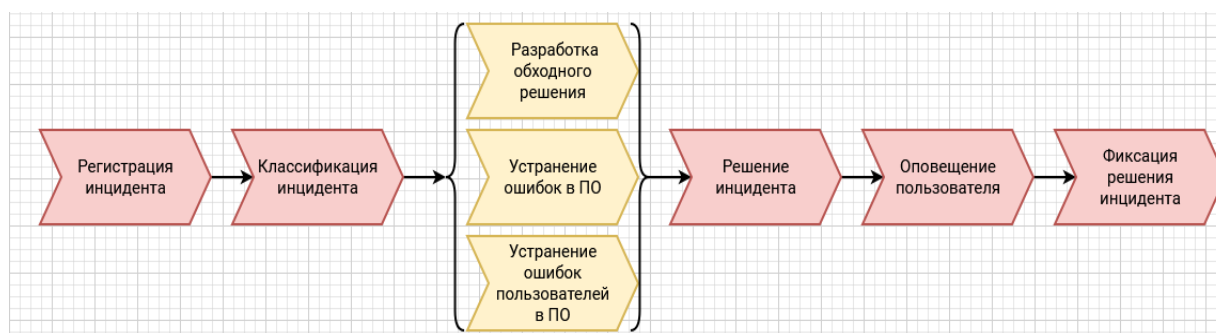


Рис. 3. Модель верхнего уровня процесса «Управление инцидентами»

Организация процесса именно таким образом позволит справиться с подавляющим большинством проблем процесса «Устранение сбоев в работе информационной системы», а также позволит снизить простои в работе сотрудников, снизить время прохождения заказа, повысить уровень удовлетворенности пользователей, уменьшить степень влияния инцидентов на работу компании за счет их своевременного устранения.

Таким образом, можно сделать вывод, что комплекс разработанных мероприятий по внедрению новой информационной системы «Jira Service Management» на предприятии ООО «Вахруши-Литобувь» позволил максимально оптимизировать такие бизнес-процессы организации, как: управление мощностями, управление проблемами, управление конфигурациями, управление изменениями и управление уровнем сервиса.

Список используемых источников:

1. Елиферов В. Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление : учебник. М. : ИНФРА-М, 2021. 319с.
2. Бойченко А.В. Управление информационными сервисами : хрестоматия. М. : МЭСИ, 2008. 216 с.
3. Лешек А. Мацяшек, Анализ и проектирование информационных систем с помощью UML 2.0. Третье издание. М. : Вильямс, 2008 г. С. 5.

Strelkova E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Improving the practice of it service management in the company "VAKHRUSHI-LITOBUV".

At this moment new approaches and methods to information technology management are developing and appearing. One of the most popular approaches today is the use of the ITSM concept. The introduction of information systems implementing this concept can significantly improve the efficiency of business processes related to the implementation of IT services in the enterprise..

Key words: *Information technology, IT services management (ITSM), business processes, IT services.*

УДК 004.056
ГРНТИ 81.96

ПОВЫШЕНИЕ КИБЕРЗАЩИЩЕННОСТИ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. М. Щербаков

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

Увеличение темпов цифровизации промышленности предъявляют новые требования к безопасности критической инфраструктуры. Существуют различные способы и подходы для достижения данной цели. Одним из базовых приемов повышения кибербезопасности является сетевая сегментация.

сетевая безопасность, автоматизация, промышленность

Растущий уровень цифровизации промышленных предприятий также создает почву для деятельности киберпреступников. При этом компании могут понести колоссальный ущерб от действий таких преступников измеряемый миллиардами, или вообще способный привести к краху компании.

Цель доклада состоит в выборе методов и подходов для повышения степени киберзащищенности промышленного предприятия металлургии.

Группа компаний «Гранит» является управляющей компанией и специализируется на управлении активами в сфере производства цветных металлов. В 2020 году в состав компании вошло новое предприятие – «Ангарский Алюминиевый Завод» (сокр. АнГАЗ), специализирующееся на производстве алюминия высокой чистоты.

Руководством компании поставлена задача изучить инфраструктуру, обеспечивающую информационную безопасность процессов производства

нового предприятия, и при необходимости модернизировать эти процессы и инфраструктуру до текущих стандартов, определенных в политике информационной безопасности головной управляющей компании.

Первым этапом является задача по выявлению существующих проблем в сетевой инфраструктуре предприятия «АнгАЗ» и предложение решений по исправлению ситуации до принятых стандартов в политике сетевой безопасности, установленных управляющей компанией.

Объектом исследования являются системы автоматизированного управления технологическими процессами предприятия «АнгАЗ».

Сбор информации проводился следующими методами:

- Опрос ключевых сотрудников предприятия отвечающих за бизнес-процессы

- Сбор существующей документации об информационных системах компании и обеспечивающей инфраструктуре (инструкции, регламенты, положения, бизнес артефакты, отчеты, аудиты)

- Физическое посещение объектов.

В ходе изучения объекта проводился технический анализ:

- Сетевой инфраструктуры

- Серверной инфраструктуры

- Систем АСУТП, отвечающих за основные технологические процессы

Основной особенностью технологической сети предприятия «АнгАЗ» является её интегрированность в общую ЛВС предприятия, а также фактическая доступность сетевых компонентов АСУТП из других сетевых сегментов ЛВС предприятия. Данное решение обусловлено потребностями бизнеса в контроле и обмене данными с технологической сетью. В ходе обследования были изучены основные процессы, протекающие в инфраструктуре и сетевые потоки трафика, порожденные этими процессами. Анализ трафика проводился между сетевыми компонентами АСУТП завода и остальной инфраструктурой. Схема локальной сети предприятия приведена на рис.1.

В ходе обследования удалось выяснить следующие факты:

1. На предприятии не принята политика по управлению межсетевым доступом.

2. Существующий межсетевой экран установлен только на границе ЛВС предприятия для контроля доступа в сеть интернет и корпоративную сеть компании. Контроль сетевого доступа внутри периметра ЛВС не реализован.

3. Существенная часть сетевого оборудования устаревших моделей, обновления ПО уже не выпускаются производителем.

4. Все ЛВС АСУТП находятся в одном маршрутизируемом пространстве, что в теории позволяет получить к ним несанкционированный доступ из любой точки ЛВС завода.

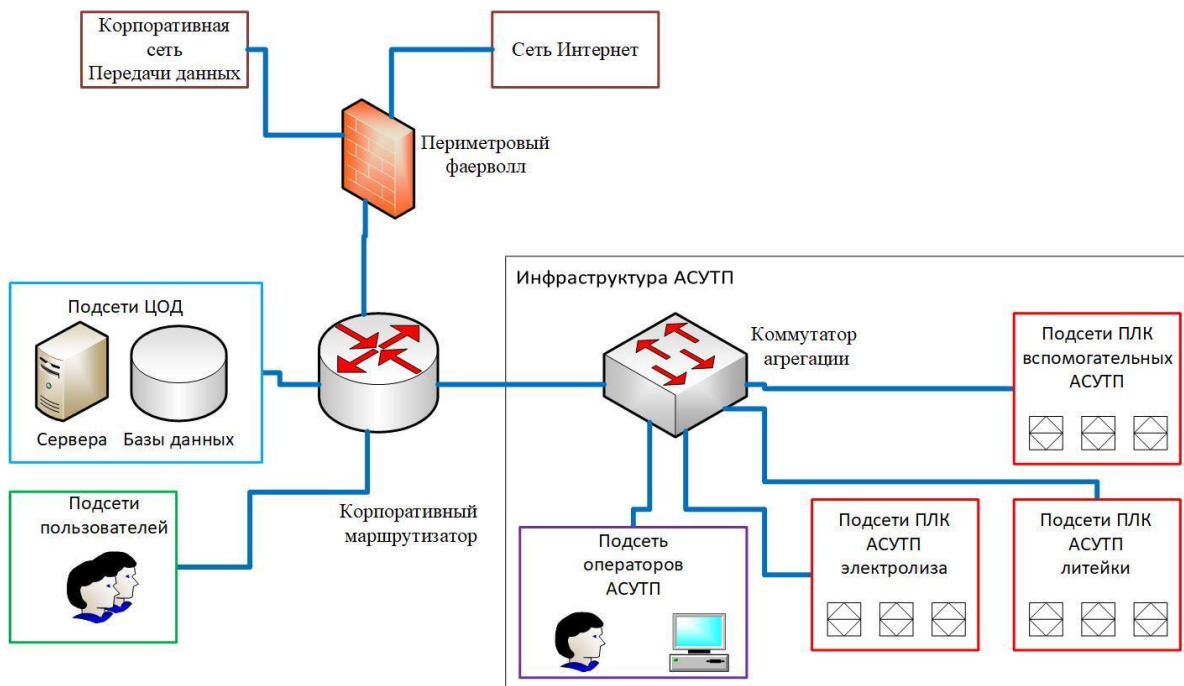


Рис. 1. Концептуальная схема локальной сети предприятия АНГАЗ

В совокупности все выявленные недостатки позволяют сделать заключение о том, что технологическая инфраструктура предприятия значительно подвержена потенциальным киберрискам, и в случае целенаправленной кибератаки работа технологических систем обеспечения производства может быть нарушена или даже остановлена, что приведет к сокращению выпуска продукции, простоям, или даже выходу из строя дорогостоящего промышленного оборудования.

В связи с этим был предложен ряд мер по исправлению ситуации:

1. Разработать политику межсетевого экранирования согласно нуждам завода.
2. Провести замену устаревшего оборудования МСЭ
3. Реализовать сетевую сегментацию на базе нового МСЭ и новой политики сегментации.
4. Изолировать системы АСУТП в собственную демилитаризованную зону.
5. Обеспечить контроль сетевых потоков между ЛВС АСУТП и остальной ЛВС завода.

Реализация данных мер способна качественно снизить шансы на проникновение и эксплуатацию киберугроз в пространстве ЛВС предприятия, тем самым повысив уровень киберзащищенности.

Задача по реализации данных мер возлагается на собственные подразделения кибербезопасности ГК «Гранит» с привлечением сторонней компании-подрядчика, специализирующейся на работах в сфере сетевой безопасности.

На основе полученных данных о структуре сети была разработана политика межсегментного взаимодействия в виде матрицы, показанной в таблице 1.

Основной идеей проекта является выделение всех систем АСУТП в отдельную демилитаризованную зону, а также организация отдельного буферного сегмента для обеспечения управляемых сессий трафика между системами АСУТП и остальной ЛВС предприятия.

Концептуальная схема организации защиты сетей АСУТП показана на рис. 2.

ТАБЛИЦА 1 Матрица межсегментного взаимодействия

	AA Z.U SE R	AA Z.A DM	AA Z.S RV	AAZ. SCAD A_BZ	AAZ. SCAD A_OP	AAZ. SCAD A_L2	AAZ. SCAD A_L3	AA Z.M GM T	AA Z.C CT V	WA N(К СПД)	INT ER NE T
AAZ.U SER	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red
AAZ. ADM	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow
AAZ. SRV	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Yellow	Yellow
AAZ. SCAD A_BZ	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red
AAZ. SCAD A_OP	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Red
AAZ. SCAD A_L2	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red
AAZ. SCAD A_L3	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red
AAZ. MGM T	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red
AAZ. CCTV	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red
WAN(К СПД)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Red
INTE RNET	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

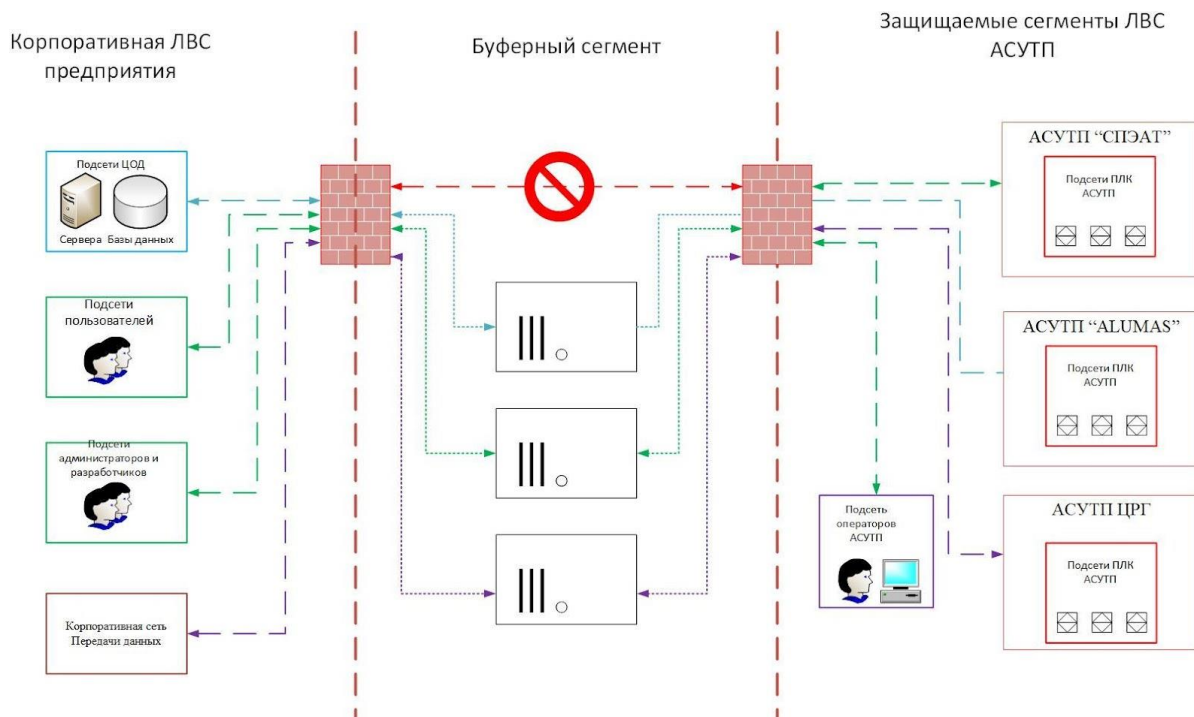


Рис. 2. Схема построения буферного сегмента

Одной из научных составляющих данной работы является поиск способа для реализации принципа минимальных привилегий в отношении построения гранулированного сетевого доступа между пользователями и системами. Это является одной из второстепенных задач проекта, но тем не менее этот принцип является лучшей практикой [1] при организации сетевого взаимодействия между системами АСУТП и ЛВС предприятия.

В результате поиска метода для реализации принципа минимальных привилегий было принято решение описать сетевой ландшафт каждой системы с помощью ресурсно-сервисной модели (РСМ) [2].

С помощью РСМ возможно визуально представить все компоненты входящие в работу каждой системы АСУТП, а также описать необходимые коммуникации в виде связей между этими компонентами. Далее, интерпретируя эти компоненты в IP адреса, а связи между компонентами в набор необходимых протоколов, мы получили список минимально необходимых сетевых коммуникаций. Выгрузив из базы РСМ все связи в виде таблицы, получили набор сетевых правил. Применение этих сетевых правил для внедрения в конфигурацию межсетевых экранов позволяет с высокой точностью достигать принципа минимальных привилегий в пропуске сетевого трафика.

Продолжительность проекта по повышению киберзащищенности предприятия составит 8 месяцев и 15 дней. Данные сроки являются приблизительными в связи с неопределенной ситуацией в поставках некоторого зарубежного оборудования, заложенного в модернизацию.

Экономическим эффектом от реализации проекта является снижение вероятности проведения целенаправленной кибератаки против технологической инфраструктуры предприятия, которая может привести к таким последствиям как: снижение качества и количества отгружаемой продукции потребителям, временный или полный вывод из строя критического оборудования, возможные аварии на производстве, влекущие за собой разрушения и опасность для персонала, и в совокупности, существенные репутационные потери компании [3].

Список используемых источников:

1. 8 лучших практик для обеспечения защиты сетей: [Электронный ресурс] // Checkpoint.com. 2022. URL: <https://www.checkpoint.com/cyber-hub/network-security/what-is-firewall/8-firewall-best-practices-for-securing-the-network> (Дата обращения 15.09.2022)
2. Что такое ресурсно-сервисная модель: [Электронный ресурс] // Naumen.ru. М., 2022. URL: https://www.naumen.ru/products/itam/tour/articles/service_model (Дата обращения 15.09.2022)
3. Римша А. С. Метод и алгоритмы управления рисками информационной безопасности АСУ ТП критических инфраструктур : дис. ... к-та техн. наук : 2.3.6 / Римша Андрей Сергеевич. СПб., 2022. 234 с.

Shcherbakov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Increasing the cyber security of an industrial enterprise corporate network. The increasing digitalization of industry is placing new demands on the safety of critical infrastructure. There are different ways and approaches to achieve this goal. One of the basic methods of enhancing cybersecurity is network segmentation.

Key words: network security, automation, industry.

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

6.1. Вопросы регионоведения и межкультурных коммуникаций в цифровую эпоху

УДК 32.019.5
ГРНТИ 11.25.25

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ И ПРАКТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРИМЕНЕНИЯ «МЯГКОЙ СИЛЫ» ВО ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКЕ США В ПЕРИОД МЕЖДУ МИРОВЫМИ ВОЙНАМИ (1918-1938 ГГ.)

А. Б. Гехт, А. В. Неровный, Н. Э. Бекшаева

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

Статья посвящена анализу тенденций распространения идеи мессианской позиции США в разработке базиса нового миропорядка после завершения Первой мировой войны. Рассматривается содержание и специфика концепций, обосновывающих главенствующую роль США, и повлиявших на построение системы международных отношений в межвоенный период. Описываются превалирующие методы во внешнеполитической деятельности США в изучаемый период, позволившие транслировать миру американскую позицию.

история США, интербеллум, «мягкая сила», история политической мысли США

Эволюция политической мысли США периода второй половины XIX – начала XX веков заложила основы формирования концепции «мягкой силы» во внешней политике США. На протяжении долгого времени в центре внимания американского общества были внутренние проблемы страны. Но рост экономики государства и сокращение вакантных земель способствовал повышению заинтересованности Америки во внешнем мире, а также развитию осознания собственного места в международной системе. С этого периода началось распространение идей американского экспансионизма.

Сторонники экспансионистского подхода научно обосновывали идеи о мессианском предназначении Америки и американской исключительности, провозглашая лидерство страны не только в Западном полушарии, но и во всем мире. В политическом и общественном дискурсе

активно велось обсуждение о допустимых средствах в осуществлении экспансионистской политики – от применения вооруженных сил до исключительно мирных демократических методов.

Начало двадцатого века характеризовалось попытками политических элит США внедрить механизмы, которые бы отвечали требованиям экспансионистской политики и целям достижения глобального превосходства. Формирование новой системы международных отношений после окончания Первой мировой войны давало возможность непосредственного участия США в этом процессе.

Однако выигрышной ситуацией, в которой оказались США, было необходимо умело воспользоваться. Одной лишь послевоенной программы президента Вудро Вильсона, в которой были сформулированы широко известные «14 пунктов», обозначившие явно глобальный подход к разрешению проблем мировой политики, было недостаточно. Безусловно, политические элиты осознавали и стремились к построению такой системы международных отношений, которая бы наиболее удовлетворяла потребностям страны достичь мирового могущества. Для таких целей требовалось тщательно продумать план закрепления и контролирования этой системы через набор международных политических механизмов.

В политической мысли страны получает всё большее распространение концепция создания специальной политической организации, которая бы носила мировой глобальный характер и позволяла бы закрепить лидерство Штатов. От бывшего президента Теодора Рузвельта ещё в 1914 году поступали предложения создания Всемирного союза справедливого мира, однако всецело реализовать проект так и не получилось. Широко известно, что идея создания в послевоенный период Лиги Наций – международной организации, призванной поддерживать мир и предотвращать вооруженные конфликты в будущем, принадлежит опять же именно американскому президенту – Вудро Вильсону. Организация была создана и просуществовала вплоть до окончания Второй мировой войны. Однако внутри Сената США идея участия страны в этой организации не нашла необходимой поддержки, договор о Лиге Наций так и не был ратифицирован в США [1].

Заметим, что в период между двумя мировыми войнами всё чаще в официальных документах и договорах, заключавшихся США, наблюдаются попытки, пересекающиеся с основной идеей «14 пунктов Вильсона», и направленные на провозглашение курса по гуманизации международных отношений, а именно отказ от использования силовых методов для достижения целей государства в мировой политике в пакте Бриана-Келлога, непризнание на дипломатическом уровне территориальных изменений государств, достигнутых в результате военной агрессии, что было закреплено в доктрине Стимсона [2].

В то же время Америка продолжала искать подход и рассматривать концепции, позволяющие обосновать притязания на лидерство и создать функционирующую систему, в которой главенствующая роль США не

будет оспариваться. Начинают появляться идеи о создании глобальной республики. Так американский политический аналитик и журналист Клэрэнс Стрейт выступил с предложением создания «Федеративного Союза Демократий Северной Атлантики» [3]. В законодательной основе данного образования предполагалось использовать доработанный вариант Конституции США, что опять же косвенно указывает на предполагаемую роль страны в таком объединении. Примечательно, что среди предлагаемых автором участников такого союза, можно обнаружить будущих членов Североатлантического Альянса – Великобританию, Канаду, Францию, Нидерланды и других [3].

Выдающийся американский учёный Чарльз Мерриам [4] в период Второй мировой войны продолжает развивать закрепившиеся в политической мысли страны представления о том, что Америка как демократическое государство может сполна преуспеть только лишь в мире, придерживающемся демократических принципов. Согласно учёному, перед США стоит задача по построению такого миропорядка, в котором будет главенствовать право, а не сила в её традиционном понимании как военной мощи с применением насилия [5]. Политолог предполагал, что такой порядок должен приобрести глобальный охват, но при этом не выступал за создание мирового правительства, допуская сохранение суверенитета стран, пусть и находящегося под контролем международного права.

Ч. Мерриам был сторонником мирного сотрудничества государств, общего доступа к природным и человеческим ресурсам, свободного предпринимательства, свободы слова и передвижения граждан, общего участия в обсуждении и принятии решений, важных для мирового сообщества [6. Р. 91-100]. Общие ценности и стремление к миру должны были стать стимулом к объединению государств. Взгляды учёного подразумевают запуск программ общей обороны, развитие экономических и культурных программ, оказание политической поддержки по закреплению идей. Распространение такого рода концепций свидетельствует о росте заинтересованности США в применении в мировой политике подхода, который позже будет рассматриваться как «мягкая сила».

За распространение принципов демократии по всему миру выступал американский писатель и публицист Эмери Ревес в своей работе «Демократический манифест» [7]. Предлагалось подготовить особый документ – международную хартию, в которой должны быть сформулированы и зафиксированы основные принципы демократического общества – принцип равенства перед законом, право на свободу и безопасность. Автор акцентирует внимание на уменьшение роли национальных суверенитетов с одновременным ростом международной интеграции. При всём этом построение такого миропорядка допускается в том числе с помощью силы, в случае если добровольного согласия акторов международных отношений не удастся достичь. Именно в Соединённых

Штатах и их союзниках и Э. Ревес видел таких игроков мировой политики, на плечах которых лежит распространение принципов демократии как добровольным, так и принудительным путём [7].

В дальнейшем представления Э. Ревеса преобразовались в идею о создании всемирной организации или даже всемирного правительства, в основе которого лежало бы политическое устройство Соединённых Штатов Америки. Автором отвергались возможность сохранения за странами независимости и принципа отношений, базирующихся на подписании двусторонних или многосторонних договоров. Ответом вызовам времени должно было стать всемирное федеративное демократическое государство [8].

Выжидательная позиция США после окончания Первой мировой войны с отказом участия в Лиге Наций, а также нежеланием, в связи с этим, без соответствующих поправок, ратифицировать Версальский мирный договор даёт основание полагать, что складывающаяся система международных отношений не в полной мере отвечала стратегическим задачам политических элит страны. Однако непродолжительный мир вскоре был вновь прерван, наступала Вторая мировая война. Америка вступала в неё уже с серьёзным объёмом работ по переустройству мирового порядка. Данных идей придерживались не только выдающиеся политические аналитики, публицисты, представители академических кругов, но и высшее руководство страны. С вступлением в войну тридцать второй президент США Франклин Делано Рузвельт поручил федеральным органам исполнительной власти осуществить процесс подготовки создания Организации Объединённых Наций и международной организации, ответственной за валютные отношения [9]. В том же 1941 году между США и Великобританией была подписана Атлантическая хартия с изложенными принципами и взглядами двух государств на мир после окончания войны. В декларации в очередной раз подчёркивается стремление к отказу от насилия в отношениях между странами, а также намерения расширять экономическое взаимодействие стран, способствовать свободной торговле, свободному передвижению населения. Озвучиваются идеи о праве на самоопределение народов, возможном сокращении вооружений, создании системы общей безопасности [10].

В указанных действиях Ф. Рузвельта на посту президента прослеживается стремление исправить промахи США, допущенные при построении Версальско-Вашингтонской системы международных отношений. А именно осуществляются шаги по созданию системы с международными организациями, которые будут способствовать закреплению лидирующей позиции Штатов и транслировать идеи взаимозависимости и равноправного сотрудничества. Для победы в мирное время Америка намеревалась стать таким лидером, от которого будет зависеть благополучие и стабильность послевоенного мира, лидером, готовым оказывать помощь другим. Тем самым новые международные

организации могли бы легитимировать такой подход, а реальные действия страны доказать искренность намерений и выработать доверие акторов мировой политики.

Немаловажным фактором, характеризующим внешнюю политику США данного времени, является обращение к методам, позволяющим распространять культурные ценности страны, устанавливать более тесные связи между представителями разных государств в сфере образования и искусства. Данные шаги стали предприниматься по отношению к странам Латинской Америки, и это было во многом вынужденной мерой из-за распространения в регионе культурного влияния Германии в 1930-х годах. В Аргентине в 1936 году была подписана Конвенция по развитию межамериканских культурных связей [11]. Для координации поставленных задач двумя годами позднее в США появляется специальный орган – Отдел культурных связей, подчинявшийся Государственному департаменту. Деятельность Отдела включала в себя организацию культурных и образовательных обменов, организацию конференций и фестивалей, поддержку культурных центров в других странах, помощь в переводе и публикации литературы, стимулирование программ преподавания английского языка и программ культуроведческой направленности. Отдел занимался культурологическими исследованиями, выработывал рекомендации для руководства США по установлению культурных контактов с другими странами, осуществлял подготовку соответствующих международных соглашений и документов [12].

Хотя первоначально главным направлением деятельности отдела провозглашались только страны Латинской Америки, появление такого государственного ведомства ознаменовало тенденцию обращения руководства США к распространению положительного образа страны, её культурных особенностей через программы образовательных и культурных обменов, неформальные контакты на неофициальном уровне между американцами и представителями других государств. Позднее данный подход распространится не только на страны Западного полушария: во время Второй мировой войны наравне с Отделом культурных связей и Ведомством по координации межамериканских отношений появляется ещё одно ведомство – Управление военной информации, данный орган не был предназначен для двустороннего или многостороннего обмена представителями стран, идеями, информацией; его деятельность носила скорее односторонний характер по транслированию миру американской позиции, целях осуществляемой политики, предпринимаемых в ходе войны действиях [11].

Переходя к выводам настоящей работы, отметим, что в рассматриваемый период политическое руководство США стало ориентироваться на разработку идейного базиса нового миропорядка, декларирующего торжество демократических ценностей. Согласно доминировавшей в научном и политическом дискурсе страны мессианской позиции, именно Соединённые Штаты как никто другой способны стать

образцом и идейным вдохновителем для такой системы. Кроме того, можно отметить тенденцию распространения идей во внешнеполитической мысли США о недопустимости использования насильственных методов в международных отношениях. Были предприняты шаги по обращению к культурной дипломатии, создавались ведомства, ответственные за поддержание положительного образа страны за рубежом посредством организации программ обмена. Таким образом, США окончательно порвали с прежним изоляционизмом и нацелились на активное участие в мировой политике, что в годы Второй мировой войны привело к превращению этой страны в сверхдержаву.

Список используемых источников:

1. Баталов Э. Я. Американская политическая мысль XX века. М.: Прогресс-Традиция, 2014. 621 с.
2. Meiertöns H. The Doctrines of US Security Policy - An Evaluation under International Law. New York: Cambridge University Press, 2010. 330 p.
3. Streit C. Union Now: a Proposal for a Federal Union of the Democracies of the North Atlantic. New York, 1939. 411 p.
4. Merriam Ch. E. The New Democracy and the New Despotism. New York, 1939. 278 p.
5. Merriam Ch. E. On the Agenda of Democracy. Cambridge: Harvard University Press, 1941. 135 p.
6. Merriam Ch. E. What Is Democracy? Chicago: University of Chicago Press, 1941. 114 p.
7. Reves E. A. Democratic Manifesto. New York: Random House, 1942. 144 p.
8. Reves E. The Anatomy of Peace. New York: Harper, 1945. 236 p.
9. Ruggie J. Winning the Peace. New York: Columbia University Press, 1996. 237 p.
10. Atlantic Charter: [Электронный ресурс] // Lillian Goldman Law Library, 1941. URL: <https://avalon.law.yale.edu/wwii/atlantic.asp> (дата обращения: 20.08.2022).
11. Cummings M.C. Cultural Diplomacy and the United States Government: A Survey: [Электронный ресурс] // Americans for the Arts, 2009. URL: <https://www.americansforthearts.org/by-program/reports-and-data/legislation-policy/naappd/cultural-diplomacy-and-the-united-states-government-a-survey> (дата обращения: 20.08.2022).
12. Espinosa J.M. Inter-American Beginnings of U.S. Cultural Diplomacy, 1936-1948: [Электронный ресурс] // Washington, D.C.: U.S. Department of State Bureau of Educational and Cultural Affairs, 1976. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED150051.pdf> (дата обращения 20.08.2022).

Gekht A., Nerovnyi A., Bekshaeva N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of theoretical concepts and practical foundations of the use of "Soft power" in us foreign policy in the period between the world wars (1918-1938).

The article is devoted to the analysis of trends in the spread of the idea of the messianic position of the United States in the development of the basis of a new world order after the Great war. The content and specifics of the concepts justifying the dominant role of the United States and influencing the construction of the system of international relations during interbellum are considered. The prevailing methods in the US foreign policy activity during the period under study are described, which allowed the American position to be broadcast to the world.

Key words: *history of the USA, interbellum, "soft power", history of political thought of the USA.*

УДК 32.019.5
ГРНТИ 03.09.55

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВОЙНЫ В 1980-е г.

Р. А. Жадан

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

В статье предпринята попытка анализа основных механизмов пропаганды в 1980-е годы. Рассмотрены некоторые примеры применения пропаганды США, СССР, детальное изучение данных примеров позволит составить более точную картину использования пропаганды в то время.

информационная война, пропаганда, США, СССР

XX век стал основным толчком развития пропаганды, с приходом новых способов транслирования информации, а именно: радио, телевидение, кинематограф и интернет, пропаганда вышла на совсем другой уровень. Растущее значение информации является историческим фактором, который основывается на идеях информационного общества. Многие историки и политики утверждают, что информационная война пришла вместе с появлением информационного общества, а именно в XX веке. Однако стоит отметить, что проблемы с информационной войной существуют уже длительное время. Само же понятие «информационная война» зародился в послевоенное время. Без общепринятого определения невозможно понять процессы, которые происходят в политической жизни страны и мира.

Обратимся к книге британского дипломата лорда Артура Понсонби «Ложь во время войны», которая вышла в свет в 1928 году. В ней затрагивается военная пропаганда и то, что большинство людей называют информационной войной в современном мире. Артур Понсонби обобщает методы и механизмы, используемые пропагандистами во время Первой мировой войны. В данной книге были приведены принципы военной пропаганды, стоит отметить, что бельгийский историк Анн Морелли объединила все в «10 принципов»: 1) мы не хотим войны; 2) за все несет ответственность другая страна; 3) лидер противоборствующей страны – сущий дьявол; 4) мы боремся за благородные цели, а не преследуем свои интересы; 5) враг целенаправленно совершает злодеяния, а мы – только в ответ; 6) враг использует запрещенное оружие, а мы ведем только честный бой; 7) наши потери незначительны, потери противника огромны; 8) представители культуры, искусства и интеллектуалы поддерживают нас и наше дело; 9) наша миссия священна; 10) предателем является любой, кто поставит под вопрос сообщения наших СМИ [1]. В его книге «ложь во время войны», в которой были проанализированы и представлены методы

пропаганды, уже стали классикой, они активно используются по сей день. Автор книги Артур Понсонби впервые в своей работе затронул такое понятие, как контрпропаганда. Например, автор обвинил немцев в том, что они способствовали геноциду армян в 1915 году. На что немцы использовали контрпропаганду в виде фейка - «армяне вырезали 150 000 мусульман» [1].

Проанализировав различные материалы [2] [3], можно сделать вывод, что информационные войны в XX веке стали главной частью военной политики государств. Например, в Великобритании было создано так называемое Бюро военной пропаганды (1914 г.), которое позже было переименовано в Управление военной информации. В США создали первый психологическую секцию при разведслужбе штаба экспедиционных войск в 1917 года. В СССР это были Бюро военно-политической пропаганды и 7-е управление Политического управления. Данные органы функционировали на должном уровне, таким образом, они применяли различные методы психологического воздействия на международное сообщество [4]. После Первой мировой войны интерес к государственным органам, занимающиеся пропагандой значительно вырос. Так во время Второй мировой войны уже выполняли свои функции органы государственной пропаганды, которые успешно занимались различной пропагандой среди врагов и населения.

Сам же термин «информационная война» был употреблен в отчете Томаса Рона в 1976 году для компании Boeing, и названный «Системы оружия и информационная война». Томас Рона указал, что информационная инфраструктура становится составным элементом американской экономики. В это же самое время, она становится и незащищенной целью, как в военное, так и в мирное время [4]. Однако, по мнению И.Н. Панарина, впервые определение «информационная война» был применен в 1967 году А. Даллесом в книге «Тайная капитуляция». Данная работа посвящена тайным переговорам между США и Великобританией с одной стороны и рейхсфюрером СС Гиммлером – с другой.

В своей работе В. С. Пирумов приводит термин, который близок к современному пониманию информационной войны. «Информационная война» - новая форма борьбы двух и более сторон, которая состоит в целенаправленном использовании специальных средств и методов влияния на информационные ресурсы противника, а также – защиты собственного информационного ресурса для достижения назначенных целей» [2].

В своей работе «пропаганда в XX веке» С. В. Свечникова подчеркнула важную функцию пропаганды – целенаправленное формирование особой картины мира, которая побудит народ на требуемые от него конкретных действия [5]. Успешность пропагандистского воздействия заключается

прежде всего, масштабом охваченной аудитории, доступом к СМИ и адекватности выбранных технологий воздействия.

Важно отметить то, что основными средствами ведения информационной войны в XX веке были: листовки, газеты, воздушные шары, радио, а также громкоговорители (чаще всего этот метод использовали в СССР) [6]. Так, например, в 1980-е годы были успешно использованы различные пропагандистские инструменты. Например, лидером в использовании информационно-психологической формы пропаганды стала США. Были созданы особые органы, силы и средства для осуществления морально-психологического влияния на противника, а также они проводили психологическую обработку населения собственной страны и международной общественности. Также ярким примером является Афганская война, в тот период США и другие европейские страны в качестве основной формы пропаганды, которая рассчитана на советский народ, использовали зарубежное радио, прежде всего «Радио Свободная Европа», «Голос Америки» и британская телерадиовещательная компания «Би-Би-Си» [5]. Подобным же образом они стремились пропагандировать и афганское население. Вещание велось на разных языках.

В то же время в СССР данный инструмент не пользовался популярностью распространения информации среди своих граждан. Более того, до 1985 года власти СССР старались не оповещать граждан о том, что советские войска находятся в Афганистане. Однако был издан документ «Перечень сведений, разрешаемых к открытому опубликованию относительно действий ограниченного контингента советских войск на территории ДРА». Данный документ разрешал публиковать новости об отдельных фактах деятельности ОКСВ на территории Афганистана [5]. Что касается США, то они эффективно использовали радио против советской власти во всем Трансатлантическом регионе. Советская власть использовала другие методы пропаганды, которые могли оказывать влияние на советский и европейские народы.

Одним из методов советской пропаганды являлась система массовой коммуникации, она создавалась для организации агитации и пропаганды среди народа СССР и в эпоху застоя достигла вершины своего развития. Так, например, к началу 1980-х годов выходило более 13 000 периодических и продолжающих изданий. Советское радиовещание и телевидение охватывали практически всю страну, распространение информации через данные инструменты неуклонно росло в течение 1970-1980-х гг. [7].

Еще один метод пропаганды, который пользуется до сих пор популярностью – это дезинформация. В ходе операции «Эльдорадо Каньон» в Ливии (1986 г.) с полной отдачей применялись, такие методы, как режим радиомолчания, дезинформации, радиомаскировка для того,

чтобы был эффект внезапности. Более того, для нарушения системы ПВО Ливии была задействована агентура, подававшая ошибочные команды на выключение средств разведки [2].

В начале 1980-х годов возникает значительное количество произведений искусства, которые транслировали пропаганду в различных произведениях литературы, кино, в которых легко выявить образ врага «холодной войны». «Образ врага», создаваемый в период «холодной войны» массового искусства, можно считать частью пропагандистской политики советского государства [8]. Так, например, на XXVI Съезде Коммунистической партии Советского союза Л. И. Брежнев отмечает, что советские органы пропаганды, СМИ и искусство должны стать самым важным оружием коммунизма в период роста международной политической обстановки и, таким образом продемонстрировать буржуазному искусству, что они не имеют такой господства над другими, как думают.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что пропаганда стала одним из самых блестящих и успешных феноменов XX века. Используя такие методы пропаганды, как СМИ, культуру и радио, многим странам удавалось манипулировать общественным мнением, развивая различные негативные эмоции и враждебность народов.

Список используемых источников:

1. Гончаров Е.В. Анализ основных принципов военной пропаганды в годы великой войны / Е.В. Гончаров // Современная наука: идеи, которые изменят мир. Том 2. 2018. – 26-29 с.

2. Медовкина Л.Ю. Эволюция информационных войн от древности к современности // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-informatsionnyh-voyn-ot-drevnosti-k-sovremennosti> (дата обращения: 06.11.2022).

3. Свечникова, С.В. Пропаганда в XX веке / С. В. Свечникова // Современные проблемы духовно-нравственного и гражданско-патриотического воспитания молодежи : материалы региональной научно-практической конференции(с международным участием), Орловский государственный институт культуры, 29 ноября 2018 года. – Орловский государственный институт культуры: Орловский государственный институт культуры, 2019. – С. 59-65.

4. Гриняев С.Н. Информационная война: история, день сегодняшней и перспектива [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: URL: <https://mgimo.ru/upload/iblock/486/Сулейманова%20Ш.С.%20Назарова%20Е.А.%20-%20ИНФОРМАЦИОННЫЕ%20ВОЙНЫ.pdf> (дата обращения: 02.11.2022).

5. Рабуш Т.В. Радиопропаганда в «Афганской войне» (1979-1989 гг.) как специфическая форма пропагандистского противоборства / Т.В. Рабуш // Вестник Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова. Научная статья, 2018. – С. 55-58. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35683620_66018960.pdf. (дата обращения: 02.11.2022).

6. Волковский Н.Л. История информационных войн: т. 2 (XX век) / Под ред. И. Петрова. – СПб.: Полигон, 2003. – 736 с.

7. Печать СССР в 1980 году. Статистический сборник. М., 1981. С. 115.

8. Колесникова А.Г. «Образ врага» в советской пропаганде периода «Холодной войны»: от события к образу // Приволжский научный вестник. 2011. №3 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obraz-vraga-v-sovetskoj-propagande-perioda-holodnoy-voyny-ot-sobytiya-k-obrazu> (дата обращения: 06.11.2022).

Zhadan R.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Forms and methods of information warfare in the 1980s.

The article attempts to analyze the main mechanisms of propaganda in the 1980s. Some examples of the use of propaganda by the USA and the USSR are considered, a detailed study of these examples will allow us to get a more accurate picture of the use of propaganda at that time.

Key words: *information warfare, propaganda, the USA, USSR.*

УДК 330.342.172

ГРНТИ 06.01

НАЧАЛО ПУТИ СОЗДАНИЯ СВОБОДНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ МЕЖДУ СССР И ЗАПАДНЫМ МИРОМ

С. А. Куприк

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

В 80-е гг. XX в. возник вопрос о создании свободной экономической зоны между СССР и Западными странами. Выборг должен был стать своего рода столицей этой зоны. СЭЗ – это комплекс иностранных и совместных с зарубежными фирмами предприятий, действующих на принципах рыночных отношений в условиях экономических и правовых льгот. Эта зона, в первую очередь, должна была бы выполнять функции стыковочного узла внутреннего и внешнего рынков СССР.

Свободная экономическая зона, СССР, Западная Европа, Выборг, Ланнеенранта

В 80-е гг. XX в. возник вопрос о создании свободной экономической зоны между СССР и Западными странами. Экономике зоны предполагалось строить на таких принципах хозяйствования, которые были бы максимально приближены к условиям внешнего рынка. В частности, привлекать специалистов и работников на предприятия на конкурсной основе. Иностранным предпринимателям могло бы быть гарантировано право самим набирать персонал. За администрацией предприятия должно было бы признано право увольнять рабочих и служащих, несоответствующих, например, профессиональным

требованиям. Строительство предприятий, сооружение объектов инфраструктуры, переоснащение также полезно осуществлять на конкурсной основе с привлечением как советских, так и иностранных проектных, подрядных, строительных и других организаций.

Важно, чтобы иностранный капитал имел бы здесь гораздо более высокую степень свободы, чем на остальной территории страны. Речь идет о праве создавать предприятие, полностью принадлежащее зарубежному партнеру. Предоставляемые различные налоговые льготы должны быть существенно шире, чем для совместных предприятий. При этом они в равной мере могли бы распространяться как на иностранные, так и на советские производства.

Важную роль играли размеры территории, включенность ее в систему внешнеэкономических связей. Учитывая размеры территории СССР, то близость Выборгской зоны к внешним рынкам, целесообразно представляется как преимущественно. Было бы разумно если в свободной зоне все расчеты осуществлялись в иностранной валюте на условиях, диктуемых международными денежными рынками.

Экономическая целесообразность создания свободной зоны в конечном счете должна была определяться тем, в какой мере эта новая форма внешнеэкономической деятельности будет содействовать повышению эффективности производства и торговли, ускорению научно-технического прогресса, росту конкурентоспособности продукции.

Ясно и то, что зона сама по себе не способна обеспечить качественные сдвиги в хозяйственном механизме страны. Зона не является альтернативной экономическим реформам, скорее, наоборот, она будет выдвигать новые требования к процессу экономических преобразований. Поэтому общие проблемы свободной экономической зоны – это прежде всего вопрос подготовленности внутреннего хозяйственного механизма СССР, наличие необходимых условий для ее эффективной деятельности. Последовательное решение задач в области действия принципов хозрасчета на предприятиях, в рамках территории и региона, оптовая торговля средствами производства, реформа системы ценообразования, оздоровление финансовой и кредитной системы – все это необходимые условия для внедрения нового хозяйственного механизма.

Проект зоны свободной торговли предполагает, помимо привлечения иностранных компаний, о преобразование внутренней структуры города, района и т.п., для обеспечения реализации новых проектов. Был разработан (в последствии и осуществлен) проект объездной дороги, проект расширения дороги до Ленинграда. Определены инженерными сетями. Существующие небольшие резервы очистных сооружений уже работали на пределе, поэтому в этот проект требовалось большое количество капитальных вложений для создания инфраструктуры.

Одно из главных положений этой концепции – создание энергонасыщенной территории, которая сможет разместить ряд предприятий. Предстояла колоссальная работа по проекту зоны: корректировка генплана Выборга, восстановление старой части города. Капитальные вложения должны были стать велики.

В черте Ленинградской области планировалось создать технополис: лабораторные помещения, где можно было бы проводить разработки новой наукоемкой продукции, приборы на основе электроники, лазерной техники оптики, - все это конкурентоспособно.

Одним из интересных моментов разработки плана зоны свободной торговли является тот факт, что группа советских экспертов проводила ряд туров по странам Северной Европы, в частности Норвегии, Швеции и Финляндии, с целью изучения интереса деловых кругов к советскому предпринимательству [1].

«Концепция пока в стадии разработки, — говорит руководитель группы, заместитель начальника управления международных экономических отношений МИД СССР С. Лавров. — Наша цель — досконально, на экспертном уровне изучить все возможности, связанные с такими зонами, и передать рекомендации в Советское правительство. Для этого мы и проводим консультации с потенциальными партнерами — нашими северными соседями. Хотим узнать их точку зрения на сей счет. Разумеется, такая зона должна быть открыта для любых компаний, независимо от национальной принадлежности» [2].

Результаты поездки оставили желать лучшего. Западные партнеры не проявили серьезной заинтересованности, потому что отсутствовал целый ряд гарантий в области экономики и юридической защиты иностранного предпринимательства. Важный момент, который иностранные предприниматели считали важным условием – стабильность и долговременность зоны, изъятие ее из сферы возможных политических бурь и социальных конфликтов. Единственная приемлемая гарантия этого требования – принятые Верховным Советом СССР закона о Хозяйственных вопросах в СЭЗ.

Поскольку зона – это широко открытая для иностранного предпринимательства часть территории СССР, а не ассоциирующийся с этим словом участок, огороженный колючей проволокой, то транспортировка работников и товаров должна осуществляться через «границу» беспрепятственно, отсюда должны вытекать решения о принятии различного вида льгот, в частности таможенных.

Предполагалось, что СЭЗ это зона, где осуществлялось бы производство наукоемкой продукции на основе разработок советских исследователей. Однако из-за отсутствия популярности советских изобретений в Европе, инвесторы из Северной Европы постоянно указывали на повышенный риск вложения своих капиталов в освоение

товаров. К тому же, строить в неосвоенном советском лесу заводы высокой технологии потенциальные партнеры считали просто неразумным. Отпугивало их и отсутствие гостиниц, жилья, водо- и электроснабжения.

По представлению советских предпринимателей хозяйственную деятельность СЭЗ должна была регулировать специальная организация, состоящая как из советских, так и иностранных партнеров. Причем эта организация должна была быть избавленная от всякого вмешательства внутренних министерств и ведомств [3]. Однако принимать закон, так же, как и определять территорию, выделяемую для создания зоны, должно государством

СЭЗ предполагала и получение Советским союзом опыта от западных партнеров в управлении производством.

Зона совместного предпринимательства в районе Выборга и Сайменского канала послужило своеобразным окном во внешний мир. Зона Сайменского канала, по-видимому, была единственной в мире территорией, которую Советский Союз сдавал в аренду капиталистической стране. Существует несколько обоснований, почему Выборгский район являлся привлекательной территорией для создания СЭЗ. Во-первых, эта территория уже является особой зоной, так как Сайменский канал управлялся двумя уполномоченными сторонами: СССР и Финляндией. Во-вторых, здесь имеются хорошие пути сообщения (автомобильные дороги, железные дороги, водные пути и др.) В-третьих, эта зона свободна от строительства, ее можно было свободно планировать, исходя из намеченных программ, с учетом, естественно, уникальности экологии края, ландшафта. Далее, зона находилась бы между социализмом и капитализмом. Можно использовать рабочую силу с доставкой ее и обслуживанием в обоих направлениях. Зону можно было подключить к энергосети и сети связи Финляндии. И наконец, поблизости от зоны находился крупный центр высокого научного исследования — Ленинград [4].

Во второй половине XX в. в Выборге побывало большое количество представителей делового мира из США, Южной Кореи, ФРГ. Предложений о сотрудничестве, с учетом перспективности региона. Было много. Однако их трудно было воплотить в жизнь из-за отсутствия описанных выше законов, а также иностранные предприниматели боялись существующего в СССР бюрократического аппарата, который не давал им гарантий долгожительства своего бизнеса на территории Союза.

Однако все видели в создании зоны свободной торговли, а особенно с включением в нее городов Выборга и Лаппеенранты, территорию, где бы процветали развитые международные экономические, торговые, культурные, туристические и спортивные связи.

Таким образом, совместным решением исполнительных комитетов Выборгского городского и районного Советов народных депутатов в 1989 г. была утверждена комиссия по внешнеэкономической деятельности.

Комиссии была поручена координация внешнеэкономической деятельности организаций Выборга и Выборгского района в создании совместных предприятий с зарубежными фирмами на территории региона.

А также в 1989 г. в Министерстве финансов СССР уже было зарегистрировано первое в Выборге совместное предприятие общественного питания - ресторан «Круглая башня». В акционерное общество вошли городской трест общественного питания и финская фирма «Карелия Лайнс» города Лаппеенранта [5]. Этому событию предшествовала полугодовая работа по подготовке необходимой документации. И на тот же самый 1989 г. уже существовали договоренности по трем совместным предприятиям: Ленстройкомитет и финская фирма «Монрепо» подписали договор-намерение о создании предприятия по туризму на территории Выборгского района. Каменногорское карьероуправление договорилось с итальянской фирмой о сооружении производства гранитной плитки. Светогорский хлебозавод будет сотрудничать с одной из финских фирм [6].

Список используемых источников:

1. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 12
2. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 20
3. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 26
4. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 31
5. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 8
6. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 7. Д. 6. Л. 10
7. Архив Выборгского объединенного музея-заповедника. Ф. 10. ОП. 1. Предложение о стратегическом развитии зоны свободной торговли в Выборге 1989

Kuprik S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The beginning of the road to a free economic zone between the USSR and the Western World.

In the 1980s, the question arose of establishing a free economic zone between the USSR and Western countries. Vyborg was to become a kind of the capital of that zone. A free economic zone is a complex of foreign and joint ventures with foreign firms, operating on the principles of market relations under conditions of economic and legal privileges. This zone would, first and foremost, have served as a junction point for the internal and external markets of the USSR.

Key words: Free Economic Zone, USSR, Western Europe, Vyborg, Lappeenranta.

УДК 9.929.93
ГРНТИ 19.45.91

АРКТИЧЕСКИЙ ВЕКТОР ВО ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА НА ПРИМЕРЕ «СЕВЕРНОГО ИЗМЕРЕНИЯ»

К. А. Стоноженко

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

Политика «Северного измерения» - это совместная политика четырех равноправных партнеров: Европейского союза, Российской Федерации, Норвегии и Исландии. В данной статье будут рассмотрены первоначальное значение «Северного измерения» в рамках Европейского союза, обновленная политика «Северного измерения» при включении в статус партнеров стран, не являющихся членами Евросоюза, арктические стратегии стран ЕС.

«Северное измерение», Арктика, Европейский Союз, арктические стратегии, сотрудничество

За последние два десятилетия Европейский Союз прибегает к действенной и компромиссной политике интеграционного объединения. Примерами таких объединений Евросоюза являются Меркосур (Mercosur), торговое соглашение между ЕС и Вьетнамом о защите инвестиций, соглашение о свободной торговле между ЕС и Индией и другие. Цели данных объединений заключаются в повышении потенциала и институционального развития, развитии торговых коридоров и в содействии торговле, улучшении системы управления границами, повышении безопасности и стабильности. В конце XX - начале XXI вв. возрос интерес Европейского Союза к арктическому и субарктическому регионам. Благодаря этому интересу в регионалистике впервые появился термин «Северное измерение» (СИ), обозначающий совместную политику Европейского союза, России, Норвегии и Исландии, направленную на развитие сотрудничества между странами в Северной Европе.

Впервые термин «Северное измерение» (СИ) был использован в 1997 году премьер-министром Финляндии Пааво Липпонен в речи, подчеркивающей коренные отличия новых стран-членов от старых. После расширения в 1995 г. ЕС стал частью естественного СИ, благодаря новым странам-членам ЕС, и Пааво Липпонен заявил о необходимости создания стратегии. Стратегию необходимо было направить на использование возможностей, существующих в регионе. 14 июня 2000 г. Советом Европейского Союза был одобрен план действий внешней и трансграничной политики «Северного измерения» до 2003 г.. План действий состоял из двух частей. Горизонтальная часть – это основные проблемы Северной Европы, приоритеты действий, согласованные со

странами-партнерами, а также правовые, институциональные и финансовые рамки деятельности, связанной с «Северным измерением». Эксплуатационная часть – это цели и перспективы действий в течении 2000-2003 гг.. Данный план действий имел рекомендательный характер для соответствующих субъектов при подготовке стратегий и проектов, которые финансировались бы институтами ЕС. В этот период истории зона действия «Северного измерения» ограничивалась только территориями государств Северной Европы.

В ноябре 2006 г. в рамках саммита Россия – ЕС в Хельсинки «Северное измерение» вышло на новый уровень. К инициативе подключились страны, не являющиеся членами Евросоюза: Россия, Норвегия и Исландия. «Северное измерение» претерпело изменения и приобрело новых партнеров. На саммите были утверждены Политическая декларация и Рамочный документ, которые вступили в силу 1 января 2007 г. В Политической декларации в области «Северного измерения» обозначены следующие положения:

– «Подтверждают свою готовность сотрудничать со всеми международными, региональными, субрегиональными и местными организациями, институтами и другими участниками, включая представителей бизнеса и неправительственных организаций, которые готовы внести свой вклад в развитие региона»;

– «Признают в качестве общего правила принцип совместного финансирования «Северного измерения» всеми его партнерами, а также в случае необходимости из других источников, включая Международные финансовые институты» [1].

Теперь зоной стратегических национальных интересов стран-участниц «Северного измерения» стал арктический регион. Необходимо рассмотреть арктические стратегии для понимания заинтересованности в усилении присутствия Дании, Финляндии и Швеции в регионе. Возможность строить стратегии в отношении Арктики Дания получила благодаря острову Гренландия, а также благодаря Фарерским островам. Главная цель арктической стратегии 2011 – 2020 гг. - это способствовать обмену информацией и координации усилий во всех областях, связанных с развитием в Арктике. Таким образом, необходимо добиться более четкой ориентации на общие приоритеты и содействовать сотрудничеству внутри страны и за ее пределами, где существует взаимный интерес [2]. В 2016 году датским Министерством высшего образования и науки была представлена «Стратегия в области образования и исследований в Арктике». Данная стратегия подразумевала под собой укрепление позиций Дании - одной из ведущих стран мира в области арктических исследований. Также Гренландия и Фарерские острова являются одними из заинтересованных сторон в данной стратегии. Подавляющее большинство датских исследований в Арктике связано с этими регионами

[2]. Страна активно использовала правовые механизмы в рамках Конвенции ООН по морскому праву для того, чтобы обозначить свой интерес к определенным арктическим областям. Необходимо отметить, что США и Гренландия – это военные партнеры со времен Второй мировой войны, на северо-западе острова в настоящее время продолжает действовать американская авиабаза Туле [2].

Финляндия и её исследования в арктическом регионе связаны с морскими технологиями и навигацией, которые крайне важны для Финляндии, так как представляют широкие возможности ведения бизнеса для компаний, занимающихся международной торговлей [2]. Уникально то, что университет Лапландии – это самый северный университет в Европейском союзе. Он проводит исследования населения Арктики: сообществ их взаимодействия, окружающей среды, искусства, дизайна, так как на арктической территории Финляндии живет коренное население – Саамы. Также Финляндия строго обозначила свое преимущество стратегических исследований в данном регионе, так как Финляндия позиционирует себя как пионера устойчивого развития в Арктике. В основе новой финской арктической стратегии лежат четыре направления политики: арктическая страна, арктический опыт, устойчивое развитие, экологические аспекты и международное сотрудничество [2].

Претензии Швеции на исследовательские стратегии в отношении арктического региона обусловлены двумя факторами. У Швеции нет выхода к Северному Ледовитому океану, и именно по этой причине ее участие в спорах о территории границы и шельфа исключены. Однако, Северный Ледовитый океан имеет климатическое влияние на арктическую часть Швеции, поэтому оказывает существенное влияние на экономическую сферу страны. Арктическая стратегия 2011 года Швеции включает в себя вопросы безопасности, экономики, климата и окружающей страны, научных исследований и культурных связей. Швеция планирует решать в тесном взаимодействии и кооперации с соседними по Северной Европе, Европе и Арктике странами все задачи, в том числе приоритетные [2].

Политика «Северного измерения» - это весьма уникальное явление, которое включает в себя множество аспектов. Во-первых, это международная платформа для сотрудничества в области энергетики, безопасности, экологии, климата и так далее. Во-вторых, мотивы стран Арктического совета ярко выражены в созданных ими арктических стратегиях, и именно благодаря этому существует возможность определить дальнейшее развитие политики СИ. В-третьих, нельзя исключать вероятность того, что «Северное измерение» представляется некоторым странам, как важный инструмент ресурсного обеспечения в области безопасности. Прекращение сотрудничества с Россией на неопределенный срок открывает для Европейского Союза новый вектор

деятельности в арктическом регионе. Особый вопрос – интересы Европейского Союза в Арктике, и его следует разобрать в отдельной статье.

Список используемых источников:

1. Официальные сетевые ресурсы Президента России: [сайт]. – Москва, 2006. – Текст электронный. – URL: http://www.kremlin.ru/supplement/37_35 (дата обращения: 22.10.2022).

2. Киушкина В., Самсонов Р. Арктические стратегии: энергетика, безопасность, экология и климат // Сколково (Московская школа управления). – 2020. – Т. 1. – С.1-278.

Stonojenko X.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The Arctic vector in the foreign policy of the European Union on the example of the "Northern Dimension".

The Northern Dimension policy is a joint policy of four equal partners: the European Union, the Russian Federation, Norway and Iceland. This article will consider the original meaning of the "Northern Dimension" within the European Union, the updated policy of the "Northern Dimension" when including non-EU countries in the status of partners, the Arctic strategies of the EU countries.

Key words: "Northern Dimension", European Union, Arctic strategies, Arctic.

УДК 324
ГРНТИ 11.15.91

ИЗМЕНЕНИЯ В ШВЕДСКОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ В КОНТЕКСТЕ ПАРЛАМЕНТСКИХ ВЫБОРОВ 2022 ГОДА

Д. Г. Черкасов, Е. А. Терентьева

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

В последнее десятилетие в шведской политической системе наметились определённые тенденции, связанные с преобразованием устоявшихся политических подходов и появлением новых радикальных политических течений. Политический кризис, потрясший Швецию в 2021 году, во многом определил направление политического развития Швеции. В подобных условиях особое значение приобретают парламентские выборы, назначенные на сентябрь 2022 года от результата которых зависит не только, какой политике будет придерживаться шведское правительство, но и сохранятся ли прочие достижения шведского государства. В данной статье описаны основные изменения в шведской политической системе в контексте парламентских выборов 2022 года.

Швеция, политическая сфера, политический кризис, парламентские выборы, политические партии, коалиции, альянсы, мультикультурализм

Парламентские выборы для современных европейских государств являются важнейшим политическим событием в жизни страны, возможным переломным моментом или же показателем стабильности и уместности избранной руководством страны политики. Подобное также не является исключением для современной Швеции. Традиционно в шведской политической системе за власть боролись две крупнейшие партии – Социал-демократическая партия Швеции и Умеренная коалиционная партия Швеции, регулярно сменяя друг друга на протяжении многих десятилетий. При этом социал-демократы считаются доминирующей политической силой Швеции, а их политика стабильно положительно влияла на всестороннее развитие Королевства Швеции. Однако в последнее время наблюдается тенденция постепенной потери социал-демократами своего влияния, и их политические решения нередко критикуются.

На протяжении всей своей современной истории в Швеции остаются важнейшие вопросы, подход к которым в значительной степени определяет многие шведские политические тенденции. Традиционно такие сферы государственной политики как налогообложение, социальное обеспечение и жилищная политика разделяли шведское общества на две части, поддерживающие Социал-демократическую партию и Умеренную коалиционную партию соответственно. Социал-демократы набирают свои политические за счёт развитой социальной сферы, больших социальных гарантий и строгого государственного регулирования многих жизненно

важных сфер. Умеренные же привлекают свой электорат низкими налогами и повсеместной либерализацией государственного сектора. В последние двадцать лет в шведском обществе особо остро стала проблема интеграции в него различных мигрантов, а политика мультикультурализма в своих различных итерациях ещё больше разделила шведский социум на несколько политических лагерей.

Даже самые стабильные политические системы постоянно эволюционируют. Расклад политических сил в Швеции также постепенно изменялся под напором современных вызовов. На фоне спорной природы политики мультикультурализма проводимой крупнейшими шведскими партиями, в шведском обществе стали развиваться праворадикальные идеи, а партия Шведских демократов, представляющая подобные слои шведского социума, стала стремительно набирать популярность. Начиная с 2010 года Шведские демократы, преодолев минимальный порог голосов и войдя в состав Риксдага, стабильно увеличивали своё количество мест в парламенте. Даже не смотря на то, что Шведские демократы находились в политической изоляции из-за своих радикальных предложений, на парламентских выборах в 2018 году они получили 17,5 % от всех голосов, что сделало Шведских демократов третьей по величине партией в Швеции [1]. Однако в 2020 году Шведских демократов допустили в Правоконсервативный альянс, в который также входили Умеренная коалиционная партия, Либеральная партия и партия Христианских демократов. В подобном составе Правоконсервативный альянс стал наиболее вероятным победителем на парламентских выборах 2022 года, а Шведские демократы бы получили возможность впервые войти в правительство.

Об изменениях в шведской политической системе также свидетельствует серьёзнейший политический кризис потрясший Швецию летом 2021 года. 21 июня на фоне сомнительных заявлений о либерализации жилищной сферы, большинство депутатов Риксдага (181 из 349 человек) выказало вотум недоверия шведскому премьер-министру и лидеру СДПШ Стефану Лёвену [2]. Уже 28 июня 2021 года Стефан Лёвен официально подал в отставку, а Швеция впервые столкнулась с реалиями существования временного правительства, которое должно было просуществовать больше года вплоть до следующих парламентских выборов. Временное правительство было предложено сформировать Ульфю Кристерссону – лидеру Умеренной коалиционной партии Швеции, однако лидер УКПШ отказался от подобной возможности, сославшись на невозможность сформировать новое правительство в требуемые сжатые сроки [3].

Подобное решение сыграет в будущем ключевую роль в предвыборной кампании, поскольку отказавшись от участия в деятельности временного правительства, умеренные не только не

дискредитировали свою политику в сложный для страны период, но и получили возможность всячески критиковать решения СДПШ, которая сохранила за собой правительство. В действительности период существования временного правительства не столько изменил политические силы, находящиеся во главе государства, сколько сместил акцент политики Социал-демократов в более популистское и консервативное русло. Это также подтверждает инаугурационная речь Магдалены Андерссон, сменившей Стефана Лёвена на посту лидера СДПШ и премьер-министра временного правительства Швеции. В ней Магдалена Андерссон заявила о приоритетах политики Социал-демократов на период существования временного правительства, а также о планах на развитие Швеции в случае победы на следующих выборах. Среди её заявлений также были обещания сократить уровень преступности и реформировать политику мультикультурализма на основе приоритета шведской культуры [4].

Подобные заявления раньше использовались исключительно противниками Социал-демократов, наблюдая тенденцию изменения политики СДПШ можно с уверенностью отметить, что в шведском социуме присутствует потребность решения ключевых кризисных вопросов, а в политическом истеблишменте Швеции постепенно складывается консенсус по вопросу реформирования политики мультикультурализма, даже в условиях борьбы за власть в преддверии выборов. При этом политика мультикультурализма, существующая в Швеции дольше, чем в любых других европейских государствах, послужила причиной многих описанных ранее процессов. Рост правоконсервативных идей в Швеции конечно можно связать с общеевропейской тенденцией увеличения популярности правых в контексте общеевропейского кризиса, однако, в случае со Швецией многие политические процессы по большей степени являются последствиями проводимой с начала 1990-х годов государственной политики.

Последние два десятилетия расклад сил политических партий в шведской политической системе традиционно был близок, а для формирования правительства даже самые крупные шведские партии нуждались в формировании коалиции. Побеждавшая на двух последних выборах Социал-демократическая партия Швеции за последние четыре года потеряла всех своих основных политических союзников. Сначала в 2018 году Левая партия Швеции отказалась сотрудничать с СДПШ из-за разногласий в трудовом законодательстве, а затем уже в условиях парламентского кризиса, кабинет премьер-министра временного правительства Магдалены Андерссон провалил попытку утвердить проект государственного бюджета, и тогда СДПШ потеряла поддержку партии Зелёных, входившую в правящую коалицию. Таким образом, распался Красно-зелёный альянс, а для того чтобы сохранить хоть какую-то

политическую стабильность в условиях кризиса Социал-демократам пришлось единолично сформировать правительство меньшинства.

Во время парламентского кризиса 2021 года шведская партийная система разделилась на две группы, обладающие примерно равным количеством мест в Риксдаге. Правоконсервативный альянс аккумулировал 174 места в парламенте за счёт включения в свои ряды Шведских демократов, в тоже время СДПШ при условии, если их поддержит Левая партия Швеции, Зелёные и партия Центра сможет набрать только минимальные 175 голосов для принятия любого решения. В подобных условиях итоги любого голосования может решить буквально один голос, как это было в случае с рассмотрением кандидатуры Магдалены Андерссон, которая была утверждена в должности потому, что против неё высказалось 174 депутата, когда 175 голосов было бы достаточно, чтобы отклонить её кандидатуру [5]. Однако для того, чтобы шведская политическая система продолжала функционировать даже при относительно равном распределении голосов между фракциями, существует принцип негативного парламентаризма, когда для принятия решения не нужно большинство голосов «за», а достаточно простого отсутствия большинства голосов «против». Таким образом, если некоторые партии не входят в альянсы или коалиции и воздерживаются на голосованиях, решение, вынесенное на голосование, все равно будет принято или же отклонено.

Парламентские выборы 2022 года в Швеции были назначены на 11 сентября. Предвыборная кампания началась ещё в начале 2022 года, практически все политические партии Швеции в своей предвыборной кампании сделали акцент на основные запросы шведского общества, а именно на ликвидацию преступности, поддержку здравоохранения и новые способы интеграции иммигрантов в общество. СДПШ агитировали за снижение уровня преступности, увеличение рабочих мест и возобновление развития атомной энергетики [6]. Умеренные построили свою кампанию на основе анти миграционной политики, ограничении цен на электроэнергию и укреплении обороноспособности Швеции за счёт вступления в НАТО [7]. Шведские демократы имели схожую программу, отличающуюся только степенью радикализации миграционной политики. В плане международной политики между крупнейшими шведскими партиями найден определённый консенсус, если ранее консервативные политические силы выступали за отказ от потенциального вступления в НАТО и даже выход из состава Европейского Союза, то теперь вне зависимости от того какая партия сформирует правительство, факт вступления в НАТО уже не вызывает сомнения.

В условиях отсутствия даже потенциального парламентского большинства даже самые малочисленные партии могут сыграть решающую роль в формировании правительства после выборов, как это

случилось в 2018 году, когда самая маленькая партия в Швеции – партия Зелёных вошла в правительство совместно с СДПШ в составе Красно-зелёного альянса. Однако в преддверии парламентских выборов 2022 года в Швеции существовал только одна коалиция партий – Правоконсервативная коалиция. Социал-демократы при этом остались без поддержки бывших союзников. Не смотря на это между СДПШ, Зелёными, Центристами и Левыми обсуждался проект собственно альянса, который смог бы перевесить влияние консервативных сил, но по многим прогнозам подобный альянс, из-за снижения популярности Социал-демократов, не смог бы набрать больше мест в Риксдаге, чем Правоконсервативный альянс.

В итоге результаты выборов не совпали с прогнозами, активная предвыборная кампания СДПШ принесла им значительный прирост мест в Риксдаге, а вот центристские партии на фоне отсутствия конкретных предложений потеряли значительную долю своих избирателей [8]. Из консервативных партий больше всего преуспели Шведские демократы получив в районе 20% всех голосов и став тем самым второй по величине партией в Швеции после СДПШ[8]. При этом каждая другая консервативная партия потеряла несколько мест в Риксдаге. По итогам парламентских выборов состоявшихся 11 сентября 2022 года СДПШ и её потенциальные союзники набрали 173 места в парламенте, в то же время правоконсервативные силы аккумулировали 176 мест[8]. Для победы на выборах каждой из коалиций нужно было набрать 175 мест. После подсчёта всех голосов 15 сентября премьер-министр временного правительства Швеции Магдалена Андерссон заявила о своей отставке. В своей речи Андерссон отметила, что Умеренные во главе Правоконсервативного альянса честно победили на выборах, однако им не стоит включать в состав нового правительства Шведских демократов. При условии, что они не будут участвовать в управлении страной, Магдалена Андерссон пообещала Умеренной коалиционной партии всестороннюю поддержку СДПШ при формировании правительства.

Последние два десятилетия процедура формирования правительства и обсуждение формирования коалиций приводили шведскую политическую систему к затяжным кризисам, во время парламентских выборов в 2018 году на формирование правительства Красно-зелёным альянсом ушло целых четыре месяца. В этот раз же данная процедура заняла чуть менее месяца, 19 сентября Ульфю Кристерссону было предложено сформировать правительство, а уже 18 октября Швеции был объявлен новый состав правительства. Однако без противоречий формирование правительства не обошлось, Шведские демократы всё же попали во вторую свою политическую изоляцию и, даже являясь второй по численности партией в составе победившей коалиции, не были приглашены в состав нового шведского правительства. Таким образом, в состав нового правительства

вошли 24 министра, 13 представителей УКПШ, 6 представителей Христианских демократов и 5 министров от Либеральной партии Швеции [9]. С одной стороны шведская политическая система избежала затяжного кризиса после выборов, а с другой стороны во главе страны теперь находится правительство меньшинства, представляющее интересы лишь трети населения страны.

Несмотря на то, что политическая система Швеции в условиях существования правительства меньшинства может столкнуться с блокировкой многих решений, принимаемых в Риксдаге, есть большая вероятность, что Умеренные смогут адаптироваться многие популистские предложения Шведских демократов и сохранить их поддержку. Пока не пройдут условные первые сто дней нахождения правящей коалиции у власти, не стоит ожидать стремительных перемен в государственной политике Швеции. Однако можно делать прогнозы по изменению шведской внутренней и внешней политики относительно официальных манифестов нового правительства и заявлениям премьер-министра. Швеция совместно с Финляндией сохраняют устойчивый курс на вступление в состав НАТО. Правительство Швеции в ближайшее время начнёт крупнейшую в истории страны кампанию по борьбе с преступностью. Также, наверное, важнейшим заявлением Ульфа Кристерссона стало намерение положить конец либеральной политике мультикультурализма в Швеции и всё более тщательно контролировать миграционные процессы в стране.

В любом случае, Швеция на данном этапе своего политического развития находится на переломном моменте, когда устоявшиеся десятилетиями политические подходы постепенно преобразуются и обретают новую форму. Что касается расклада политических сил в Риксдаге, в ближайшее время можно будет увидеть, получит ли правящая коалиция обещанную и столь необходимую поддержку со стороны своих традиционных противников и каким образом на шведской политической системе скажется новая изоляция теперь уже второй по численности партии Шведских демократов.

Список используемых источников:

1. Så har Sverige röstat, SVT [Электронный ресурс] URL: <https://valresultat.svt.se/2018/10000.html> (дата обращения 10.11.2022)
2. Sveriges Riksdag, Protokoll 2020/21:145 Måndagen den 21 juni [Электронный ресурс] URL: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/protokoll/protokoll-202021145-mandagen-den-21-juni_H809145 (дата обращения 10.11.2022).
3. Aftonbladet, Ulf Kristersson ger upp försök att bilda regering [Электронный ресурс] URL: <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/1BgzwX/ulf-kristersson-ger-upp-forsok-att-bilda-regering> (дата обращения 10.11.2022).
4. Regeringen, Utvisning på grundavbrott – ettskärptregelverk [Электронный ресурс] URL: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/lagratsremiss/2022/02/utvisning-pa-grund-av-brott--ett-skarpt-regelverk/> (дата обращения 10.10.2022).

5. Protokoll 2021/22:33 Onsdagen den 24 november // Riksdagen.se [Электронный ресурс] URL: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/protokoll/protokoll-20212233-onsdagen-den-24-november_H90933/html (дата обращения 11.11.2022).
6. Valfilm 2022 – Socialdemokraterna [Электронный ресурс] URL: https://www.youtube.com/watch?v=qaQ1rrFLq_M (дата обращения 11.11.2022).
7. Moderaternas valmanifest 2022 - Så får vi ordning på Sverige [Электронный ресурс] URL: <https://moderaterna.se/nyhet/moderaternasvalmanifest/> (дата обращения 11.11.2022).
8. Valet 2022. Riksdagen.se [Электронный ресурс] URL: <https://www.riksdagen.se/sv/valet-2022/> (дата обращения 11.11.2022).
9. Sveriges regering, Regeringen [Электронный ресурс] URL: <https://www.regeringen.se/sveriges-regering/> (дата обращения 11.11.2022).

Cherkasov D., Terentyeva E.

The Bonch Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Changes in the Swedish political system in the context of the parliamentary elections of 2022.

In the last decade, there have been certain trends in the Swedish political system associated with the transformation of established political approaches and the emergence of new radical political trends. The political crisis that shook Sweden in 2021 largely determined the direction of Sweden's political development. In such circumstances, the parliamentary elections scheduled for September 2022 are of particular importance, the result of which depends not only on what policy the Swedish government will adhere to, but also whether other achievements of the Swedish state will be preserved. This article describes the main changes in the Swedish political system in the context of the parliamentary elections of 2022.

Key words: Sweden, political sphere, political crisis, parliamentary elections, political parties, coalitions, alliances, multiculturalism.

УДК 32.327
ГРНТИ 11.25.31

РОССИЯ И ИРАН В ПЕРИОД ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ: КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Фатемех Хейдари Монфарад Аболгасем

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

Одним из наиболее примечательных событий новейшей истории является Первая мировая война, начавшаяся в 1914 году и закончившаяся в 1918 году. Как известно, искра этой войны началась с убийства одного из политиков, результатом которого стала война между странами. Каждая из стран имела проблемы во внутренних делах, искала любое решение, преследовала свои цели. Первая мировая война нанесла большой ущерб странам-участникам: многие люди погибли, война оставила тысячи детей сиротами. Некоторые страны добились прогресса в военной области для достижения своих целей, а другие же вернулись к истокам, где развитие и прогресс отсутствуют. Настоящая статья посвящена рассмотрению ряда аспектов, связанных с осмыслением исторического наследия тех событий.

Первая мировая война, Россия, Иран

Первая мировая война была событием, которое принесло много потерь для всех стран-участников. Как известно, Первая мировая война началась в 1914 году, и страны, имевшие развитую военную мощь, выстроились друг против друга. В начале все державы предполагали, что война закончится очень скоро, но она закончилась только в 1918 году. Война началась с убийства наследного принца Австрии-Венгрии, но этот вопрос можно рассматривать как предлог для начала войны, потому что в это время все страны, участвовавшие в войне, имели проблемы во внутренней и внешней политике, и каждая из этих стран хотела увеличить свою мощь. Именно это событие стало показательным фактором для того, чтобы продемонстрировать свою военную мощь другим странам.

28 июня 1914 года является рубежной датой в истории XX века. В этот день наследный принц Австрии Фердинанд, направлявшийся в Сараево, столицу Боснии, с официальным визитом, был убит молодым человеком из Боснии. Это происшествие привело к коллапсу ситуации в Европе [1]. После этого случая Австро-Венгрия, желавшая воспрепятствовать сохранению Сербией независимости, объявила этой стране войну. Германия, являвшаяся союзницей Австро-Венгрии, стала причиной подстрекательства к объявлению войны Сербии. С другой стороны, Россия, считавшая себя своего рода покровителем Сербии, объявила всеобщую мобилизацию и сосредоточила свои силы на границах с Германией [1]. Так смерть наследного принца Австро-Венгрии породила искру, страны выстроились друг против друга и началась Первая мировая война.

В эту войну были вовлечены многие страны, среди которых можно назвать следующие: в состав союзной группировки входят Англия, Италия, Бельгия, Португалия, Россия, Соединенные Штаты Америки, Румыния, Япония, Сербия, Франция, Черногория и Греция. В оппозиции этой огромной коалиции стояла другая, в которую входили Германия, Австро-Венгрия, Османская империя и Болгария. Стоит отметить, что Россия вышла из войны в октябре 1917 г. из-за внутривнутриполитических проблем (революция 1917 г.), Соединенные Штаты Америки официально присоединились к союзникам 5 апреля 1917 г. [2].

Как уже неоднократно говорилось, мировая война причинила страдания даже странам, объявившим о нейтралитете. Одной из таких стран был Иран. В это время в Иране правила династия Каджаров. Правителем в то время был Ахмад Шах, неопытный ребенок, сменивший своего отца. Так как Ахмад Шах не достиг установленного законом возраста для правления, ему назначили регента. В Иране, с точки зрения внутренних вопросов, было немало проблем. После начала войны премьер-министр правительства Каджаров Мустофи аль-Мамалек объявил о нейтралитете, но из-за отсутствия армии и сильного военного влияния, Россия и Англия вошли в Иран [3].

Среди стран, участвующих в войне, есть страны, чье участие в войне особо значительно, и будет обсуждаться в этой статье.

Первая страна, о которой нужно говорить – Британия. Ее тогдашний король, Эдуард VII был находчивым человеком, совершил множество поездок в разные уголки Европы и имел хорошие отношения с политиками так, что у него были друзья среди французских республиканских политиков. Когда началась мировая война, Британия стремилась уклониться от участия в ней, но условия, которые создала Германия, заставили Британию официально объявить войну Германии [4].

Следующая страна, которую следует упомянуть, это Россия. Во времена мировой войны в России политически заметны два человека - Владимир Ильич Ленин и Лев Давыдович Троцкий - которые много сделали для определения политического вектора России после начала революционных событий 1917 года [5].

Во время войны внутреннее положение России было хаотичным, и государственные деятели были заняты внутренними проблемами потому, что Россия стала свидетелем рождения нового явления, создания нового правительства, в котором народ мог участвовать и мог выражать свое мнение, то есть революции.

США объявили нейтралитет в начале войны, но в итоге были вынуждены участвовать в конфликте. Эта война имела положительные экономические и политические последствия для Америки потому, что в 1915 году западные союзники стали заказывать боеприпасы в этой стране и, таким образом, улучшили экономическое поле США. Во время войны

Америкой руководил президент Вильсон. Причина, изменившая позицию Америки с нейтралитета на участие в войне, заключалась в том, что во время войны немцы атаковали пассажирское судно своими подводными лодками. На судне находился 1201 пассажир. Часть из пассажиров были американскими гражданами. Имя затонувшего корабля, принадлежавшего Британии, было «Лузитания». В то время Вильсон официально вступил в войну, разрешив британцам заходить в американские порты своей военной техникой [6].

Япония – еще одна страна, охваченная войной. В это время Окума управлял делами Японии. Политика, которую Окума и его министр иностранных дел Катутака Аки проводили в отношении Китая, была весьма спорной [7].

В Германии выявлено присутствие двух политических деятелей – Хеден Берг и Людендорф. Кроме того, в то время человек по имени Герман Геринг пользовался большим влиянием в немецком отделе воздушных налетов. В первые месяцы 1917 года народы Германии и Австро-Венгрии страдали из-за того, что вражеская осада и недостаток продовольствия вызвали суровую зиму, вызвавшую голод и недоедание среди людей. Для противостояния противнику использовали свои военно-морские силы и подводные лодки. Во время войны Ленин, предводитель большевиков, жил в Швейцарии, и немцы позволили Ленину через Германию проехать дальше в Россию, и, согласно распространённой точке зрения, даже якобы поддерживали Ленина материально. Так или иначе, революционные события в России не приблизили победу Германии в войне и она вылилась в колоссальную катастрофу и национальное унижение.

Османская империя, когда началась Первая мировая война, тоже была истощена изнутри, и в итоге многовековая империя разрушилась. Во время войны Франция и Британия использовали эту внутреннюю ситуацию в своих интересах и рассматривали османское присутствие в войне как прекрасную возможность уничтожить Османскую империю. В это время османский военный министр Анварпаша был сторонником Германии [8]. Ряд государственных деятелей правительства подталкивали султана участвовать в войне. В результате случилось так, что империя распалась и ее территория, включавшая в себя кусочек Европы и весь Ближний Восток, была поделена между державами-победителями.

Выше упоминалось, что все страны, участвовавшие в войне, имели внутренние проблемы, которые предполагалось решить, участвуя в войне и объединившись с другими государствами. Проблемы не только не решались, но всё больше усугублялись, что ярко видно на примере Австро-Венгрии. Во время войны Германия и Австро-Венгрия помогали друг другу в военном отношении, посылая друг другу оружие, и командование частями Австро-Венгрии также было связано с немецкой стороной.

Австро-венгерские артиллерийские силы очень хорошо проявили себя во время войны, что вызвало восхищение немецкого командования [9].

В 1917 году Российская империя простиралась от Польши на западе до Тихого океана на востоке, от Северного Ледовитого океана на севере до Черного моря на юге. Россия тогда была в три раза больше Соединенных Штатов Америки. К 1917 году половина жителей России считала себя русскими по происхождению, но другая половина этого населения включала в себя славянские и неславянские этносы. Среди неславянского населения узбеки и казахи составляли большую часть населения, говорящего на тюркских языках.

Российская монархия имела ряд сходных черт государственным устройством Ирана. Это и длительное сохранение крепостного права, уверенность правящего дома в своей богоизбранности и особой роли в жизни страны. Исключительна велика оставалась и роль преимущественно наследственной аристократии - окружение и царей, и шахов обычно было из знатных семей, также владевших землей. Большинство населения обеих стран составляли крестьяне, жившие в небольших деревнях и работавшие на землях дворян или на землях, принадлежавших правительству. Крестьяне регулярно бунтовали из-за плохих условий жизни, но эти бунты обычно не представляли серьезной угрозы для правящих домов.

В XIX веке в России появились две группы, которые стали выступать против тогдашней политической и экономической системы. Одна из них была социальная группа студентов и выпускников российских университетов, а другая группа - заводские рабочие, оппозиция и недовольство которых в числе прочего привели к смене государственного строя страны.

В марте 1915 года, через год после начала войны, у России все еще было четыре миллиона двести тысяч солдат, несмотря на многочисленные потери. Во время войны в России было много внутренних социальных противоречий, только обострившихся из-за войны. Некоторая часть русского общества считала немцев зачинателями войны и была настроена к ним крайне негативно. Эта ненависть была настолько велика, что люди выступали против супруги императора Николая II, которая по происхождению была немкой. Высказывались мнения, об отречении императора в пользу кого-либо из своих родственников [10].

После революции Николай II был арестован и переведён в Александровский дворец в Санкт-Петербурге, а через некоторое время вместе с семьей перевезён в Екатеринбург. В итоге, последний император России и его семья были расстреляны большевиками. До сегодняшнего дня остаётся неясным – был ли отдан приказ центральным руководством большевиков или местными властями [11].

После расстрела последнего императора и его семьи революционеры во главе с Лениным создали Союз Советских Социалистических Республик, СССР, просуществовавший до 1991 года. С этой даты и по сегодняшний день Россия, с официальным названием Российская Федерация, признается всеми странами, и лишь ограниченное число стран называют страну ее старым названием.

Ранее упоминалось, что в Первой мировой войне участвовало много стран с разной военной мощью. Эта война имела много отрицательных результатов таким, как разрушение городов, сокращение населения, особенно мужского населения. Такие государства как Османская империя, Российская империя и Франция, принимали наибольшее участие в войне.

Политическое поле в Иране во время Первой мировой войны имело свои характерные особенности. В целом, следует упомянуть, что во времена правления династии Каджаров из-за войн с Россией значительная часть территории была выведена из-под контроля Ирана. Иран, который когда-то был великой державой во времена Ахеменидов, Сасанидов и даже во времена Хосрова Парвеза, уже не был таким как прежде. Классовый разрыв между простыми людьми и придворными был очевиден, как никогда: процветание, хорошая жизнь и хорошая еда были привилегией только аристократии.

Мохаммад Али Шах Каджар, вступивший на престол в Тегеране после смерти Мозафаруддина Шаха, по закону наследственной монархии, был избираем. У него были проблемы с Конституционным собранием, и он не мог смириться с их присутствием, и результатом этого недовольства шаха Ирана было то, что он решил действовать силовыми методами. Мухаммед Али Шах при этом опирался на помощь российского военного советника Владимира Ляхова и его подразделения [1]. Следует отметить, что одной из политик, которую Россия проводила по отношению к Ирану накануне Первой мировой войны, заключалась в одобренном иранскими властями расселении колонистов-земледельцев из числа подданных России [12].

Однако после применения шахом силы усилилась оппозиция его режиму, по всей стране прошли протесты. Мухаммед Али Шах был вынужден в итоге укрыться в посольстве России. Вскоре последовало его отречение. После отца на престоле оказался его 12-летний сын Ахмад-Мирза известный как Ахмад-шаха, последний правитель из династии Каджаров, но, поскольку он не достиг совершеннолетия, чтобы править, его представлял регент [3].

Окружение, находившиеся при дворе Каджаров, злоупотребляло положением молодого и неопытного шаха. Эта ситуация вызвала недовольство простых людей. При всех этих проблемах, еще большей стало начало Первой мировой войны и присутствие в Иране вооруженных

сил России и Британии, спровоцировавшее рост цен на товары и нехватку продовольствия в городах, где находились эти вооруженные силы.

Наибольшее присутствие русских было в северных районах Ирана, регионе Каспийского моря и провинции Гилян, окрестностях города Решт, а наибольшее присутствие британских сил - в южных районах: город Бушер, Оманское море и Персидский залив. Кроме того, британское правительство решило разместить свои части, состоявшие из индийских войск, в Ширазе, Исфахане и Бушере, тем самым неофициально оккупировав значительную часть Ирана [13]. Мотивы неофициальной оккупации Ирана британцами были очевидны – иностранные силы так и не смогли официально колонизировать Иран даже в период правления слабой династии Каджаров, а пример официально утратившей независимость Индии был явно соблазнителен для официального Лондона. Центральные же районы Ирана были объявлены нейтральными территориями на основании соглашения, подписанного между русскими и англичанами, заинтересованными в доступе к ресурсно-сырьевым природным богатствам Ирана и недопущении Турции в этот регион.

Революция в России и последовавшая за ней гражданская война разительным образом изменили обстановку в регионе Южного Кавказа и Каспийского моря. Новая страница в истории отношений Ирана и России начнётся уже после провозглашения СССР.

Список используемых источников:

1. Фани Камрань. Первая и Вторая мировые войны. – Тегеран. - 1998 г.
2. Первая Мировая Война: [Электронный ресурс]. URL: www.fa.wikifeqh.ir (дата обращения 11.10.2022).
3. Икбал Аштиани Аббас История Ирана после ислама. Тегеран: Публикации Нега, 2012 г.
4. Мура Андре История Англии с начала до наших дней. - перевод Энятуллы Шакибаипура. Тегеран: Республиканские публикации, 1987 г.
5. Морис Робертс Джон. Аналитическая история мира от начала до конца 20-го века. - Перевод Манучехра Шадана. - Публикации Бехджата. – Тегеран. - 2007 г.
6. Почему Америка вступила в Первую мировую войну? [Электронный ресурс] // URL: www.fardanews.com (дата обращения 11.10.2022).
7. Раджабзаде Хашем. История Японии с начала до наших дней. - Тегеран. - 1986 г.
8. Наджафинежад Саид. Роль договоров Первой мировой войны в распаде и крахе Османского халифата // Ежеквартальный научный журнал. Исторический исследовательский журнал. 2016. № 43
9. Ian Jones, The Austro. Hungarian Divisions on the western front, 1918 // Undergraduate Research Thesis. The Ohio state university. Department of history. 2019. 154 p.
10. Николай II, последний русский император: [Электронный ресурс]. URL: www.irdiplomacy.ir (дата обращения 11.10.2022).
11. Столетие ожидания раскрытия тайны убийства последнего русского царя: [Электронный ресурс]. URL: www.irna.ir (дата обращения 11.10.2022).

12. Нурай Мортеза, Андреева Е. Русские иммигранты и их поселение в Иране в начале 20 века: Другой этап колониализма. - Исторические исследования (научно-исследовательские).-Литературно-гуманитарный факультет. - Университет Исфахана. - Новый период 4. - 2009 г.

13. Атаеи Абдулла Нури Дауд. Политика Великобритании и Германии в Персии во время Первой мировой войны. - Иранский краеведческий журнал. - четвертый год. - Второй выпуск. - 2016 г.

Fatemeh Heidari Monfared Abolgasem

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Russia and Iran during the World War I: a brief description.

The First World War as a result of the internal political course of the participating countries. For centuries, the world has witnessed good and bad events, some of which are still happening today. Unfortunately, many events have affected the whole world. One of the bitter events was the First World War, which began in 1914 and ended in 1918. According to the available documents, the spark of this war began with the murder of one of the politicians, which resulted in a war between the countries. Each of the countries had problems in internal affairs, was looking for any solution, pursued its own goals. The First World War caused great damage to countries: many people died, the war left thousands of children orphaned. Some countries have made progress in the military field to achieve their goals, and some countries have returned to the origins where development and progress are absent. In this article, we will talk about the policy that countries used during the First World War.

Key words: World War I, Russia, Iran.

УДК 94(485)
ГРНТИ 03.29

ЛЕННАРТ ВОН ПОСТ (1884 – 1951): ДЕЯТЕЛЬ ШВЕДСКОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX В.

И. А. Цверианашвили

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

Статья посвящена выдающемуся шведскому ученому и общественному экологическому деятелю Леннарту вон Посту. Он вошел в историю национальной и мировой науки не только как видный учёный-геолог и исследователь во многих прочих науках, но и как государственный служащий, талантливый организатор, беллетрист, экологический активист своей страны.

Леннарт вон Пост, Швеция, общественное движение, наука, охрана природы

В первой половине XX в. шведское общественное экологическое движение ещё не носило массового характера, а во многом держалось на отдельных людях, в первую очередь, выходцах из научной интеллигенции, преподавателях ведущих вузов страны, учёных и исследователях. В России подобная тематика практически не исследована и феномен создания и развития крупнейшей некоммерческой экологической организации Швеции - «Общества охраны природы», образованной в начале XX в. остаётся во многом неизученным, как и биографии многих его участников, сделавших, в то или иное время, весомый вклад в развитие и поддержку природоохранного и экологического движения. В данной работе, которая смыслово продолжает ряд уже изданных публикаций просопографического характера, к ознакомлению предлагается биография шведского исследователя и популяризатора науки Леннарта вон Поста.

Эрнст Якоб Леннарт вон Пост принадлежал к одноименному древнему шведскому дворянскому роду, который берёт начало в средневековой Германии и упоминается в XIII в. на территории Вестфалии [1]. Его предок Вильгельм Мауриц вон Пост (1625 – 1677) [2, с. 1126] поступил на службу в шведскую армию, участвовал в боевых действиях против Дании и Польши, сопровождал принцессу Гедвигу Элеонору Шлезвиг-Гольштейн-Готторпскую (1636 – 1715) для брака с королём Карлом X Густавом (1622 – 1660). 27 июля 1664 г. он был возведён в шведское дворянское достоинство. К этой фамилии принадлежало немало славных деятелей: политики Виктор вон Пост (1825 – 1902) и Людвиг вон Пост (1839 – 1907), известный учёный Хампус вон Пост (1822 – 1911), дипломат и поэт Эрик вон Пост (1899 – 1990), врач Рикард вон Пост (1864 – 1939) и многие другие. Рано потерявший мать, урожденную Беату Нисбет (1852 – 1885), Леннарт воспитывался отцом, военным чиновником

Карлом Фабианом Акселем вон Постом. Окончив школу в Вестеросе, в 1901 г., он в том же году поступает в Уппсальский университет. Несмотря на первоначальное увлечение зоологией и ботаникой, довольно скоро вон Пост найдет вдохновение в геологии. Наставниками юного исследователя в те годы были Арвид Хёгбом (1857 – 1940) и Рутгер Сернандер (1866 – 1944). С весны 1902 г. Леннарт начнёт помогать Сернандеру в естественнонаучных экспедициях на Готланде, где будет замыкать на себе геологическую составляющую экспедиций. Несмотря на отсутствие крупных публикаций в те годы, вон Пост был приглашен в Шведскую геологическую службу. В 1906 г. за исследования в Норрланде он был награжден медалью Научного общества Уппсальского университета [3], не забрасывая и зоологические исследования [4].

Изучая торфяники Норрланда, вон Пост заложил основы современных торфяных исследований. Он ввел классификацию торфяных почв, основанную на степени разложения торфа и используемую до сих пор [5]. Не менее важными были его исследования по использованию торфяного слоя для интерпретации развития растительности и, следовательно, гидрографических и климатических изменений. Эти мысли позже оформились в теорию пыльцевого анализа, нововведения, которое сделало вон Поста известным в мировом научном сообществе. Работа в Шведской геологической службе также ставила перед вон Постом и организационные задачи - так, в 1910 г., он, под руководством Рутгера Сернандера стал частью оргкомитета XI Международного конгресса геологов в Стокгольме [6]. Инициативой вон Поста стало открытие выставки, посвященной исследованиям Швеции в Арктике. В начале 1910-х гг. вон Посту было предложено заняться докторской диссертацией, посвященной торфяным болотам в провинции Нэрке, однако он никак не мог решиться приступить и шанс был упущен. Таким образом, формальная академическая карьера остановилась на степени лиценциата, которую он получил ещё в 1907 г.

После Первой мировой войны, Швеция, как и многие европейские страны, испытывала дефицит энергоресурсов, поэтому правительство обратило внимание на торфяные запасы - была начата т.н. торфяная инвентаризация. У её истоков, наряду с геологом Акселем Гавелином (1874 – 1947), стоял и Леннарт вон Пост. Ими была разработана методология исследования и инвентаризации. Группа под руководством вон Поста состояла из 24 человек и работала очень успешно, но последовавшая политика жесткой экономии свернула работу [7]. По подсчётам вон Поста, работа была завершена, в лучшем случае, на четверть от запланированного [8].

Возвращаясь к теории пыльцевого анализа, который сегодня называется спорово-пыльцевым [9], нужно заметить следующее. Метод включает изучение изменений в присутствии пыльцы растений через

последовательность геологических слоев. Основываясь на слоях, возраст которых известен, например, по археологическим находкам, этот метод можно использовать для датировки других находок и для отслеживания изменений растительности и климата в прошлом. Уже в конце XIX в., некоторые ученые, например, немецкий ботаник Карл Альберт Вебер (1856 – 1931), использовали в своих исследованиях оценки встречаемости разных видов пыльцы. Наряду с вон Постом, Густав Лагерхейм (1860 – 1926) также начал изучение и идентификацию различных видов пыльцы. Основываясь на эмпирическом опыте Лагерхейма и предшественников, благодаря своему таланту систематизатора, именно вон Пост сделал пыльцевой анализ полезным методом, который вскоре приобрел фундаментальное значение для геологических и палеоботанических работ, а также для междисциплинарных археологических исследований. Этот метод был впервые им представлен в ходе лекции на собрании естествоиспытателей в Кристиании в 1916 году. Со временем метод был разработан и усовершенствован другими исследователями. С 1914 по 1922 г. вон Пост также работал в Геотехнической комиссии шведских железных дорог.

В 1929 г. вон Пост покинул Шведскую геологическую службу для преподавательской работы в Стокгольмском университете, называвшемся тогда Стокгольмской высшей школой. Там он работал профессором геологии до 1950 г. В университете он продолжил занятия научной работой, проводил геологические изыскания в районе озера Анцилус, вступив в долгую научную полемику с Харальдом Мюнте (1860 – 1958) [10]. Сам вон Пост полагал эти годы и исследования важнейшими в жизни. С 1932 г. и до конца дней вон Пост работал в Висканской долине в Халланде, где были отличные условия для занятий геологией. Однако, большая часть научных изысканий осталась неопубликованной, только отдельные труды увидели свет. Тяжелая болезнь прервала деятельность вон Поста и ряд работ остался в домашнем архиве. Поручение закончить некоторые труды было передано коллегам, последняя работа вышла в 1968 г. при непосредственном участии Нильса-Акселя Мёрнера [11]. Ряд материалов так и остались неопубликованными, некоторые положения работы вон Поста Мёрнер отразит в своей докторской диссертации, защищенной годом позже [12]. Несмотря на преподавательский талант, вон Пост практически не оставил учеников - как объясняли коллеги, во многом из-за непростого характера. Вон Пост оставил большое научно-популярное наследие, написав ряд книг и туристических путеводителей [13], а в 1939 г. он был избран в Королевскую академию наук Швеции. Блестящий и глубокий исследователь, Леннарт вон Пост справедливо может считаться всемирно известным учёным, глубоко повлиявшим на шведскую науку.

Список используемых источников:

1. Lundqvist J. E. J. Lennart Post, von [Электронный ресурс]. Riksarkivet.se. URL: <https://sok.riksarkivet.se/sbl/Presentation.aspx?id=7398> (дата обращения: 29.08.2022).
2. Westrin Th., Fahlstedt E., V. Söderberg V. Nordisk Familjebok. Stockholm: Nordisk familjeboks förlags aktiebolag. Nordisk familjeboks tryckeri, 1925. 1312 s.
3. Von Post L. Norrländska torfmossestudier. Upsala universitets mineralogisk-geologiska institution // Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar. 1906. N 28 (4). P. 201–308.
4. Von Post L. Bidrag till kännedomen om Ceratopygeregionens utbildning inom Falbygden // Sveriges geologiska undersökning. Serie C, Avhandlingar och uppsatser. 1906. N 6. P. 465–480.
5. Von Post Humification Scale. [Электронный ресурс]. Blackland Centre. Agricultural Research and Practice in the Outer Hebrides. URL: <https://www.blacklandcentre.org/the-science/von-post-humification-scale/> (дата обращения: 29.09.2022).
6. Sundquist B., Nordlund C. Science and Honour: The 11th International Geological Congress in Stockholm 1910 // Episodes. 2004. N 27 (4). P. 284–292.
7. Gavelin A., von Post L. Sveriges geologiska undersöknings förslag till en förrådsstatistisk undersökning av torvmarkerna inom Götaland och Svealand utom Dalarna. Sveriges geologiska undersökning. Serie C, Avhandlingar och uppsatser. Stockholm: Hökerberg, 1916. 50 s.
8. Von Post L. Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat // Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift. 1922. N 36. P. 1–27.
9. Сафарова С. Спорово-пыльцевой анализ: история становления // Природа. 2014. N 6. 2014. С. 58–62.
10. Freden C. A Historical Review of the Ancylus Lake and the Svea River // Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar. 1967. N. 89 (3). P. 239–267.
11. Von Post L. The Ancient Sea Fiord of the Viskan Valley Chapter X: Stages of Ancient Lake Veselången // Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar. 1968. N 90 (1). P. 37–110.
12. Mörner N.-A. The late quaternary history of the Kattegatt Sea and the Swedish West Coast: deglaciation, shorelevel displacement, chronology, isostasy and eustasy. Stockholm: Sveriges geologiska undersökning. Serie C, Avhandlingar och uppsatser, 1969. 487 s.
13. Von Post L. Närke: en landskapsskiss. Stockholm: Centraltryckeriet Svenska turistföreningens årsskrift. 1930. Pp. 23–55.

Tsverianashvili I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Lennart von Post (1884 - 1951): Leader of the Swedish Ecological Movement in the first half of the XX Century.

The article is dedicated to the outstanding Swedish scientist and environmental activist Lennart von Post. He entered the history of national and world science not only as a prominent geologist and researcher in many other science fields, but also as a civil servant, talented organizer, novelist, and environmental activist of his country.

Key words: *Lennart von Post, Sweden, social movement, science, conservation.*

6.2. Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе

УДК 378.14

ГРНТИ 14.35.07

«НОВАЯ» МОДЕЛЬ АСПИРАНТУРЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ СКВОЗНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**П. А. Гладышева, А. А. Нестеров, А. С. Перевышко,
А. В. Федорова**

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

В статье дается сравнительная характеристика «старой» и «новой» моделей аспирантуры, выявляются достоинства и недостатки этих форм подготовки научно-педагогических кадров. Описываются основные новшества в сравнении с той моделью, которая была до введения двух последних. «Новая» аспирантура рассматривается в контексте возможного сохранения статуса ступени высшего образования в непрерывной цепочке трехуровневой системы высшего образования в России.

подготовка научных кадров, кадры высшей квалификации, непрерывное образование, трехуровневая цепочка высшего образования, итоговая аттестация, защита диссертации

В 2021-2022 годах в области российского образования приняли ряд документов, обусловивших переход к так называемой «новой» аспирантуре. Так ли нова «новая» аспирантура? Мы наблюдаем возврат к стабильному научному «старому» или путь в динамичное научное «новое»? На что направлены эти новшества и какого результата мы можем ожидать, если рассматривать аспирантуру в контексте завершающего звена непрерывной цепочки сквозного высшего образования в России?

Если проследить исторический путь общественного института под названием «аспирантура», то это форма образования всегда позиционировалась как кузница кадров высшей квалификации. Ее задачей была подготовка научных кадров (будущих ученых) и научно-педагогических кадров (будущих преподавателей высшей школы). В иерархии образовательного процесса обучение в аспирантуре стояло на самом верху образовательной лестницы, и существовала «отдельно» от высшего образования, называясь «послевузовским» образованием. Закон об образовании 2012 года, окончательно узаконивший переход к болонской системе [1], привел нас не только к двухступенчатой –

бакалавриат и магистратура, но и к трехступенчатой системе высшего образования в России. Он перевёл программы аспирантуры в статус программ уровня высшего образования [2]. И аспирантура стала завершающим звеном этой цепочки, получив официальный статус третьей ступени высшего образования [3]. Аспиранты были приравнены к студентам, а в конце обучения проходили государственную итоговую аттестацию (ГИА) и получали диплом государственного образца об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Защита диссертации не являлась обязательным условием успешного окончания аспирантуры.

Первый набор на обучение в аспирантуре, которая вошла в цепочку высшего образования, был произведен в 2013-2014 годах, а выпуски – в 2017 и 2018 годах. В таком виде аспирантура просуществовала 8 лет. Последний набор на обучение в «студенческую» аспирантуру был проведен в 2021 году.

С 1 сентября 2021 года (для большинства вузов – это набор следующего, 2022 года) повсеместно был произведен переход к «новой» аспирантуре, который на самом деле, явился частично возвратом к аспирантуре «до студенческого» периода. Так, в частности, аспиранты, поступавшие в аспирантуру до 2014 года, обучались по ФГТ (Федеральные государственные требования). Аспиранты, которые начали обучаться в аспирантуре, вошедшей в цепочку высшего образования с 2014 года, обучались уже, как и все студенты, по ФГОС (Федеральные образовательные стандарты). На практике это привело к увеличению количества учебных часов и дисциплин. Но это компенсировалось статусом студента во время обучения и получением «на выходе» диплома государственного образца. Переход 2021 года не исключил аспирантуру из цепочки «высшего» образования. Но появилось ряд нововведений [4, 5, 9], часть из которых является «возвратом» к тому, что уже было ранее.

Одним из основных нововведений стала отмена государственной аккредитации программ аспирантуры и последующая их разработка не на основе ФГОС, а на основе ФГТ – то, что было до 2014 года [6].

Также последовали следующие нововведения:

1. была отменена государственная итоговая аттестация (ГИА);
2. программы аспирантуры стали более «гибкими», уменьшилось количество учебных часов;
3. обучение в аспирантуре будет осуществляться по научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени;
4. изменились сроки обучения по программам (в частности, срок обучения по техническим специальностям будет составлять и три и четыре года);

5. в большинстве вузов (за исключением организаций государственных органов) обучение будет проводиться только в очной форме;

6. по окончании обучения не будет выдаваться диплом государственного образца, а только удостоверение установленного образца;

7. еще одно изменение – не очень приятное для обучаемого – отсутствие квалификации в удостоверении. Это значит, что если раньше после окончания аспирантуры выпускник, имеющий квалификацию «Исследователь. Преподаватель-исследователь» имел право, наряду с занятием научной деятельностью, преподавать в высшей школе, то сейчас этого права на выходе у него нет.

И одно из главных изменений заключается в том, что итоговая аттестация теперь будет проходить в форме предзащиты диссертации. Обязательным условием успешного окончания аспирантуры будет предоставление готовой диссертационной работы. Итоговая аттестация по программам аспирантуры будет проходить в формате предзащиты кандидатской диссертации с выдачей заключения на диссертационное исследование [7]. Более развернутая таблица сравнений «старой» и «новой» моделей аспирантуры приведена в пособии [8].

Для чего же были введены все эти изменения, часть из которых представляет возврат к «хорошо забытому старому» (в данном случае не сильно старому и не сильно забытому), но с новой окраской?

Наряду с преимуществами, которая давала аспирантура, включенная в трехступенчатую цепочку высшего образования, существовало и ряд проблем, в частности, из-за того, что процесс обучения в аспирантуре был отделен от процесса защиты диссертации. Программы «старой» аспирантуры реализовывались по направлениям подготовки высшего образования и были не связаны напрямую с номенклатурой научных специальностей, регулирующей систему научных квалификаций. Выпускнику аспирантуры присваивалась образовательная квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь», а не научная квалификация (ученая степень).

Учебная компонента образовательного процесса была слишком велика, и у большинства аспирантов оставалось крайне мало времени на научную деятельность и написание научных статей [2]. Так, по статистике, приведенной в 2019 году директором Института образования НИУ ВШЭ Евгением Терентьевым, последние десять лет наблюдается «устойчивый тренд на снижение показателей эффективности аспирантуры. Если в 2010 году около 30% выпускников аспирантуры защитили диссертацию в срок, то в 2021 году этот показатель составил менее 10% [7]. Поэтому основная направленность принятых нововведений – нацеленность на выполнение

аспирантурой своего основного предназначения, а именно – написание аспирантами диссертации и подготовку аспирантов к защите диссертации.

Возникает также следующий вопрос. Если рассматривать аспирантуру как звено в непрерывной цепочке высшего образования [3], то повлияет ли переход к новой модели на целостность этой цепочки? Не будет ли цепочка разорвана? И что предпринять, чтобы связь оставалась такой же прочной, а преемственность на всех ступенях образования не нарушилась?

Можно выделить основные компоненты, которые связывали все три ступени высшего образования в России, а именно – бакалавриат, магистратуру и аспирантуру – и обеспечивали преемственность и непрерывность образования. Это:

- обучения по типовым ФГОС на всех ступенях высшего образования;
- единый подход к формированию образовательных программ;
- наличие обучающей и научной компонент на каждой ступени образования (но в разных пропорциях);
- единство в номенклатуре направлений и профилей обучения;
- наличие практик;
- единый подход к проведению промежуточных и государственной итоговой аттестации.

И если оценивать эти показатели, то в «новой» аспирантуре они или исключены из программ или изменены. И, с этой точки зрения, мы теряем связи в непрерывной цепочке. Можно сказать, что цепочка непрерывности образования все же нарушается, она близка к разъединению. Рвутся связи, объединенные одними и теми же по структуре ФГОСами. Нарушается стройная система государственной итоговой аттестации. Нарушается баланс построения программ на основе одинаковых компонентов. То есть, внешняя форма организации модели все же меняется. Такой стройной и логичной системы, связывающей бакалавриат, магистратуру и аспирантуру как раньше, уже нет.

И, несмотря на то, что в соответствии с законом об образовании РФ [1] аспирантура все еще относится к высшему образованию, на практике все внешние атрибуты этого отношения изымаются. Поэтому де-факто аспирантура уже не является уровнем высшего образования. Если рассматривать процессы, происходящие в высшем образовании России в подобном ключе, можно утвердительно ответить на вопрос о том, что мы возвращаемся к недавнему и не сильно забытому «старому», когда аспирантура была надстройкой над системой высшего образования.

Но, с другой стороны, если рассматривать функциональный аспект, то аспирантура по-прежнему является той завершающей ступенью, на которой происходит кульминация образовательного и научно-образовательного процессов с использованием всех знаний и навыков, полученных на предыдущих ступенях. И здесь можно рассматривать аспирантуру все-таки как звено этой цепочки.

В любом случае, пока мы только начали «обратный» переход к не забытому «старому» или вернее сказать, переход к новому с ранее опробованными элементами, ответить однозначно на поставленные выше вопросы нельзя. Можно только сделать общий эмпирический прогноз, основанный на обобщении опыта работы, изучении документации, выполнения сравнительных характеристик и выявления закономерностей. Когда пройдет хотя бы несколько лет обучения по обновленным программам аспирантуры, будут итоги обучения, пойдут первые защиты, появятся количественные величины, по которым можно будет отслеживать статистику, придут и обоснованные выводы.

Список используемых источников:

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» №273-ФЗ от 29 декабря 2012 г.
2. Караваева Е.В., Маландин В.В., Мосичева И.А., Телешова И.Г. Аспирантура как уровень высшего образования: состояние, проблемы, возможные решения // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 11. С. 22-34.
3. Гладышева П.А., Перевышко А.С., Федорова А.В. Проблемы обеспечения преемственности в трехуровневой цепочке высшего образования «бакалавриат – магистратура – аспирантура» и пути их решения // Материалы региональной научно-методической конференции «(ПКМ-2020. Сборник лучших докладов конф. / Сост. Н. Н. Иванов. – СПб.: СПбГУТ, 2021. – С. 370-375
4. Новая модель подготовки аспирантов – как это будет [Электронный ресурс]. Сайт Российского экономического университета им. Г.В. Плехванова. 13 марта 2022 года. Ссылка: <https://www.rea.ru/ru/news/Pages/aspirantura-novaya-model.aspx> (дата обращения 13.11.2022).
5. Аспирантура-2021: пять изменений, которых ждут преподаватели вузов. [Электронный ресурс]. РБК. Тренды. Ссылка: <https://trends.rbc.ru/trends/education/612494579a7947a830fc688e> (дата обращения 13.11.2022).
6. А. Емельяненко. Аспирантура в России будет третьей ступенью в системе высшего образования. 25.12.2020. [Электронный ресурс]. Российская газета. Ссылка: <https://rg.ru/2020/12/24/aspirantura-v-rossii-budet-tretej-stupeniu-v-sisteme-vysshego-obrazovaniia.html> (дата обращения 13.11.2022).
7. Аспирантам подготовиться к защите. 02.03.2022. [Электронный ресурс]. Коммерсантъ. Ссылка: <https://www.kommersant.ru/doc/5238851> (дата обращения 13.11.2022).
8. Шестаков, А.В. Подготовка квалификационной работы на соискание ученой степени : учебное пособие / А. В. Шестаков, В. С. Елагин, И. М. Татарникова, А. В. Федорова ; СПбГУТ. – Санкт-Петербург, 2022. – 71 с.
9. Аспирантура переходит в научный формат. [Электронный ресурс]. Министерство науки и высшего образования России. Ссылка: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/48657/> (дата обращения 13.11.2022).

Gladysheva P., Nesterov A., Perevyshko A., Fedorova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The "New" Model Of Postgraduate Studies: Prospects Of Functioning In The Context Of End-To-End Higher Education.

The article gives a comparative characteristic of the "old" and "new" models of postgraduate studies, identifies the advantages and disadvantages of ethical forms of training of scientific and pedagogical personnel. The main innovations are described in comparison with the model that was before the introduction of the last two. The "new" postgraduate course is considered in the context of the possible preservation of the status of a stage of higher education in the continuous chain of the three-level system of higher education in Russia.

Key words: *training of scientific personnel, highly qualified personnel, continuing education, three-level chain of higher education, final certification, pre-thesis defense.*

УДК 32.019.5

ГРНТИ 11.01.29

ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОЛИТИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ

Е. М. Еникеева

Санкт-Петербургский государственный университет

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

Цифровизация общества оказала влияние на внедрение различных цифровых технологий во все сферы жизни человека. В статье рассматривается цифровой инструментарий, используемый в политической коммуникации. Определяются виды цифрового инструментария и выделяются области его применения. Приводятся примеры эксплуатации конкретных цифровых технологий в политической сфере, а также их роль в коммуникации.

цифровой инструментарий, политическая коммуникация, инцидент-менеджмент

Цифровая трансформация общества, начавшаяся в России в 2017 году с утверждением программы «Цифровая экономика Российской Федерации», продолжает формировать новую коммуникационную среду, в том числе посредством внедрения цифрового инструментария.

Цифровой инструментарий первоначально был внедрён для налаживания учебного процесса. Цифровые инструменты в образовании – это подгруппа цифровых технологий, которые разрабатываются для развития качества, скорости и привлекательности передачи информации в преподавании и обучении [1]. К ним можно отнести электронные учебные системы, социальные сети, видеосервисы, сервисы для работы с графикой и создания игровых учебных материалов и др. Данные ресурсы направлены на упрощение и оптимизацию процессов мониторинга и

контроля учебных результатов, а также они способствуют вовлечённости учеников в учебный процесс [2].

Повышение востребованности использования цифрового инструментария в образовательном процессе обусловлено несколькими факторами, в том числе пандемией COVID-19, в результате которой многие образовательные учреждения перешли на дистанционный формат обучения.

На сегодняшний день можно говорить о том, что цифровой инструментарий стал широко применяться не только в области образования, но и во многих других сферах, в том числе в политической.

Само понятие «цифровой инструментарий» подразумевает под собой инструментальный характер цифровых технологий.

К цифровому инструментарю, применяемому в политической сфере, можно отнести:

1. социальные сети. Их широкое применение в политической сфере официально началось с 2014 года, когда Правительством РФ был утверждён проект «Открытое государство», подразумевавший под собой повышение уровня информационной открытости ведомств. Тогда было решено призвать все государственные структуры к созданию и ведению своих аккаунтов в различных социальных сетях. Также, политики используют социальные сети для влияния на электорат в предвыборный период;

2. сервисы видеоконференций. Подобные сервисы позволяют организовывать конференции дистанционно, особенно это было актуально в период пандемии COVID-17. Кроме того, есть возможность прямой трансляции данных конференций и записи видеовстреч;

3. государственные порталы и сайты. Такой вид цифровых технологий можно отнести к достоверным источникам трансляции политических решений. Также, многие порталы имеют возможность обратной связи или «виртуальные приёмные», позволяющие задать свой вопрос или оставить жалобу дистанционно, без посещения государственных учреждений;

4. портал государственных услуг «Госуслуги». Многофункциональный портал, связывающий множество государственных структур в единую базу и позволяющий получить множество услуг дистанционно, в том числе, принять участие в голосовании онлайн;

5. видеохостинги. Подобные ресурсы позволяют многим политикам воздействовать на разные аудитории (в зависимости от выбранного видеохостинга) посредством собственных роликов;

6. система Центров управления регионами (ЦУР). Данная система занимается мониторингом и обработкой поступающих от жителей жалоб в разных сферах жизни региона. В данной системе используются:

а) программа «Инцидент-менеджмент», которая собирает и анализирует обращения и жалобы граждан в социальных сетях

(ВКонтакте, Twitter, Одноклассники.ru и др.) в режиме реального времени, круглосуточно. Все обработанные «сигналы» сортируются по направленности проблемы и направляются в профильную структуру, которая обязана обработать «инцидент» в течение суток, с момента его регистрации в системе [3].

б) система мониторинга – «Призма», используемая для анализа общей картины происходящего в регионе, в том числе для фиксации комментариев экстремистского характера и людей, которые могут создать фейковую информацию [4].

Основными возможностями применения цифрового инструментария являются:

1. Оперативная передача информации населению. Интернет уже давно является одним из самых оперативных источников информации [5], а социальные сети стали площадкой трансляции деятельности государственных структур, а также решений и мнений политических фигур. Например, Правительство Санкт-Петербурга имеет свой официальный сайт с встроенной электронной приемной обращений граждан, а также страницы в социальных сетях («ВКонтакте», «Одноклассники» и др.), где публикуется актуальная информация о деятельности администрации города, подводятся итоги недели и публикуются видеоролики с выездов губернатора.

2. Повышение интереса к политике. Важно отметить, что здесь речь идёт в том числе, и про вовлечение людей в политическую деятельность, например, участие в выборах, которое реализуется за счёт внедрения онлайн-голосования через сервис дистанционного электронного голосования «ДЭГ», авторизация в котором возможна через портал «Госуслуги». Так, 2020 году на голосовании за поправки в Конституцию РФ приняли участие более 964 тысяч москвичей, а явка составила 93,15 процента.

3. Отклик на жалобы жителей, то есть ускорение решения социальных проблем, с которыми сталкивается население. Возможность создания обратной связи для решения проблем населения реализуется за счёт внедрения ЦУР [3]. В 2020 году в Краснодарском крае с помощью системы «Инцидент-менеджер» ежедневно поступало около 300 обращений. В течение двух с половиной месяцев было обработано 7,5 тыс. комментариев из соцсетей. В большинстве жалобы касались бытовых проблем: плохие дороги, незаконные свалки, отключения воды и света [6].

4. Популяризация прямых эфиров и повышение информационной открытости. Использование цифрового инструментария делает возможным проведение большего количества встреч, а также способствует диалогу между гражданами и политиками. Например, на сайте государственной думы есть раздел прямых эфиров, который транслирует все заседания

круглосуточно (после эфира загружается запись), что позволяет следить за деятельностью чиновников на постоянной основе. Кроме того, в социальных сетях также проводятся прямые эфиры с возможностью задавать вопросы в чате.

5. Повышение уровня осведомлённости граждан. Речь идёт о познавательной информации, которая помогает гражданам в области своих прав и безопасности. Так, МЧС России имеет свой канал в сети «TikTok», где публикует видео-инструкции как вести себя при различных чрезвычайных ситуациях. Выбор данной платформы позволяет воздействовать на разную аудиторию, в том числе на подростков и молодёжь.

6. Оценка массовых настроений. Анализ комментариев, жалоб и сообщений позволяет детально рассматривать тенденции и динамику общественного мнения, формировать актуальную повестку дня, определяемую наиболее острыми проблемами для населения, которые создают социальное напряжение и негативное массовое настроение [3].

7. Прогнозирование и предотвращение информационных рисков, а также фиксирование комментариев экстремистского характера [4]. Например, за период пандемии ЦУР выявила 2425 тем фейковых сообщений о коронавирусе. Выявленная информация была передана в Роскомнадзор и в правоохранительные ведомства, после чего МВД возбудило 37 уголовных дел за фейки о коронавирусе и составило 450 административных протоколов [7].

Таким образом, применение в политической сфере цифрового инструментария является перспективным. За счёт него организуется не только несколько направлений коммуникации с обществом, но и открываются возможности по предотвращению дезинформации населения и предупреждению девиантного поведения некоторых граждан. Однако, несмотря на широкий спектр применения цифрового инструментария, а также его позитивных целей в области прозрачности деятельности политиков, существуют опасения, касательно использования ЦУР для решения других стратегических задач государства, без учёта интересов граждан, в том числе ограничение свободы слова.

Список используемых источников:

1. Как подружиться с цифровыми инструментами в образовании: [Электронный ресурс] // Мел. М., 14.10.2020. URL: <https://mel.fm/blog/sveta-shchelokova/35198-kak-podruzhitsya-s-tsifrovymi-instrumentami-v-obrazovanii>. (Дата обращения 22.03.2021)

2. Шайхутдинова Л. М. Обзор цифровых инструментов педагога для организации дистанционного обучения: [Электронный ресурс] // Скиф. 2021. №4 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tsifrovyyh-instrumentov-pedagoga-dlya-organizatsii-distantionnogo-obucheniya>. (Дата обращения 10.11.2022)

3. Еникеева Е. М. «Инцидент-менеджмент» как средство формирования доверия к правительству России // Глобальные и региональные коммуникации: настоящее и

будущее: тезисы докладов студентов на XXII Междунар. Балтийском коммуникационном форуме: в 5 частях. Часть 3. СПбГУТ. СПб., 2020. С. 71.

4. Ачкасова В. А. Медиатизированный конфликт: особенности и политические следствия // Конфликтное поле публичной политики. Опыт, уроки и перспективы современного российского общества / под ред. А. И. Соловьева, Г.В.Пушкаревой. М. : Аргатак-Медиа, 2022. 336 с.

5. Патюков С. В. Социальная сеть: понятие, история возникновения, современное положение дел // Юный ученый. 2017. № 2 (11). С. 75-77.

6. Российская система «Инцидент Менеджмент» поможет контролировать региональных чиновников: [Электронный ресурс] // dzen.ru. М., 09.11.2020. URL: <https://dzen.ru/media/sferalive/rossiiskaia-sistema-incident-menedjment-pomojet-kontrolirovat-regionalnyh-chinovnikov-5fa82349b1fbcf2e23c3a8d4>. (Дата обращения 10.11.2022)

7. Полоротов А. Государево око рунета. Кто анализирует и отрабатывает политическую повестку: [Электронный ресурс] // dailystorm.ru. М., 20.07.2020. URL: <https://dailystorm.ru/vlast/gosudarevo-okoruneta-kto-analiziruet-i-otrabatyvaet-politicheskuyu-rovestku>. (Дата обращения 10.11.2022)

Enikeeva E.

*The Saint-Petersburg State University
The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication*

Digital tools of political communications.

The digitalization of society has influenced the introduction of various digital technologies in all spheres of human life. The article discusses the digital tools used in political communication. The types of digital tools are determined and the areas of their application are highlighted. Examples of the exploitation of specific digital technologies in the political sphere, as well as their role in communication, are given.

Key words: digital tools, political communication, incident management.

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.07

К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ МАГИСТРАТУРЫ К АКАДЕМИЧЕСКОЙ КОММУНИКАЦИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

Е. П. Желтова, Н. В. Маршева

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

В статье рассматривается потенциал виртуальной академической конференции, подчеркивается значимость развития у студентов магистратуры навыков коммуникации не только в формате очного взаимодействия, но в виртуальной среде. Приводятся положительные и отрицательные стороны данного вида взаимодействия, а также анализ результатов опроса студентов Института магистратуры об эффективности формата виртуальной конференции. Объясняется необходимость при обучении иностранному языку уделять внимание дополнительным вопросам развития навыков, важных для будущего исследователя в профессиональной деятельности.

научная конференция, виртуальная среда, иностранный язык, подготовка кадров в магистратуре, потенциал.

Опыт организации учебной и научно-исследовательской деятельности вузов во время пандемии COVID-19 заставил переосмыслить значимость виртуальных академических конференций. Продолжается дискуссия о возможности отнесения научной коммуникации к отдельной академической дисциплине [1].

Академические конференции важны для ученых-исследователей и студентов вузов как площадки для взаимодействия, обмена идеями, обсуждения и представления результатов исследований, а также для популяризации науки. После отмены ограничений на проведение публичных мероприятий, проведение научных конференций в виртуальной среде не потеряло своей актуальности и, по всем видимости, не потеряет свою привлекательность и в будущем. Среди факторов, способствующих этому, можно выделить сохранение потенциальных рисков новых пандемий, а также удобство и ряд других преимуществ участия в конференции в виртуальном формате. Однако для успешного проведения такой конференции требуется наличие эффективных онлайн инструментов. Более того, эти инструменты будут востребованы для обеспечения поддержки конференций в традиционном очном и гибридном форматах.

Актуальность исследования объясняется ограниченным количеством публикаций по теме эффективной системы научной коммуникации в России, при этом многие аспекты требуют дальнейшего анализа и осмысления.

Термин «виртуальная конференция» сейчас используется для определения конференций в 3 различных форматах: только в виртуальном, гибридном (совмещение виртуального формата и личного участия) и мультихабовом (multi-hub) [2, 3, 4]. Последний тип

конференции предполагает создание нескольких площадок для участия, что позволяет участникам выбрать ближайшую к ним площадку и, таким образом, сократить потребность в поездках. Панельные сессии проводятся виртуально и синхронно, а в качестве основных докладчиков могут выступить участники, проживающие в данном районе и присутствующие лично [2].

Среди преимуществ участия в виртуальной конференции для студентов магистратуры, можно отметить снижение стоимости расходов на участие, так как отсутствует необходимость оплачивать транспортные расходы, проживание, питание и др. Это также способствует повышению академической мобильности, предоставляя возможность взаимодействовать с коллегами из разных стран на онлайн площадке.

Среди недостатков следует выделить, прежде всего, технические вопросы быстрого и надежного подключения к интернету. Именно виртуальный формат конференции, и нахождение дома в привычной обстановке может стать причиной того, что участникам трудно включиться в режим активного взаимодействия [3]. Организация социального взаимодействия также является задачей, требующей решения и подбора определенных цифровых инструментов.

На рынке представлены множество инструментов для организации эффективной конференции, в том числе инструменты для управления событиями (event management), системы управления электронными материалами (submission management) и платформы для проведения онлайн конференций. В России популярными инструментами для проведения онлайн конференции являлись google meet, ZOOM и Discord, а также решение с открытым кодом - Big Blue Button и Jitsi. В настоящее время есть отечественные сервисы, способные предоставить функционал для проведения конференций – Webinar и TrueConf, сравнительные характеристики которых представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Характеристики платформ для конференций

Компания	Webinar	TrueConf
Описание	Российская экосистема сервисов для встреч, онлайн мероприятий, обучения и вебинаров.	Российская компания, которая занимается производством программного обеспечения для организации видеоконференц-связи и совместной работы.
Количество участников	До 10000 участников и 30 спикеров одновременно без ограничения по времени	до 1000 участников
Продукты	Webinar платформа для вебинаров COMDI организация виртуальных мероприятий	TrueConf Server сервер видео-конференций

Исследователи эффективных практик проведения виртуальных конференций, выделяют 4 этапа [4]: предварительное планирование, планирование, проведение, отклик и взаимодействие. Каждый этап

требует тщательного подбора цифровых инструментов, ПО и платформ, и более предпочтительными являются продукты с открытым кодом.

Вопросы академического взаимодействия рассматриваются студентами ИМ СПбГУТ при изучении курса «Иностранный язык для научно-исследовательской работы». На вопрос о предпочтительном формате конференции, в которой бы они хотели принять участие, 80 % студентов указали – дистанционный, 15 % - гибридный и только 5 % - традиционный очный (рис. 1).

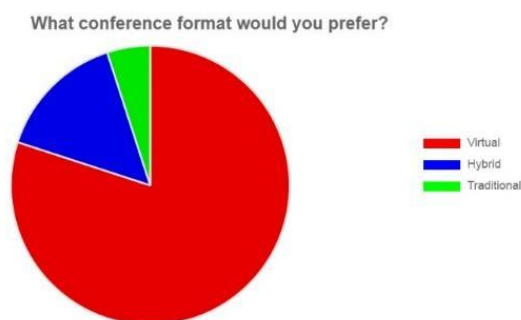


Рис.1. Предпочтения студентов ИМ СПбГУТ о формате конференции

Кроме того, студенты отметили, что чувствуют себя более свободно в режиме виртуальной конференции по сравнению с очным участием, однако 60% указали о сильном волнении при представлении своего доклада как в виртуальном, так и в очном формате. Очевидно, что практика рассказывать обществу о результатах научно-исследовательской деятельности требует особых знаний и навыков.

Полученные результаты выявили необходимость добавить в список обсуждаемых вопросов на курсе «ИЯ для НИР» изучение следующих тем:

- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, включая формальную логико-смысловую структуру любого виртуального научного мероприятия (конференции, форума, презентации и пр.) [5];

- вербальные и невербальные средства общения, включающие приемы активного слушания и постановки вопросов, направленные на содержание любого типа коммуникации, владение которыми можно отнести к ключевым речевым и неречевым моментам иноязычной коммуникативной компетенции студентов;

- правила сетевого этикета (правила участия в онлайн заседаниях), которые включают общие правила поведения и общения в сети. При этом особое внимание обращается на изучение правил поведения во время синхронной конференции на ИЯ (в режиме реального времени), представленные в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Правила сетевого этикета во время синхронной конференции на ИЯ

1.	During the keynote speech, make sure your microphone and camera are muted.
2.	If you want to ask a question during the discussion, you should raise your “virtual hand”, wait for the moderator to give you the floor, and only then ask your question.

3.	You cannot record the conference yourself. The recording of the conference is carried out by the organizers of the conference on the basis of the consent provided by the speakers.
----	---

При создании собственного текста на ИЯ для виртуальной конференции студенты ИМ обучаются необходимости соблюдать стилистические нормы научной речи и нормы письменного этикета. Важным является знание не только своей темы, но и синтаксических структур разных уровней (предложение, абзац), поскольку без навыков составления различных видов предложений и умений их связывать в законченное сверхфразовое единство, невозможно построить научный текст и обменяться мнениями с коллегами (см. таблица 3). Данная задача решается при изучении одного из разделов курса «ИЯ для НИР», который посвящен академической коммуникации, где студентам-магистрантам предлагается материал и ряд интерактивных заданий на изучение темы «Научная конференция» [5, стр. 72-84].

ТАБЛИЦА 3. Фразы для ведения дискуссии на ИЯ

Introduction	Give background (relevant and surprising facts).
	State purpose of presentation: <i>In my presentation I'll be proposing.../ In my presentation today I'm going to explain.../ This morning I would like to review.../ The subject (topic) of this presentation is...</i> Outline development: <i>I'll be developing three main points. First, I'll give you... Second, Lastly, / My presentation will be in two main parts. In the first part I'll... And then I'll.../ Firstly, I'd like to... Secondly, we can... And I'll finish with...</i>
Development	Develop the 1 point: <i>I'd like to start with an overview of the .../ Let's start with an overview of.../ I'll begin by analyzing the.../ Let me start with some facts about...</i> Develop the 2 point: <i>So that's the general picture for.../ And now let's look at.../ That completes my overview of... so now I'd like to move on to... / If I could now turn to.../ My next point is.../ Now, turning to.../ Now, what about...? / Let me now move on to the next slide ...</i>
Conclusion	Summarize the key points: <i>So, to summarize (sum up) .../ At this stage I'd like to go over (run through) .../ So, as we've seen in this presentation today.../ As I've explained...</i> Conclude: <i>We suggest / propose / recommend...</i> Invite questions and thank the audience: <i>I'd happy to answer any questions. / If you have any questions, I'd be pleased to answer them. / I would welcome any comments (suggestions). / Thank you for your attention.</i>
Handling questions	Clarify the question: <i>So, what you're asking is.../ If I understand the question correctly, you would like to know.../ When you say... do you mean...? / I'm sorry I didn't hear. Which slide was it? / Sorry, could you repeat that?</i> Evade difficult or hostile questions: <i>Yes, I quite see your point... However, know you'll appreciate.../ Yes, it's something we've thought about a lot. But.../ I know it's difficult to accept the decision, but the evidence is there.../ I'm afraid I'm not the right person to answer that. / X is a much better person to answer that. / Could we leave that till later?</i>
Express	Comment in: <i>That's amazing/ I never thought about it that way before. /</i>

appreciation to a speaker	<i>Good point! / I see what you mean. / I totally agree with you. Exactly! / I have to agree with (a participant's name). / The results are in a good agreement with a (famous, popular, fruitful, authorized) theory.../ The report is well illustrated with pictures (figures, plots, tables, equations, formulas, opinions...etc.</i>
----------------------------------	--

Таким образом, виртуальная конференция при обучении ИЯ имеет ряд достоинств, что предоставляет возможность привести к увеличению числа студентов, желающих принять участие в академической коммуникации. Однако, следует уделить особое внимание разработке рекомендаций по подготовке студентов к данному виду академической деятельности, среди которых может быть рекомендация по предварительной записи презентаций выступающих. В случае выбора оптимальных инструментов, а также решения технических проблем (свои интернет соединения, в системе электрооборудования и связи, поставщика виртуальной платформы) виртуальная конференция будет востребована в долгосрочной перспективе для решения проблемы продвижения научных знаний.

Список используемых источников:

1. Неустроева С. Л. Научная коммуникация: глобальный тренд или новая академическая дисциплина? // Социальное пространство. 2018. № 5 (17). С.1-10.
2. Sarabipour S., Khan A., Seah Y. F. S., Mwakilili A. D., Mumoki F. N., Saaez P. J., Schwessinger B., Debat H. J., & Mestrovic T. Changing scientific meetings for the better. // Nature Human Behaviour. 2021. № 5(3). С. 296–300.
3. Foramitti J., Drews S., Klein F., & Konc T. The virtues of virtual conferences. // Journal of Cleaner Production. 2021. Volume 294, article 126287. 3 p.
4. Rubinger L., Gazendam A., Ekhtiari S., Nucci N., Payne A., Johal H., Khanduja V., & Bhandari, M. Maximizing virtual meetings and conferences: A review of best practices. // International Orthopaedics. 2020. № 44(8). С. 1461–1466.
5. Желтова Е. П., Маршева Н. В. Иностранный язык для научно-исследовательской работы. Английский для магистрантов: учебное пособие / Е. П. Желтова, Н. В. Маршева. СПб.: СПбГУТ, 2022. 96 с.

Zheltova E., Marsheva N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Master's Degree Students' Training to a Foreign Language Academic Communication in a Virtual Environment.

The relevance of a virtual academic conference and its potential make it possible to activate the development of communication skills among postgraduate students not only in the face-to-face interaction format but in a virtual environment. The students' results of the Institute of Master's Course of St. Petersburg State University of Telecommunication on the effectiveness of the virtual conference format have revealed both positive and negative sides of this type of interaction for the implementation of additional foreign language teaching techniques in methodological practice.

Key words: *scientific conference, virtual environment, foreign language, training of qualified graduate students, potential.*

УДК 81-13
ГРНТИ 16.21.27

ФЕНОМЕН ПОЛИТИКА-БЛОГЕРА: КОММУНИКАТИВНО-ДИСКУРСИВНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ

К. В. Землякова

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

Данная статья продолжает исследование дискурсивных и прагмалингвистических особенностей авторских блогов в социальных сетях как отдельного жанра. В данном типе коммуникации манифестируется медийный политический дискурс, для которого вводится термин авторского соцсетевого дискурса, выделяемый на основании детерминанты авторства, так как создателем и транслятором своего политического блога является сам политик.

медиадискурс, политический дискурс, интернет-дискурс, социальные сети, аккаунт, политический актор, соцсетевого дискурса, авторский медиадискурс политика

Проект реализуется победителем Конкурса на предоставление грантов преподавателям магистратуры 2020/2021 благотворительной программы «Стипендиальная программа Владимира Потанина» Благотворительного фонда Владимира Потанина. Проект «Разработка нового учебного курса “Медиатекст на иностранном языке”».

В предыдущих работах начато описание такого сегмента интернет-дискурса, как авторские политические блоги представителей высшего эшелона власти, которые реализуют на пространстве аккаунта в социальной сети свои политические цели и интенции. Нами было рассмотрено место медиадискурса среди других типов дискурса и, в частности, определена позиция политического дискурса в общей системе интернет-жанров [1]. В фокусе данной статьи находится авторский блог политика в соцсетях, представляющий **объект** исследования. **Предмет** изучения – особенности соцсетевого реализации деятельности политического актора.

Специфика онлайн-коммуникации исполнительной власти

Согласно детерминантному подходу, разработанному Т. В. Шмелевой применительно к типам дискурса, одним из параметров социальной коммуникации является такой фактор, как авторство. Он определяет выделение такого типа, как дискурс чиновников [2]. На этом основании считаем возможным выделение авторского дискурса политика в соцсетевом пространстве. **Авторским** называем такой институциональный дискурс, где политик сам является и производителем, и транслятором, и «исполнителем» некоего контента. Отсюда следует такая жанровая особенность данного типа политической медиакоммуникации, как

многоликость, полифункциональность, т. е. совмещение нескольких ролей в одном лице, лице автора. Политический актер не является профессиональным журналистом, медийщиком или PR-специалистом, но транслирует информацию исходя и из этой роли в том числе. Неизбежная роль блогера накладывается на него самой спецификой онлайн-пространства и тех медиаплощадок, на которых он выступает. Иными словами, невозможно выстраивать работу и воздействовать через новую цифровую среду, не следуя ее законам, форматам и «правилам игры».

Материалы официальных пабликов органов исполнительной власти в социальных сетях образуют электронный континуум в условиях особого типа коммуникации [3]. Данный тип коммуникации исследователи рассматривают с различных сторон и аспектов.

А. В. Зеленовская отмечает интегративную природу интернет-дискурса: его жанры могут тяготеть к устной или к письменной речи. «В чатах, блогах, форумах, электронных письмах создаются тексты, которые соединяют в себе свойства обоих типов речи» [4]. Наблюдаем данную тенденцию в следующих примерах:

В противном случае – отказ во въезде или запрет въезда на длительный срок. (Д. Медведев в Telegram, 15.04.2022).

В Олимпийском комитете США «разочарованы» решением CAS по Валиевой. Разумеется. Они, видите ли, о чистом спорте пекутся. Не хотят изучить список лекарств, которые по непонятным причинам были разрешены их спортсменам и спортсменкам, типа Симоны Байлз? Или уж очень нетерпится получить вместо наших ребят золотые медали в командных соревнованиях фигуристов? (А. Пушков в Telegram, 14.02.2022)

Н. Н. Кислицына и О. Г. Чернявская пишут, что в блог-коммуникации профессиональной направленности автор выбирает речевые тактики и стратегии исходя из своей профессиональной компетенции и коммуникативных целей [5]. С этой точки зрения можно считать политического актора блогером. По сути он ведет свой профессиональный аккаунт, посвященный профессиональной деятельности автора блога [там же, с. 370].

По типу представляемого контента выделяются пост (твит), ре-твит, видеозапись, прямой эфир, сторис. Как видим, данные виды записей могут быть представлены как текстом, так и сочетанием вербального и невербального компонентов. А. В. Куковская предлагает типологизацию на основе лингвопрагматического компонента записей в блоге и называет пост-реакцию, пост-тираду, аналитический мета-пост и пост-«непопулярное мнение» [6].

Особенности самореализации политиков в социальных сетях

С одной стороны, политик-блогер – официальное должностное лицо, действующее в соответствующих рамках. Политический блог лидера

страны или высокопоставленного политика имеет статусно-обусловленную природу, то есть предполагает неравноправную коммуникацию. «Нисходящая коммуникация ориентирована на передачу важной информации, распоряжений, оценок и характеризуется властно-повелительным и распорядительным тоном» [7].

С другой – специфика интернет-формата социальной сети диктует разговорность, снижение официальности. Формат онлайн-площадки сближает, делает участников коммуникации равными. Как отмечает М. А. Ширинкина, в индивидуальных блогах хорошо заметны личностные проявления, приемы интимизации и индивидуализации [3]. Данному утверждению легко находят подтверждения в социальных сетях политиков:

В добрый путь. Рад за Копейск и его жителей! (А. Текслер в ВКонтакте, 17.05.2022)

I stood witness as my mother, a scientist, worked to end breast cancer. My mother's discoveries helped save women's lives. And I am so proud of the work she did to bring our nation and our world closer to the goal of ending breast cancer as we know it. (К. Харрис в Twitter, 04.02.2022) (Я была свидетелем того, как моя мать, ученый, работала над тем, чтобы покончить с раком груди. Открытия моей матери помогли спасти жизни женщин. И я очень горжусь тем, что она сделала для того, чтобы наша страна и мир стали ближе к цели покончить с раком груди в том виде, в котором мы его знаем.)

Стремление к солидаризации, интимизации как стратегия самопрезентации политика может успешно реализоваться им в блоге, что демонстрируют научные работы последних лет [8; 9; 10]. Н. В. Кобрин пишет, что «в политическом медиадискурсе Твиттера политики (или их представители) осуществляют прямой контакт с избирателями, с индивидами. <...> Политические аккаунты ведут от своего имени, от первого лица, формируя общественное мнение, при этом необходимо признать условный характер такого «самостоятельного» коммуникативного взаимодействия» [11]. Иными словами, даже лично-ориентированный дискурс, исходящий от политиков, воспринимается как официальный.

Христос Воскресе! (Д. Медведев в Telegram, 24.04.2022).

Европа сможет обходиться без нашего газа не более 6 месяцев. Ну а если серьезно, то и недели не протянут. (Д. Медведев в Telegram, 23.04.2022).

It's fantastic to see young people back at school and seeing their friends again. (Б. Джонсон в Twitter, 29.04.2021) (Фантастически видеть, как молодые люди возвращаются в школу и снова встречаются со своими друзьями.)

Кроме оперативного распространения информации, политический актер ставит перед собой задачу успешной самопрезентации. «В человеке, занимающем определенный пост в государстве, видят прежде всего политика, поэтому информация в его личных блогах трактуется как официальная позиция должностного лица» [8].

Итак, мы наблюдаем две противоположные тенденции: стремление к официализации vs стремление к интимизации. Общая тональность блога может варьироваться от дружеской и высокоэкспрессивной до максимально официальной. Следующий пост экс-премьер-министра Великобритании Терезы Мэй содержит обращение к личным темам и представляет политика как человека, испытывающего комплекс самых разных чувств (шок, благодарность):

I will never forget the shock I felt when I was told I was diabetic. But I will be forever grateful to all those who taught me how to manage my condition and reduce the impact it has on my life. (Т. Мэй в Twitter, 25.06.2019) (Я никогда не забуду шок, который испытала, когда мне сказали, что у меня диабет. Но я буду вечно благодарна всем тем, кто научил меня управлять своим состоянием и уменьшить его влияние на мою жизнь.)

Итак, на основе вышесказанного можно сделать следующие выводы. Политик-блогер позиционирует себя как исполнительное лицо, осуществляющее возложенные на него функции. Но его коммуникация не лишена медийных приемов удержания внимания, воздействия, выражающихся в проявлении личных чувств, высокой экспрессии и стратегии индивидуализации. Президентский и чиновничий дискурс в соцсетях в настоящее время претерпевает жанровую трансформацию, но является не единственным каналом коммуникации с электоратом. Тем не менее политические акторы пользуются всеми преимуществами онлайн-форматов, особенно в социальных сетях, что дает им возможность регулировать коммуникацию со своими избирателями.

Список используемых источников:

1. Землякова К. В. Авторский дискурс политиков в социальных сетях: определение места в классификации типов дискурса // Социо-гуманитарные публикации. 2022. № 2. С. 71–80.
2. Шмелева Т. В. Дискурс и исследовательский инструментарий медиалингвистики // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Гуманитарные науки. 2012. № 18 (137). Выпуск 15. С. 157–163.
3. Ширинкина М. А. Письменный дискурс исполнительной власти в жанрово-политическом аспекте : дис. ... докт. филол. наук : 10.02.01 / Мария Андреевна Ширинкина. Пермь, 2021. 449 с.
4. Зеленовская А. В. Своеобразие интернет-дискурса (на материале социальной сети Facebook) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2014. № 10-2 (40). С. 61–65.
5. Кислицына Н. Н., Чернявская О. Г. Композиционные, стилистические и лексические особенности интернет-коммуникации (на материале англоязычных блогов

профессиональной направленности) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 12. № 6. С. 368–373.

6. Куковская А. В. Типология записей в англоязычной интернет-коммуникации блогеров // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2018. № 8–2 (86). С. 354–359.

7. Евтушенко О. А. Типы административного дискурса с нисходящим статусным вектором // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2, Языкознание. 2017. Т. 16, № 3. С. 121–130.

8. Каменева В. А., Потапова Н. В. Стратегия самопрезентации политика (на материале личного и официального блогов в Twitter вице-президента США Камалы Харрис) // Научный диалог. 2021. № 11. С. 82–105.

9. Данкова Н. С. Речь Д. Байдена: стратегии и тактики создания положительного имиджа // Политическая лингвистика. 2021. № 6 (90). С. 46–53.

10. Копачева А. Р., Решетова А. С. Особенности политического интернет-дискурса в сервисе «Твиттер» (на материале твитов Дональда Трампа и Эммануэля Макрона) // Лингвополитическая персонология: дискурсивный поворот : материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 27–30 ноября 2019 года. Екатеринбург : 2019. С. 112–114.

11. Кобрин Н. В. Особенности политического медиадискурса Твиттера // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2015. № 12 (54): в 4-х ч. Ч. II. С. 94–99.

Zemlyakova K.

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

The phenomenon of a political blogger: a communicative and discursive approach to determination.

This presented paper continues the study of discursive and pragmalinguistic features of author's individual blogs in social media as a separate genre. This type of communication manifests the media political discourse, for which the term of author's individual social media discourse is introduced, singled out on the basis of the determinant of authorship, as the creator and translator of a political blog is the politician himself.

Key words: *media discourse, political discourse, internet discourse, social networks, account, political actor, social network discourse, politician's author media discourse.*

The project is being implemented by the winner of the Master's program faculty grant competition 2020/2021 of the Vladimir Potanin fellowship program. Project "Developing a new course "Media text in a foreign language"".

УДК 005.336.6
ГРНТИ 19.31

УПРАВЛЕНИЕ РЕПУТАЦИЕЙ ВУЗА В ИНТЕРНЕТЕ

А. В. Кульназарова, Д. А. Щетинина

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

Развитие коммуникационной среды привело к тому, что выбирая высшее учебное заведение, абитуриенты обращаются в Интернет с целью получения достоверной информации о вузе «из первых рук»: от студентов, выпускников. Репутация является важным ресурсом обеспечения конкурентоспособности вуза, специфика информационной среды заставляет переосмыслить подходы к управлению репутацией. В статье рассматривается актуальность использования инструментария управления репутацией вуза в Интернете, определяется влияние отзывов на репутацию учебного заведения, формулируются общие правила по работе с отзывами.

репутация, высшее учебное заведение, имидж, Интернет, маркетинговые коммуникации, отзывы

Активное развитие цифровой медиасреды привело к кардинальному изменению системы коммуникаций между организацией и потребителем. С одной стороны, развитие интернет-технологий дало широкие возможности для взаимодействия с разными целевыми группами, с другой, цифровая коммуникация сопровождается определенными рисками. Развитие Интернета и социальных сетей привело к тому, что имидж имеет второстепенное значение перед репутацией организации.

В научной литературе не существует общепринятого определения репутации. Кроме того, можно встретить использование понятий «имидж» и «репутация» как синонимичных. В рамках данной работы, будем определять имидж как целенаправленно формируемый в сознании различных целевых групп образ предприятия на основе использования элементов комплекса маркетинга [1]. В свою очередь репутация – общее мнение о достоинствах и недостатках субъекта; совокупность мнений заинтересованных сторон – стейкхолдеров (сотрудников, инвесторов, кредиторов, аналитиков, властей, СМИ и т.д.) о достоинствах и недостатках компании [2]. В отличие от имиджа, репутация складывается из реальных действий и фактов.

По данным информационного бюллетеня «Мониторинг экономики образования» [3] три главных фактора, влияющие на выбор вуза студентами бакалавриата и специалитета являются: качество обучения по выбранной специальности (33%), хорошая репутация вуза (30%), квалификация педагогических кадров (25%). Информацию об учебном заведении абитуриенты получают преимущественно в Интернете, поэтому вузам необходимо отслеживать тональность упоминания бренда и отзывную активность, анализировать ее и стремиться к высоким оценкам.

Основные источники оценочного мнения о высшем учебном заведении в Интернете можно разделить на две большие категории:

1. Собственные площадки, администрируемые и модерируемые вузом. Позволяют полностью контролировать размещаемые отзывы: реагировать на них, в крайних случаях удалять, стимулировать размещение позитивных рецензий. Примерами таких площадок являются официальные страницы вуза в социальных сетях, сайт университета;

2. Нейтральные площадки, администрируемые и модерируемые третьими лицами. Инструментарий работы с отзывами со стороны вуза ограничен или полностью отсутствует. На таких ресурсах организация может вообще не иметь возможности официального реагирования на комментарии, а удаление отзывов возможно только через обращение к модераторам сайта. Наиболее популярные площадки данного типа это: сервисы карт (Яндекс.Карты, Google.Maps, 2ГИС), сайты-отзовики (Отзовик, Табитуриент, Мое образование), личные страницы пользователей социальных сетей.

Рассмотрим отзывы об университетах Санкт-Петербурга размещенные на сервисах Яндекс.Карты и Google.Maps, поскольку более 90% отзывов концентрируется именно на данных площадках, также сервисы предоставляют возможность не только оставлять отзывы пользователями, но и официально реагировать на них.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) на 20.09.2022 имеет 300 отзывов в соотношении 85% положительных и 15% отрицательных. На основе размещенных рецензий можно сделать вывод о том, что наиболее сильными сторонами учебного заведения являются:

– благоустройство учебной среды: 17% пользователей отмечают наличие современного комфортного корпуса, еще 8% говорят о высоком уровне технологического оснащения аудиторий;

– качество образовательных услуг: актуальность и глубина подготовки по профильным дисциплинам (8%), качество работы преподавательских кадров (11%);

– насыщенная внеучебная деятельность: наличие возможностей для активной студенческой жизни (6%);

– авторитетность вуза в подготовке кадров в области телекоммуникаций и IT-направления: 4% пользователей отмечают вуз как лидера в подготовке конкретных специалистов.

Кроме того стоит отметить, что в качестве показателей отношения к организации пользователи нередко используют такие понятия как «любимый», «душевный».

В качестве слабых сторон выступают:

– инфраструктура вуза: отмечается неудовлетворительное качество общежитий и парковочных мест для студентов (8%);

- уровень образования: вопреки мнению большинства, существует негативная оценка качества реализации учебных программ некоторых направлений подготовки (4%);

- менеджмент вуза: недовольства касательно непосредственного руководства, организации управленческой деятельности и работы административного персонала (1,5%).

В Яндексе работа с отзывами на уровне ответов официальных представителей СПбГУТ не ведется, негатив прорабатывается исключительно в формате взаимодействия пользователей, имеющих противоположные взгляды на конкретные аспекты. В Google представителями вуза прорабатывались только положительные отклики, существенный недостаток – использование одного шаблона реакции.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ленина (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») имеет 260 отзывов, соотношение позитивных и негативных – 84% и 16% соответственно. В качестве положительных характеристик чаще всего отмечают:

- репутация вуза: старый вуз, который зарекомендовал себя как один из лучших технических вузов Санкт-Петербурга, востребованность выпускников среди работодателей (10%);

- качество образования: сильное базовое образование, наличие перспективных направлений (10%), квалифицированные педагогические кадры (7%). Как положительный аспект также отмечается сложность обучения;

- развитая внеучебная деятельность: возможности творческого развития студентов (4%);

- архитектурный облик вуза: внешний вид главного учебного корпуса как эстетическая составляющая (7%).

В целом в качестве маркеров отношения к высшему учебному заведению можно заметить следующие характеристики: «серьезный», «престижный».

Также среди основных недостатков вуза можно заметить:

- состояние инфраструктуры: требующие ремонта учебные корпуса, общежития (5%);

- отсутствие модернизации вуза: несовременное техническое оснащения, неактуальность изучаемого материала в рамках учебных программ (6%);

- сложности коммуникации на уровне «преподаватель-студент» (4%).

Можно заметить, что со стороны ЛЭТИ были предприняты попытки работы с отзывами на обеих рассматриваемых площадках, но они носили несистематический характер.

В целом качественную работу по управлению репутацией высшего учебного заведения в Интернете вузы практически не проводят: были проанализированы 63 государственных и негосударственных вузов Санкт-Петербурга, из них только 11 ведут работу с отзывами на регулярной

основе, причем часть из них практикуют отработку только позитивных откликов.

Работа с отзывами необходима высшим учебным заведениям, поскольку она позволяет управлять репутацией бренда с помощью позитивного опыта пользователей и исправления ошибок, выявленных в результате негативного опыта. Необходимо учитывать тот факт, что уровень влияния негативных отзывов в разы выше положительных, поэтому нейтрализация негатива – это одно из важных направлений для управления репутацией вуза. Сформулируем общие правила по работе с отзывами, которые позволят выстраивать эффективную коммуникацию, превратить отклики в эффективный инструмент управления репутацией организации:

1. Оперативность и желание помочь. Чаще всего негативные аспекты вуза, описываемые пользователем, не могут быть решены в короткий промежуток времени и требуют длительных процедур. Но часть жалоб может быть удовлетворена в короткие сроки. Например, абитуриент или родитель жалуется на недоступность каналов связи приемной комиссии (не работает сайт, телефон, невозможно получить ответ по электронной почте и т.д.). Следует дать развернутый ответ, включающий пояснение, почему такое может происходить: в связи с высокой нагрузкой могут возникать технические неполадки; и далее, обязательно предложить альтернативный канал связи для получения ответов на интересующие вопросы. Это позволит сформировать лояльность к вузу у будущих студентов.

Если описываемый в рецензии вопрос не может быть решен оперативно, например, некорректное поведение работников, следует проинформировать автора отзыва о том, что вуз заинтересован в решении данной проблемы и какие действия уже предприняты в этом направлении.

2. Реагирование на положительные отзывы. Все отклики требуют реакции бренда, не стоит фокусировать внимание только на решении конфликтных ситуаций. Необходимо помнить о том, что пользователь изначально менее мотивирован оставлять положительные комментарии, поэтому важно уделить внимание, поблагодарить. Задача организации продемонстрировать, что каждое мнение имеет значение.

3. Индивидуальный подход. В ответах на отзывы лучше не использовать шаблонные фразы. Каждый ответ должен быть персонализированным, стоит обращать внимание на эмоциональный фон сообщения, детали, использовать их в ответе.

4. Избегать лишних эмоций. При знакомстве с негативным мнением о своей организации, у специалиста могут возникать эмоциональные порывы, желание ответить с иронией или сарказмом. Такое сообщение не будет оказывать позитивного влияния на репутацию, лучше сохранять спокойствие и выводить коммуникацию в конструктивное русло.

Работа с отзывами заключается не только в нейтрализации негатива и стимулировании позитивных откликов, реакции потребителей можно использовать как точки роста. Если критика конкретных аспектов работы

организации повторяется среди многих пользователей, есть смысл задуматься о возможностях его устранения, возможно, что это не потребует особых затрат, но в корне изменит мнение о заведении.

Также можно рассматривать и положительные отклики: если потребители часто хвалят определённую черту компании, можно подумать о том, как ее дополнительно улучшить. Это позволит более четко сформулировать конкурентное преимущество организации.

Современные высшие учебные заведения используют все виды инструментов маркетинговых коммуникаций для построения позитивного имиджа организации и продвижения своего бренда как важного конкурентного преимущества. К технологиям управления репутацией вузы стали обращаться относительно недавно, большая часть учебных организаций еще не в полной мере оценивает уровень влияния отзывов на репутацию учебного заведения и важность выстраивания отношений с целевыми аудиториями в данном контексте. Поскольку зачастую именно репутационная информация является основанием для выбора высшего учебного заведения, университетам следует вести комплексную работу по управлению репутацией, которая предполагает мониторинг тональности упоминаний бренда в Интернете, генерацию позитивных сообщений, профилактику и нейтрализацию негативных упоминаний. Превосходство вуза в конкуренции репутаций один из основных факторов его успешного функционирования на рынке образовательных услуг.

Список используемых источников:

1. Федорова В. А. Соотношение понятий «Имидж» и «Репутация» предприятия: [Электронный ресурс] // Экономика транспортного комплекса. М, 2014. №23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-ponyatiy-imidzh-i-reputatsiya-predpriyatiya-1> (дата обращения: 18.09.2022).
2. Михальченко В. Л. Коммуникационная стратегия PR: бренд, имидж, репутация // Вестник Московского университета. 2010. №4. С.207–218.
3. Прахов И. А., Рожкова К. В., Травкин П. В. Основные стратегии выбора вуза и барьеры, ограничивающие доступ к высшему образованию: информационный бюллетень. М. : НИУ ВШЭ, 2021. 48 с.

Kulnazarova A., Shchetinina D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

University reputation management on the Internet.

The development of the communication environment has led to the fact that when choosing a higher educational institution, applicants turn to the Internet in order to obtain reliable information about the university "first-hand": from students, graduates. Reputation is an important resource for ensuring the competitiveness of the university, the specifics of the information environment makes it necessary to rethink approaches to reputation management. The article examines the relevance of using the university's reputation management tools on the Internet, determines the impact of reviews on the reputation of an educational institution, and formulates general rules for working with reviews.

Key words: reputation, higher education institution, image, Internet, marketing communications, review.

УДК 659.4
ГРНТИ 06.81

ПРОДВИЖЕНИЕ КОЖЕВЕННОЙ МАСТЕРСКОЙ ПОСРЕДСТВОМ РЕКЛАМЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

А. С. Кутасов, Д. В. Шутман

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

В настоящее время в России малый бизнес активно развивается, а благодаря улучшению качества работы интернета и социальных сетей, в частности, продвигать свой бренд в сети стало возможным без каких-либо серьезных проблем и финансовых вложений.

кожевенная мастерская, лавка, реклама

История создания мастерской.

Компания была названа в честь родственника одного из её основателей, мастера кожевенного дела, Эрнста Гребера. Он посвятил свою жизнь изготовлению одежды и аксессуаров из кожи. Все накопленные им знания он передал нам, дабы мы могли продолжить его дело. Все наши изделия выполнены вручную из кожи премиального качества (Norween, Buttero, Pueblo, WAX и Tempesti). Не обошли стороной и мелочи. Практически все фирменное — начиная от фурнитуры YKK и THK и заканчивая нитками Vinymo, AmyRoke и Fil Au Chinois.

Мастерская занимается изготовлением ремней, карт- и докхолдеров, монетниц, чехлов и прочих аксессуаров из натуральной кожи.

Миссия компании заключается в том, чтобы дать возможность покупателю приобрести качественную вещь, при этом, не переплачивая за бренд.

Особенностью можно считать открытость по отношению к клиенту. Компания всегда готова выслушать и учесть пожелания заказчика, такие как тиснение на аксессуаре или же гравировка на фурнитуре, дабы придать изделию уникальности.

Перед отправкой готового изделия всегда кладется в упаковку несколько приятных мелочей, например брелок с названием и логотипом фирмы.

Целевая аудитория.

Целевой аудиторией можно считать людей в возрасте от 20 до 40 лет, так как это люди, которые уже могут иметь постоянный доход, являются уверенными пользователями интернета и готовы потратить сумму денег на качественную вещь, которая прослужит владельцу долгие годы.

В компании работают 12 человек, включает в себя несколько отделов:

- склад материалов (2 человека);
- отдел производства (3 человек);

- отдел по контролю качества (2 человека);
- склад готовой продукции (2 человека);
- офисное помещение (2 человека);
- отдел доставки (1 человек).

Склад материалов – хранение заготовок для дальнейшей работы с ними.

Отдел производства – изготовление изделий из кожи с целью их продажи.

Отдел по контролю качества – отдел занимается проверкой изделий на наличие брака или повреждений, во избежание продажи некачественного товара.

Склад готовой продукции – хранение готовых изделий перед отправкой их покупателям.

Офисное помещение – отдел занимается всей «бумажной» работой (финансы, реклама, дальнейшее развитие компании).

Отдел доставки – занимается отправкой готовых изделий покупателям по всему миру.

Конкуренция.

На данный момент существует большое количество мастерских, занимающихся изготовлением изделий из кожи, но наиболее известной является мастерская Heritage, находящаяся в Красноярске. Данная компания находится на рынке с 2016 года и уже зарекомендовала себя как надежный производитель. Помимо нее, можно отметить компанию Leather Guys. Она, как и Heritage, предоставляет услуги уже несколько лет и имеет большое количество положительных отзывов.

Продвижение.

В настоящее время социальные сети зарекомендовали себя как эффективный и относительно недорогой способ продвижения бренда в интернете. К преимуществам данного способа можно отнести получение глубокой информационной базы о пользователях при просмотре их профилей для дальнейшего сегментирования целевой аудитории и позиционирования бренда, Использование таргетинга на полную силу с возможностью наиболее четко определить целевую аудиторию, а также относительно небольшие финансовые затраты. SMM позволяет воздействовать на аудитории точно [1]. Упор делается на разработке такого сообщения пользователям который последний захочет распространять по собственной инициативе. Такое распространение носит рекомендательный характер и, следовательно, вызывает большой отклик и доверие аудитории [2].

В качестве возможных вариантов для продвижения бренда в социальных сетях были выбраны такие площадки как ВК и TikTok

Использование TikTok имеет множество преимуществ так как позволяет получить доступ к многомиллионной аудитории, при этом в нем

нет перенасыщенности рекламой. Также простота использования, ведь попадание в целевую аудиторию возможно при минимальных рекламных настройках.

В группе ВКонтакте будет проводиться основная работа по взаимодействию с аудиторией, так как в ней проще всего получать отзывы и налаживать обратную связь. Также там имеется возможность купить рекламу в других группах, тем самым увеличить узнаваемость бренда и привлечь новых клиентов.

В зависимости от выбранной социальной сети таргетинг может отличаться, но везде есть стандартный набор параметров и критериев, благодаря которым нацелиться на нужный сегмент аудитории становится проще. К таким критериям можно отнести пол, возраст, геолокацию, уровень дохода, образование и уровень дохода, а также группы и сообщества, на которые подписан пользователь.

Задача рекламы в пабликах та же, что и у таргетированной рекламы, а именно, привлечение аудитории. Суть такой рекламы заключается в публикации одного или нескольких постов с вашим брендом в близких по тематике сообществах, либо публикации на страницах известных личностей. Для того, чтобы такая реклама сработала, необходимо грамотно подобрать сообщества, в которых будет публиковаться реклама, а также необходимо серьезно отнестись к созданию объявления в соответствии с особенностями целевой аудитории.

Возможные проблемы.

В связи с нестабильной политической ситуацией в мире на данный момент, можно выделить такие возможные проблемы, как дефицит сырья для производства и блокировка на территории РФ некоторых ряда социальных сетей.

В результате санкций, в данный момент становится трудной задачей достать кожу хорошего качества, так как большая часть поставляется из Италии и США. Из-за этого цена на сырье может возрасти в несколько раз. Это относится не только к коже, но и к ниткам, фурнитуре и пр.

Блокировка социальных сетей несет негативный характер, так как сильно ограничивает нас в способах продвижения, а также накладывает ряд ограничений на используемый для продвижения контент. В качестве примера можно взять запрещенный на территории РФ Instagram, социальную сеть с многомиллионной аудиторией, с возможностью четкого определения ЦА, а также с возможностью продвижения бренда при минимальных финансовых затратах.

Список используемых источников:

1. Чумиков А. Н. Бочаров М. П. Связи с общественностью: теория и практика: учеб. пособие. М.: Дело, 2006. - 552 с.
2. Ольшанский Д. В. Психология масс. СПб.: Питер, 2002. - 368 с.

Kutasov A., Shutman D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Promotion of the leather workshop through social media advertising.

Currently, small business is actively developing in Russia, and thanks to the improvement of the quality of the Internet and social networks, in particular, it has become possible to promote your brand online without any serious problems and financial investments.

Key words: leather workshop, shop, advertising.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АНАНЬЕВ
Владимир Юрьевич

студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ananev.vl99@gmail.com

АНВАРЖОНОВ
Баходиржон Нодирбек
угли

студент группы ИКТИ-15м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, anvarjonovb@gmail.com

АНОХИН
Андрей Юрьевич

заместитель председателя Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики, anohin@arkt.gov.spb.ru

АФАНАСЬЕВ
Никита Андреевич

студент группы РТ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, plaffy.cs@gmail.com

БАГАЕВ
Егор Сергеевич

студент группы РТ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, bagaeve13@yandex.ru

БАКАТОВ
Виталий Николаевич

студент группы ИКПИ-292м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, bakatovvitalij@gmail.ru

БАЛАКИРЕВ
Николай Александрович

студент группы ИСМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nba11922009@yandex.ru

БАРЫШЕВ
Олег Сергеевич

студент группы Р-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ludovik7380@gmail.com

- БЕКШАЕВА**
Наталия Эдуардовна
студент группы ЗР-11м, специалист по учебно-вспомогательной работе кафедры истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, istgf@mail.ru
- БЕРЕЗКИН**
Александр
Александрович
кандидат технических наук, доцент кафедры программной инженерии и вычислительной техники, преподаватель базовой кафедры «Программной инженерии и вычислительной техники» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pcdreams@mail.ru
- БЕССОНОВА**
Екатерина Денисовна
техник отдела организации научной работы студентов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
- БОГОМОЛОВ**
Никита Анатольевич
студент группы РТ-91 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nikameowww@gmail.com
- БОРИСОВ**
Сергей Валерьевич
студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, serbor2016@yandex.ru
- БРАЗОВСКИЙ**
Глеб Русланович
студент группы ИКТФ-26м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, gl-hl@nbox.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

БУЧАЦКИЙ
Артур Сергеевич

студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, buch16@bk.ru

БЫКОВ
Артем Игоревич

студент группы ИКТС-91 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, artemdjent@mail.ru

ВАСЯТКИН
Михаил Андреевич

студент группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vasyatkinmix@yandex.ru

ВАХРАМЕЕВА
Валентина Сергеевна

студент группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, valentina.vaxrameewa@yandex.ru

ВЕРХОВА
Галина Викторовна

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, galina500@inbox.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

ВЫБОРНОВА
Анастасия Игоревна

кандидат технических наук, доцент кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, a.vybornova@gmail.com

ГЕРАСИМОВ
Глеб Юрьевич

студент группы ФП-22м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ggeras07@gmail.com

- ГЕРАСИМОВА**
Яна Александровна
студент группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
gerasimova.jana2014@yandex.ru
- 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
- ГИНИЯТУЛЛИН**
Александр Эдуардович
студент группы ИКТФ-26м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, kompot26452@mail.ru
- ГЛАДЫШЕВА**
Полина Алексеевна
студент группы ИКТС-13М, техник отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, polina9810@mail.ru
- ГЛУХОВ**
Николай Иванович
старший преподаватель кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, glukhov_nikolay@mail.ru
- ГЛУШАНКОВ**
Евгений Иванович
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, glushankov57@gmail.com
- ГОЛУБОВ**
Никита Александрович
студент группы ИКТЗ-11М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, amittone@mail.ru
- ГОЛЬДШТЕЙН**
Александр Борисович
доктор технических наук, профессор кафедры инфокоммуникационных систем, преподаватель базовой кафедры «Кафедра

- инфокоммуникационных систем» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, agold@niits.ru
- ГОРАНСКАЯ**
Светлана Андреевна студент группы ИКМ-12з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, svetlancho.zueva@yandex.ru
- ГРАЧЕВ**
Валерий Дмитриевич студент группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ведущий инженер средств радио и телевидения (Филиал Российской телевизионной и радиовещательной сети Нижегородский областной радиотелевизионный передающий центр), vvaller@mail.ru
- ГУНИНА**
Елена Викторовна кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна, заместитель декана по воспитательной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, e.v.gunina@yandex.ru
- ГУРИНА**
Лада Алексеевна студент группы ИСМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, brittany@ellis@mail.ru
- ДЕРГАЧЕВ**
Даниил Денисович студент группы ИСМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ghosy1342@gmail.com
- ДЕРЖАВИН**
Михаил Валерьевич студент группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, derzhavin.mv@yandex.ru

- ДОНСКАЯ
Софья Алексеевна
студент группы мСПИ21 Национального
исследовательского университета "Высшая
школа экономики", sonya.donskaya99@mail.ru
- ДУНАЙЦЕВ
Роман Альбертович
кандидат технических наук, доцент кафедры
сетей связи и передачи данных Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича,
roman.dunaytsev@spbgut.ru
- ЕЛАГИН
Василий Сергеевич
кандидат технических наук, доцент кафедры
инфокоммуникационных систем, Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, elagin.vas@gmail.com
- ЕЛИСЕЕВА
Ксения Алексеевна
студент группы ИКТИ-15м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, drami6869@mail.ru
- ЕНИКЕЕВА
Екатерина Михайловна
аспирант группы 22.А01-вшж Санкт-
Петербургского государственного
университета, ведущий специалист института
магистратуры Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, enikeeva_em@mail.ru
- ЕРМОЛАЕВ
Артур Анатольевич
студент группы ИКТФ-16м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича,
artur99ermolaev@gmail.com
- ЕФИМЕНКО
Владислав Владимирович
студент группы РК-02 Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, efimenko.vv@mail.ru
- ЖАДАН
Роман Алексеевич
студент группы ЗР-21М Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, Zhadan_2000@bk.ru

- 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
магистрант группы РТ-11м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича,
zapaishikov.av1999@gmail.com
- ЗЕМЛЯКОВА**
Ксения Владимировна
кандидат филологических наук, доцент
кафедры иностранных языков Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, ksu-zemlyakova@mail.ru
- ЗОЗУЛЯ**
Глеб Сергеевич
студент группы ИКТК-01 Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича
- ИВАНИЩЕВА**
Елизавета Федоровна
студент группы ФП-11м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича,
elizaveta.ivanischeva@yandex.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, Ivanov.2nik@yandex.ru
- ИВАНОВ**
Роман Сергеевич
студент группы ИСТ-131м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, romaiv99@gmail.com
- ИШУТИНА**
Оксана Юрьевна
студент группы Р-21м Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-
Бруевича, ishutina.oksana.u@yandex.ru

- КАРЕЛЬСКИЙ**
Павел Владимирович
аспирант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
pasha.karelscky@yandex.ru
- КАРПОВ**
Аркадий Васильевич
доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Радиофизики» Института физики Казанского Федерального Университета, arkadi.karpov@kpfu.ru.
- КИРИЕНКО**
Дарья Сергеевна
студент группы ИКТК-96 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, kirienko2106@gmail.com
- КИСЛЯКОВ**
Сергей Викторович
кандидат технических наук, доцент кафедры инфокоммуникационных систем, преподаватель базовой кафедры «Инновационные технологии телекоммуникаций» Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, s.v.kislyakov@gmail.com
- КОВЦУР**
Максим Михайлович
доктор технических наук, доцент кафедры защищенных сетей связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, maxkovzur@mail.ru
- КОЗЛОВ**
Денис Витальевич
магистрант группы М01-104 Московского физико-технического института, kozlov.dv@spbgut.ru
- КОЛОТИЛИН**
Владимир Александрович
студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, va.kolot@yandex.ru
- КОНОВАЛОВА**
Виктория Вадимовна
студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, konovalova.viktoriya.99@mail.ru

- КОНОПЛЁВА**
Анастасия Владимировна студент группы ЭП-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, konopleva1209@mail.ru
- КОРЖЕНЕВСКИЙ**
Олег Васильевич студент группы ИКМ-13з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, korzhenevskij.oleg@yandex.ru
- КОРОЛЕВ**
Даниил Дмитриевич студент группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, инженер средств радио и телевидения (Филиал Российской телевизионной и радиовещательной сети Радиотелевизионный передающий центр Республики Карелия), alexeyrts98@gmail.com
- КОСТЫЛЕВА**
Дарья Дмитриевна студент группы ИКТК-96 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dddkos@gmail.com
- КОШЕЛЕВА**
Софья Андреевна студент группы ИКТЗ-11М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, koshelevason@yandex.ru
- КРАЩЕНКО**
Алексей Андреевич студент группы Р-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, инженер средств радио и телевидения (Филиал Российской телевизионной и радиовещательной сети Радиотелевизионный передающий центр Республики Карелия), alexeyrts98@gmail.com
- КУКУНИН**
Дмитрий Сергеевич кандидат технических наук, доцент кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, coux@yandex.ru

- КУЛЬНАЗАРОВА**
Анастасия Витальевна
кандидат политических наук, доцент кафедры социально-политических наук Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, av-spn@ya.ru
- КУПРИК**
София Алексеевна
студент группы ЗР-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, научный сотрудник Выборгского объединенного музея-заповедника, sofiakuprik@yandex.ru
- КУРМАНОВ**
Илья Олегович
студент группы ИКТБ-27м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, iluhakurmanov@gmail.com
- КУТАСОВ**
Александр
Станиславович
студент группы РСО-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Alexkutasov@ya.ru
- КУЧЕРЯВЫЙ**
Александр Игоревич
студент группы ФП-22м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, can4oyc@list.ru
- ЛАНДА**
Александр Эдуардович
кандидат технических наук, доцент кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, landa.alexandr@mail.ru
- ЛАПШИН**
Алексей Сергеевич
студент группы ИКТБ-84м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ISpeedCore97I@yandex.ru
- ЛЕБЕДЕВА**
Анастасия Дмитриевна
студент группы ИКТЗ-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, anastasialebedeva151299@yandex.ru

ЛЕОНТЬЕВА
Анастасия Сергеевна

студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
anasiasergeevna@gmail.com

ЛИТВИНОВ
Владислав Леонидович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем, заместитель декана по научной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
vlad.litvinov61@gmail.com

ЛОСЕВ
Арсений Павлович

студент группы ИСТ-131м, техник НОЦ "Медиацентр" Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, aplosev@mail.ru

ЛОШКАРЕВ
Владимир Андреевич

студент группы ИКТК-96 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vl.loshkarev@list.ru

МАКОЛКИНА
Мария Александровна

доктор технических наук, профессор кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, makolkina@list.ru

МАРШЕВА
Наталья Владимировна

старший преподаватель кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nmarshevaspb@gmail.com

МАТУКАС
Марюс Ромасович

студент группы ИКТГ-24м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, maryusmatukas@mail.ru

МАШКОВ
Георгий Михайлович

доктор технических наук, профессор, исполняющий обязанности ректора Санкт-

Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича,
mashkovgm@sut.ru

МЕЛЬНИКОВ
Павел Сергеевич

студент группы ФП-22м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, ernycas2180@gmail.com

МЕЩЕРЯКОВ
Денис Вячеславович

технический директор петербургского
отделения билайн

МИРЗАГАЛИМОВ
Булат Маратович

студент группы ИСТ-232М Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, truebulat@yandex.ru

МИХАЙЛОВ
Даниил Михайлович

студент группы ИКПИ-292м Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, danny.mhly@gmail.com

МИХАЙЛОВА
Зоя Владимировна

студент группы РК-21м, Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-
Бруевича, Wzeymix@gmail.com

МОЛЧАНОВ
Кирилл Викторович

студент группы ИКМ-12з Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, molchanovkv@yandex.ru

МОШАК
Николай Николаевич

доктор технических наук, доцент кафедры
информационных управляющих систем,
профессор кафедры «Информационных
управляющих систем» Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-
Бруевича, nmoshak49@mail.ru

МУСАЕВА
Татьяна Вагиф кызы

кандидат технических наук, доцент кафедры
информатики и компьютерного дизайна Санкт-
Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича, neli_6868@mail.ru

МУТХАННА
Аммар Салех Али

доцент кафедры телекоммуникационных сетей Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, muthanna.asa@spbgut.ru

МУХИНА
Ангелина Дмитриевна

студент группы РТ-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, adm03250@gmail.com

НЕРОВНЫЙ
Артём Викторович

старший преподаватель кафедры истории и регионоведения Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, art830@yandex.ru

НЕСТЕРОВ
Алексей Альбертович

начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nesterov.aa@spbgut.ru

НЕЧАЕВ
Андрей Александрович

студент группы ИКТБ-27м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, lcme.nechaev@mail.ru

НИКИТИНА
Татьяна Владимировна

студент группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, maxita1507@yandex.ru

НИКИФОРОВ
Евгений Васильевич

студент группы ИКПИ-292м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, zhenyanikforov@gmail.com

НИХАЕНКО
Кирилл Михайлович

студент группы ИКТМ-22М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Kirill.nihaenko@yandex.ru

- НОВИКОВ**
Егор Анатольевич
студент группы ИСТ-111м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, egoredmc@gmail.com
- ОБАТНИН**
Виктор Алексеевич
студент группы ЭП-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, yobatnin@mail.ru
- ПАНЬКОВ**
Богдан Олегович
студент группы ИКТИ-15м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, i@m-pankov.ru
- ПАРФЕНОВ**
Дмитрий Дмитриевич
студент группы ИКТИ-15м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dm1parf@gmail.com
- ПЕЛИХ**
Дмитрий Александрович
аспирант группы 231А-22 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, elektronstandart@bk.ru
- ПЕРЕВЫШКО**
Александра Сергеевна
аспирант группы 231А-22, главный специалист отдела аспирантуры и докторантуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, perevyshko.as@spbgut.ru
- ПЕРЕДИСТОВ**
Евгений Юрьевич
кандидат технических наук, доцент кафедры физики, заведующий кафедрой физики Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, peredistov.eu@net.sut.ru
- ПЕРШИН**
Никита Владиславович
студент группы М05-114а Московского физико-технического института, pershin.nv@phystech.edu
- ПЕСТОВ**
Игорь Евгеньевич
старший преподаватель кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ip@sut.ru

ПЕТРОВА
Вера Евгеньевна

студент группы ИСТ-111м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, fiexelin@list.ru

ПОБЕГАЛОВА
Валерия Витальевна

студент группы ИСТ-232М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pobegalova.vv@gmail.com

ПОЛЕНОВА
Дарья Алексеевна

студент группы РК-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, da.polenova18@gmail.com

ПОЛЯКОВ
Сергей Алексеевич

студент группы ИКТК-96 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Layandald@yandex.ru

ПОМОГАЛОВА
Альбина Владимировна

старший преподаватель кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, a.l.b.i.n.a@bk.ru

ПРОКОФЬЕВ
Павел Александрович

аспирант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pprokv@gmail.com

ПТИЦЫН
Никита Алексеевич

студент группы ИСТ-911 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nikita_pti@inbox.ru

ПТИЦЫНА
Лариса Константиновна

доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ptitsina_lk@inbox.ru

- ПУПЦЕВ**
Ринат Игоревич
старший преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, r.pupcev@bonch-ikt.ru
- РЕЗНИКОВ**
Богдан Константинович
преподаватель кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, rznkff@gmail.com
- РОГОВ**
Сергей Александрович
доктор физико-математических наук, профессор кафедры фотоники и линий связи, преподаватель кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sarogov@mail.ru
- РОЖКОВА**
Дарья Андреевна
студент группы ИСТ-212м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, daryawarrior@mail.ru
- РУБИНА**
Анастасия Александровна
студент группы ЭБМ-11з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, adlgnv@mail.ru
- САВЧЕНКО**
Яна Дмитриевна
студент группы РК-11М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, radientfish@gmail.com
- САРЫЧЕВ**
Дмитрий Валерьевич
студент группы 06-129 Казанского Федерального Университета, sarychev1607@gmail.com
- СВЕТОВА**
Анастасия Васильевна
студент группы ИКТУ-98 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, nastya_sv00@mail.ru
- СЕВОСТЬЯНОВ**
Владислав Андреевич
студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vlad08007@hotmail.com

СЕДЫШЕВ
Эрнест Юрьевич

кандидат технических наук, доцент кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, laboratoria-mw@yandex.ru

СЕЛИВАНОВ
Геннадий Андреевич

студент группы ИКТК-95 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, genaselivanovcom@mail.ru

СКРОБОВ
Даниил Витальевич

студент группы ИКТИ-15м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dany-1999@yandex.ru

СМУРОВ
Илья Александрович

студент группы ИКТБ-28м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ismurov@mail.ru

СОКОЛОВСКИЙ
Роман Андреевич

студент группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, romasolovskiy@gmail.com

СОПОВ
Дмитрий Александрович

студент группы РТ-12М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sopovdima_99@mail.ru

СТЕПАНОВ
Андрей Борисович

кандидат технических наук, доцент, кандидат технических наук, заместитель директора по учебной работе института магистратуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dsp.sut@yandex.ru

СТОНОЖЕНКО
Ксения Александровна

студент группы ЗР-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, stonojenko@bk.ru

- СТРЕЛКОВА**
Елена Васильевна
студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, klarice824@yandex.ru
- СУЛИМОВ**
Амир Ильдарович
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Радиофизики», Казанского (Приволжского) федерального университета, Amir.Sulimov@kpfu.ru
- СУЧКОВА**
Дарья Михайловна
студент группы Р-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, daria_suchkova_00@mail.ru
- ТАНАШЕВ**
Султан Русланович
студент группы ИКТМ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, tanashev@inbox.ru
- ТАТАРЕНКОВ**
Дмитрий Александрович
старший преподаватель кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, duferob@gmail.com
- ТЕРЕНТЬЕВА**
Екатерина Анатольевна
кандидат исторических наук, доцент кафедры иностранных и русского языков Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, e.a.terenteva@bk.ru
- ТИМЧЕНКО**
Владимир Иванович
кандидат технических наук, доцент кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, timchen@mail.ru
- ТРОФИМОВ**
Владислав Витальевич
студент группы ИКТИ-15м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vladislav.trofimov.1998@yandex.ru
- ТУМАНОВА**
Евгения Ивановна
кандидат технических наук, доцент, преподаватель кафедры телевидения и

	метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, evjeny@gmail.com
УРОКОВ Антон Дилшодович	студент группы РТ-91 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, asuna0turtle@gmail.com
ФЕДОРОВ Сергей Игоревич	студент группы ФП-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Fedorov.Sergey.Igorevich@yandex.ru
ФЕДОРОВ Павел Олегович	студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pavel_lenin@mail.ru
ФЕДОРОВА Алина Владимировна	кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, asp@spbgut.ru
ФЕДОРОВА Екатерина Сергеевна	студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ek.chukina@yandex.ru
ФЕДОТОВ Илья Олегович	ведущий системный инженер ООО "Естественный интеллект"
ФИЩЕВ Егор Дмитриевич	студент группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, trhb421@gmail.com
ФОМИН Юрий Васильевич	студент группы ИКТБ-17м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, fomin13yura@gmail.com

- ХАЛИУЛЛИН**
Реваз Фархатович
студент группы 06-129 Казанского (Приволжского) федерального университета,
sven456634@gmail.com
- ХЕЙДАРИ МОНФАРЕД**
Фатемех Аболгасем
студент группы ЗР-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, iranebastian00@gmail.com
- ХРЕНОВ**
Андрей Александрович
студент группы РТ-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
knerov00@yandex.ru
- ХРИТАНКОВ**
Антон Сергеевич
кандидат физико-математических наук, доцент факультета компьютерных наук, департамента программной инженерии Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики",
anton.khritankov@gmail.com
- ЦАРИК**
Владимир Игоревич
ведущий инженер ООО "Эйртэго",
wladimirzarik@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
- ЧАБДАРОВА**
Диана Юрьевна
студент группы ИСТ-132м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
chabdarovadiana@yandex.ru
- ЧЕРКАСОВ**
Дмитрий Геннадьевич
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
vlad.litvinov61@gmail.com

- ЧЕРНОВ**
Игорь Николаевич
старший преподаватель кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, full41@bk.ru
- ЧИПСАНОВА**
Елена Валерьевна
студент группы ИКТМ-12м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, lenchip@mail.ru
- ШАБАНОВ**
Александр Павлович
аспирант группы 0906А-21, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
- ШАКУРОВА**
Анастасия Андреевна
студент группы ИСТ-132м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, gerbovna12@mail.ru
- ШАРАПОВА**
Амина Халиловна
студент группы ИСТ-232М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sharapovaamina2@yandex.ru
- ШВЕЦ**
Алёна Игоревна
студент группы Р-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 00alyonka11@gmail.com
- ШВИДКИЙ**
Артём Александрович
начальник научно-образовательного центра, старший преподаватель кафедры инфокоммуникационные системы Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, shvidkiy@sut.ru
- ШЕРЕМЕТ**
Никита Викторович
студент группы РМ-95 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sidwavedata@gmail.com

ШИПИЦЫН
Юрий Сергеевич

студент группы ИКТГ-14м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ship.romeo@gmail.com

ШУТМАН
Денис Валерьевич

кандидат политических наук, доцент, декан факультета социальных цифровых технологий Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, gf@spbgut.ru

ЩЕРБАКОВ
Андрей Михайлович

студент группы БИМ-01з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, dragon.2007@mail.ru

ЩЕТИНИНА
Дарья Александровна

студент группы РСО-11м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, darya.shchetinina@inbox.ru

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

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ
(ПКМ-2022)**

Сборник лучших докладов конференции ПКМ-2022

Научное издание

План издания научной литературы 2023 г., п.4

Отпечатано с авторского оригинал-макета

Вёрстка
Е. М. Еникеева,
Дизайн логотипа Г. И. Юрьев
Подписано в печать 30.01.2023
Объём 32,25 усл.-печ. л. Тираж 170 экз. Заказ 1433

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ
193232 СПб., пр. Большевиков, 22, корп. 1
Отпечатано в СПбГУТ