

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-2023)**

5 декабря – 7 декабря 2023 года

Сборник лучших докладов

Том 2

СПб ГУТ)))

Санкт-Петербург

2024

УДК 621.39:004

ББК 32.74

Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2023). Всероссийская научно-техническая и научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; Сборник лучших докладов: в 2 т. Т.2. / сост. Н. Н. Иванов. – СПбГУТ.: – Санкт-Петербург, 2024. – 543 с.

ISBN 978-5-89160-306-6

Том 2

ISBN 978-5-89160-315-8

В сборник помещены доклады, признанные лучшими по результатам работы научных направлений конференции 2023 года. Тематика работ охватывает вопросы: теоретические основы радиоэлектроники, радиотехнологии связи, инфокоммуникационные сети и системы, информационные системы и технологии, цифровая трансформация, инновации, бизнес, гуманитарные проблемы информационного пространства.

Доклады, не вошедшие в число лучших и не представленные в настоящем сборнике, размещены в материалах конференции ПКМ-2023 на сайте РКМ.SUT.RU.

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

ISBN 978-5-89160-315-8 (Т. 2)

ISBN 978-5-89160-306-6

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

1.2. Промышленная электроника

Безгодов Д.С., Шамсиев Б.Г. (СПбГУТ) Разработка цифровой схемы управления ключевыми формирователями гармонических колебаний.....	11
Богатырев К.Д. (СПбГУТ) Исследование ключевого высокочастотного усилителя мощности класса E.....	15
Гришин В.В., Трофимушкин М.Д. (СПбГУТ) Исследование преобразователя постоянного напряжения с «мягким» переключением силовых транзисторов	20
Кутнякова Д.А. (СПбГУТ) Схема замещения дросселя с ферритовым сердечником.....	24
Кучерявый А.И., Мельников П.С., Шушпанов Д.В. (СПбГУТ) Разработка повышающего преобразователя с цифровым управлением	30
Муравьев Г.Д. (СПбГУТ) Разработка автоматизированной теплицы с биореактором.....	34
Никитин Ю.А., Тихонов Я.А. (СПбГУТ) Исследование влияния уровня фазовых шумов синтезатора частот на точность плазменной диагностики	37
Татаев В.С., Шушпанов Д.В. (СПбГУТ) Способ быстрого измерения действующего значения тока и напряжения.....	40

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

2.1 Медиа технологии и телерадиовещание

Баскова А.Ю. (СПбГУТ) Разработка звукового эффекта нелинейных искажений Fuzz Face.....	45
Басырева Е.О. (СПбГУТ) Анализ эффективности сжатия медиаконтента кодеком AV1	50
Бучатский А.Н., Прохоров К.Ю. (СПбГУТ) К вопросу о фазовых особенностях формирования спектра сигнала при использовании двухоператорного FM-синтеза	55
Ишутина О.Ю., Свиньина О.А. (СПбГУТ) Подбор электродинамических излучателей для ненаправленного громкоговорителя	61
Константинов Е.С. (СПбГУТ) Подходы к увеличению создаваемого головками пьезоэлектрических МЭМС громкоговорителей уровня звукового давления	66
Креков В.Н., Татаренков Д.А. (СПбГУТ) Применение технологии LiDAR в трёхмерной графике	71
Морозова Е.А., Фёдоров С.Л. (СПбГУТ) Фильтрация шума на изображении ...	76

Попков С.В. (СПбГУТ) Программное обеспечение для акустического проектирования помещений	81
Посметьев А.А., Татаренков Д.А., Федотов Д.Д., Хрипунов М.Д. (СПбГУТ) Виртуальная телевизионная студия	86
Петрова Н.А. (СПбГУТ) Устройство для добавления искусственной реверберации к аналоговому сигналу	89
Фисечко Н.С., Чернов И.Н. (СПбГУТ) Разработка алгоритма детектирования огня с использованием оптоэлектронной системы	95

2.2. Подвижная связь и радиодоступ

Бабенко М.С. (СПбГУТ) Оценка влияния взаимных межканальных помех на качество передачи данных в сетях управления робототехническими комплексами	100
Винник Е.Д. (СПбГУТ) Выбор показателей для оценки качества связи при проведении рефарминга частот в сетях UMTS/LTE	106
Контемиров С.А., Кравец Е.В. (СПбГУТ) Особенности реализации приемопередающего модуля АФАР	110
Родина К.А. (СПбГУТ) Методы изменения частоты дискретизации сигнала с дробным коэффициентом децимации	115

2.3. Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Данченков В.Р. (СПбГУТ) Исследование возможностей построения всенаправленной антенны горизонтальной поляризации на основе излучателя Вивальди	119
Литвинов А.С., Морозов А.А. (СПбГУТ) Исследование особенностей технологии размещения РЭС на одежде	124

2.4. Радиотехнические системы и антенны

Барабанщиков Д.А., Тимченко В.И. (СПбГУТ) Разработка алгоритма улучшения резкости изображения для распознавания предаварийных ситуаций	128
Борисов М.Г., Коровин К.О. (СПбГУТ) Расчет электрических параметров тросовых аэростатных антенн	131
Вымолов А.Ю., Коровин К.О. (СПбГУТ) Анализ вариантов построения фазированной антенной решетки КВ-диапазона	136
Гиляев В.М., Тимченко В.И. (СПбГУТ) Алгоритм поиска сигналов в аппаратуре потребителя системы ГЛОНАСС	141
Курбатова Е.А., Чернов И.Н. (СПбГУТ) Разработка стенда проверки IP модулей видеообработки	145

Мебоня М.А. (СПбГУТ) Моделирование адаптивного алгоритма пространственно-временной обработки сигналов в системах активной радиолокации	151
Мухина А.Д. (СПбГУТ) Координатометрия источников излучений на основе методов сверхразрешения в условиях замираний	156

2.5. Информационные технологии Арктики

Запайщиков А.В., Козлов Д.В., Степанов А.Б., Тафинцев К.Е. (СПбГУТ) Система радиосвязи на базе технологии LoRa для арктических регионов.....	161
Лукина О.В., Некрасов С.Г., Пупцев Р.И. (СПбГУТ) Разработка агента системы для автоматизированного сбора метеоданных в арктических регионах с применением технологий периферийного интернета вещей	167
Фисечко Н.С., Хименкова Д.А., Чернов И.Н. (СПбГУТ) Использование нейронных сетей для обнаружения предаварийных ситуаций на промышленных объектах	172

2.6. Экология формирования информационного пространства

Рубина А.А. (СПбГУТ) Особенности инженерно-экологических изысканий по линейным объектам на примере автодороги А120 (Большие Колпаны – Ульяновка).....	177
--	-----

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

3.1 Безопасность компьютерных систем и сетей связи

Зверев А.М. (МТУСИ) Модернизация системы закрытого контура ЛВС отечественными программными комплексами разграничения доступа	182
Игнатьева Д.А., Камалова А.О., Пестов И.Е., Романюк Е.О. (СПбГУТ) Разработка виртуального стенда для анализа метрик безопасности виртуальных машин и контейнеров	187
Катасонов А.И. (СПбГУТ) Исследование возможностей свёрточных нейронных сетей для классификации вредоносного программного обеспечения	192
Пестов И.Е., Смуров И.А., Федоров П.О., Федорова Е.С. (СПбГУТ) Модель внешнего нарушителя и основные внешние угрозы облачной инфраструктуры ..	197
Хоромская А.Ю. (СПбГУТ) Разработка методологии защиты искусственного интеллекта в распределенных информационных системах. Децентрализованные рассинхронизированные нейросети	203
Цветков А.Ю. (СПбГУТ) Особенности атак типа НСД по средствам модификации ядра ОС.....	209
Шабала М.Д. (СПбГУПТД) Методика разработки скрипта для автоматической настройки Gitlab-проектов.....	214

3.2 Интернет вещей и гетерогенные сети

Киричек Р.В., Черкасова А.Н. (СПбГУТ) Перспективы развития сетей связи до 2035 года.....	219
Дунайцев Р.А., Корженевский О.В., Курбанов У.Б., Светова А.В. (СПбГУТ) Исследование влияния периодичности замеров на расчетное значение скорости передачи, определяемой по методу 95-го перцентиля.....	224
Владимиров С.С., Заводнов С.Е. (СПбГУТ) Исследование принципов обнаружения и классификации кириллических шрифтов методами машинного обучения	229
Березкин А.А., Киричек Р.В., Фук Хао До (СПбГУТ) Динамическое распределение ресурсов с использованием искусственного интеллекта в спутниковых каналах связи	234

3.3 Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии

Андриевский Н.К., Зозуля Г.С. (СПбГУТ) Принципы миграции монолитов в микросервисы и особенности её сетевой реализации	240
Бугрова Е.С., Лоншаков М.А., Пестов И.Е., Савельева А.А. (СПбГУТ) Разработка стенда реализации эксперимента по защите виртуальных машин от ddos-атак	245
Елагин В.С., Жаворонкова В.В. (СПбГУТ) Оценка влияния сетевых характеристик при разработке кроссчейн-систем	250
Елагин В.С., Чекалов Д.А. (СПбГУТ) Внедрение концепции SEBA/VOLTHA на сети для мультивендорного доступа.....	255
Касенова М.Н. (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева) Идентификация трафика, классификация сетевых событий и исследование методов их обнаружения	259
Обухов Е.Д. (СПбГУТ) Интеллектуальные распределенные граничные вычисления в сетях 6G	264
Сербин А.А., Федянцева М.А. (СПбГУТ) Особенности защиты уязвимостей блокчейн в сетях KDN.....	268
Тамбовцев Г.И. (СПбГУТ) Обзор исследований оптимизации в сети VANET ...	272

3.4 Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях

Глаголев С.Ф., Гордийчук И.М. (СПбГУТ) На пути к подводным оптическим сетям на базе SDM.....	277
Глаголев С.Ф., Лыков Г.Р. (СПбГУТ) Исследование возможности практической реализации многопролетной квазисолитонной ВОСС с чередованием нескольких оптических волокон	283
Горанская С.А., Рогов С.А. (СПбГУТ) Электронная запись и оптическое восстановление голограмм на небольшой экспериментальной установке.....	288
Григорьев М.Д., Никифоров Л.В., Романов И.Р. (СПбГУТ) Одномодовые полупроводниковые лазеры перестраиваемые по длине волны	292

3.5 Программная инженерия

Березкин А.А., Никифоров Е.В. (СПбГУТ) Оптимизация и обучение нейронных сетей с применением эволюционных алгоритмов.....	297
Горнаев Т.В. (СПбГУТ) Решение уравнения состояния готовности системы с встроенным контролем и обнаружением места отказа.....	302
Дворецков К.А., Мартынюк А.А., Помогалова А.В. (СПбГУТ) Сравнение способов создания цифровых финансовых активов на примере электронных билетов.....	307
Карев А.М., Пачин А.В. (СПбГУТ) Разработка SDK для игрового движка Unity в рамках многофункциональной облачной платформы дистрибуции обучающих наборов (датасетов и онтологий) для систем искусственного интеллекта.....	312
Карелин Е.А., Пачин А.В. (СПбГУТ) Методика сокращения трафика сети устройств интернета вещей с применением технологий искусственного интеллекта.....	315
Киркум Г.К., Пачин А.В. (СПбГУТ) Разработка программного обеспечения для администрирования и взаимодействия с современными мессенджерами системы контроля и управления доступом.....	320
Коваленко Л.А. (СПбГУТ) Прикладное программное обеспечение для разработки приложений машинного обучения на языке программирования Python.....	324
Леонов А.С. (Университет «Синергия») Автоматизация тестирования пользовательского интерфейса в web-приложениях.....	329
Пачин А.В., Сиргазинов Т.М. (СПбГУТ) Разработка системы контроля и управления доступом с использованием технологии Wi-Fi.....	333
Чистоступов Н.Д. (СПбГУТ) Сравнение современных JavaScript фреймворков для Web-приложений.....	337

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

4.1 Интеллектуальные коммуникационные технологии

Арсеньев Ф.А., Филиппов Ф.В., Шильникова Д.А. (СПбГУТ) Прогнозирование многомерных временных рядов для цифровой экономики.....	343
Доктырбай Ш.А., Лабковская Р.Я. (СПбГУТ) Исследование и разработка методики интеллектуальных биометрических систем.....	347
Колмаков А.Е., Литвинов В.Л., Параничев А.В. (СПбГУТ) Прототип веб-сервиса для публикации и распространения черновиков литературных произведений.....	350
Копытова Е.В., Филиппов Ф.В. (СПбГУТ) Анализ эффективности алгоритмов обработки естественного языка.....	355
Лабковская Р.Я., Токмаков В.Р. (СПбГУТ) Онтологический подход к анализу методов и ресурсов в области искусственного интеллекта.....	359

4.2 Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления

Криволапов Д.А. (СПбГУТ) Использование методов кластеризации для обработки данных систем контроля и управления доступом.....	363
Летучий В.А. (СПбГУТ) Метод создания цифровых двойников пространственно-распределенных киберфизических производственных систем .	368
Пермяков А.А. (СПбГУТ) Геоинформационное моделирование распределенных систем и производственных комплексов.....	372
Попугаев Д.Г., Шабанов А.П. (СПбГУТ) Применение технологии блокчейн при создании единого информационного пространства виртуального предприятия.....	376
Рыбалко А.В. (СПбГУТ) Сравнительный анализ программного обеспечения для цифровых двойников объектов и технологий.....	380
Суетин А.Ю. (СПбГУТ) Подходы к достижению интероперабельности в распределенных системах управления	385

4.3. Информационные технологии в дизайне

Бояшова Е.П. (СПбГУТ), Волошинов Д.В. (СПбГУТ, СПбПУ), Мельников М.В. (СПбГУТ) Интерактивная инфографика как способ динамического отображения данных	389
Волошинов Д.В. (СПбГУТ, СПбПУ), Урванцев Г.А., Шарипова К.Т. (СПбГУТ) Проблемы воспроизводимости этнически сложных концептов при подстройке весов модели диффузионной нейронной сети Stable Diffusion	394
Волошинов Д.В. (СПбГУТ, СПбПУ), Ченарани С. (СПбПУ) Оптимизация дизайна интерфейса виртуальной реальности через эргономическую оценку движений руки в трехмерном пространстве	400
Волошинов Д.В. (СПбГУТ, СПбПУ), Щур С.Ю. (СПбПУ) Роль логического программирования в генеративном проектировании.....	405
Золотова П.М. (СПбГУТ) Анализ функциональных характеристик интерфейса универсального модуля платформы обучающих курсов.....	409
Зюриков М.А., Шиян А.А. (СПбГУТ) Анализ веб-сервисов и мобильных приложений для улучшения качества жизни людей с нарушенным слухом.....	413
Лебедев Д.В., Шиян А.А. (СПбГУТ) Адаптация FDM 3D-принтера под печать пластиковой нитью из переработанного материала.....	417
Мусаева Т.В., Титов П.А. (СПбГУТ) Модель индивидуального подбора онлайн-курсов	422

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС

5.1. Цифровая трансформация, инновации, бизнес

Антонов К.М., Вольфсон М.Б. (СПбГУТ) Подход к выбору программных решений класса Process Mining	427
---	-----

Белов Н.С. (СПбГУТ) Анализ и внедрение сервисов web-аналитики для повышения эффективности маркетинговой деятельности компании «пиццафабрика».....	432
Волков Р.А. (СПбГУТ) Практика применения методологии Agile в проектах цифровой трансформации.....	437
Гудков Д.П. (СПбГУТ) Анализ проектного и продуктового подходов в управлении требованиями к программному обеспечению.....	442
Рыбин А.А. (СПбГУТ) Модернизация информационной сети сельскохозяйственных предприятий.....	447
Филиппов Ф.В., Цветков И.А. (СПбГУТ) Использование нейронных сетей для создания и обработки изображений в области разработки видеоигр.....	452

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

6.1 Вопросы регионоведения и межкультурных коммуникаций в цифровую эпоху

Веденина К.А., Гехт А.Б. (СПбГУТ) Стратегия Швеции в Арктическом регионе	456
Митасов В.А. (СПбГУТ) Swedish media politics: current attempts to deligitimise the press	461
Куприк С.А. (СПбГУТ) Внешняя политика Финляндии в послевоенный период и современности.....	465

6.2 Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе

Астафьева И.Е., Пыпина Д.Д. (СПбГУТ) Продвижение с помощью лидеров мнений в ресторанном бизнесе.....	471
Богданова М.А., Попов Д.Г. (СПбПУ) Эволюция маскотов как инструмента рекламы и связей с общественностью в России	476
Быстров Р.В., Листвина Н.С. (СПбГУТ) Продающий текст как инструмент продвижения в маркетинговых коммуникациях	481
Вяткина А.В., Гладкова М.В., Соколова В.Н. (СПбПУ) Цифровая компетентность современного специалиста по рекламе и PR	486
Котлярова А.А., Мельницына М.И. (СПбГУТ) Использование мультилокального SEO для продвижения товаров региональных компаний	490
Кропанина А.А., Шиян П.А. (СПбГУТ) Коммуникация в контексте цифровизации и медиатизации.....	495
Кульназарова А.В., Лучанинова И.Д. (СПбГУТ) Корпоративная культура строительной компании как фактор конкурентоспособности	498
Нестерова А.А. (СПбГУТ) Особенности PR-продвижения волонтерских организаций.....	503
Окунев М.Ю. (СПбГУТ) Специфика международных переговоров	507

Шевякова Н.С. (СПбГУТ) Использование аутентичных, инклюзивных образов женщин в рекламной кампании на примере кейса dove в цифровом обществе	510
Яшкова А.В. (СПбГУТ) Продвижение личного бренда управляющего партнера	514
Сведения об авторах.....	518

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

1.2. Промышленная электроника

УДК 621.341.572

ГРНТИ 45.37.31

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫМИ ФОРМИРОВАТЕЛЯМИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Д. С. Безгодов, Б. Г. Шамсиев

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

Важным инструментом в современном мире электроники является широтно-импульсная модуляция, с помощью которой становится возможным управление мощностью электрического сигнала путем изменения длительности импульсов. По сравнению с аналоговым методом формирования широтно-импульсной модуляции, цифровой способ обеспечивает более высокую точность, большую гибкость в управлении и лучшую устойчивость к помехам. В статье кратко изложен процесс разработки цифровой схемы управления формирователями гармонических колебаний на основе широтно-импульсно модулированного сигнала.

ШИМ, КПД, КФГК, спектр, микроконтроллер

Широко известными и подробно изученными являются формирователи гармонических колебаний (ФГК) на основе усилителей, работающих в режимах классов А, В, С. Недостаток таких формирователей состоит в невысоком КПД, который понижается с уменьшением амплитуды усиливаемых колебаний. Значительно снизить мощность потерь на активных приборах, а следовательно, и более высокие КПД удастся получить в ФГК, работающих в ключевом режиме (класс D). На практике широко используются мостовые резонансные последовательные инверторы, схема которых приведена на рисунке 1.

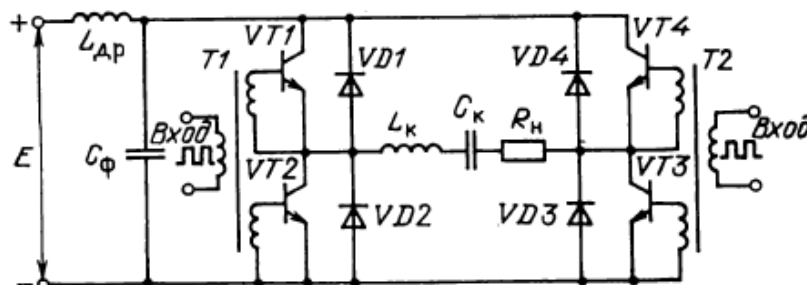


Рис. 1. Мостовая схема резонансного последовательного инвертора

Отмечая основные достоинства ключевых формирователей гармонических колебаний (КФГК): высокий электронный КПД, простота

технической реализации, следует указать и на их основной недостаток — широкий спектр выходных колебаний. Последнее обстоятельство приводит к необходимости разработки и исследования специальных типов КФГК с уменьшенным содержанием гармоник выходных колебаний [1].

Формирование выходного напряжения с улучшенным спектральным составом производится непосредственно в КФГК (рис. 1). Транзисторы, попарно отпираясь (VT1, VT3) и запираясь (VT2, VT4), образуют прямоугольное напряжение (рис. 2, а) с амплитудой, равной напряжению питания, при допущении, что внутреннее сопротивление источника питания и сопротивление транзисторов в открытом состоянии равны нулю. Переключая транзисторы в этой схеме по определенному алгоритму, на выходе формирователя можно получить напряжения, формы которого приведены на рис. 2, б, в.

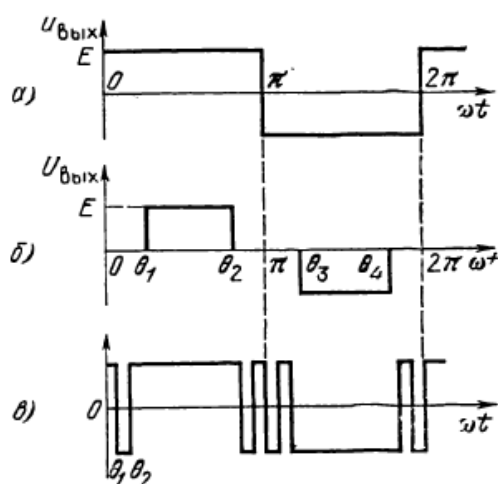


Рис. 2. Форма выходного напряжения формирователя

Чтобы исследовать различные типы КФГК с ШИМ-управлением, необходимо представлять, по каким функциональным схемам они реализуются (рис. 3, а) и понимать форму сигналов на входах и выходе ШИМ-компаратора (рис. 3, б) [2].

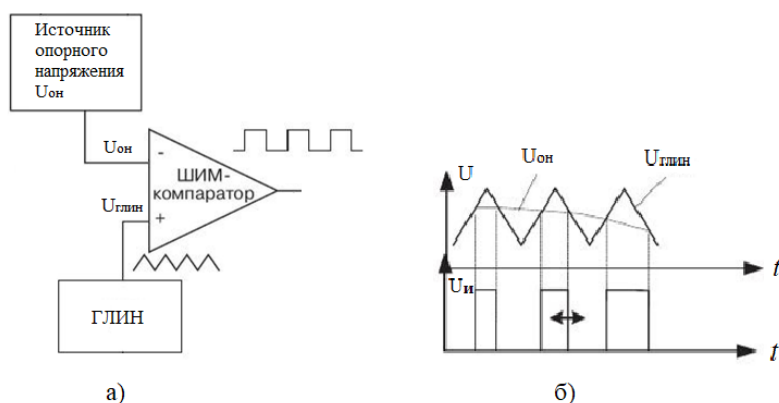


Рис. 3. Принцип формирования импульсов управления при широтно-импульсной модуляции

Генератор линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН) вырабатывает треугольный сигнал высокой частоты, минимум на порядок превышающей частоту сигнала опорного напряжения, который подается на один из входов компаратора. На второй вход компаратора с источника опорного напряжения поступает сигнал, который усиливается. ШИМ-компаратор генерирует сигнал с широтно-импульсной модуляцией с входным сигналом. Рабочий цикл ШИМ-сигнала меняется, а частота остается постоянной.

Одной из важных проблем в реализации аналогового генератора сигнала синусоидальной формы является сложность достижения компактности устройства, а также синхронизации гармонического колебания с сигналом, выходящем с ГЛИН. Решить данную проблему возможно с помощью формирования эталонного сигнала синусоидальной формы в цифровом виде с помощью микроконтроллера (рис. 4).

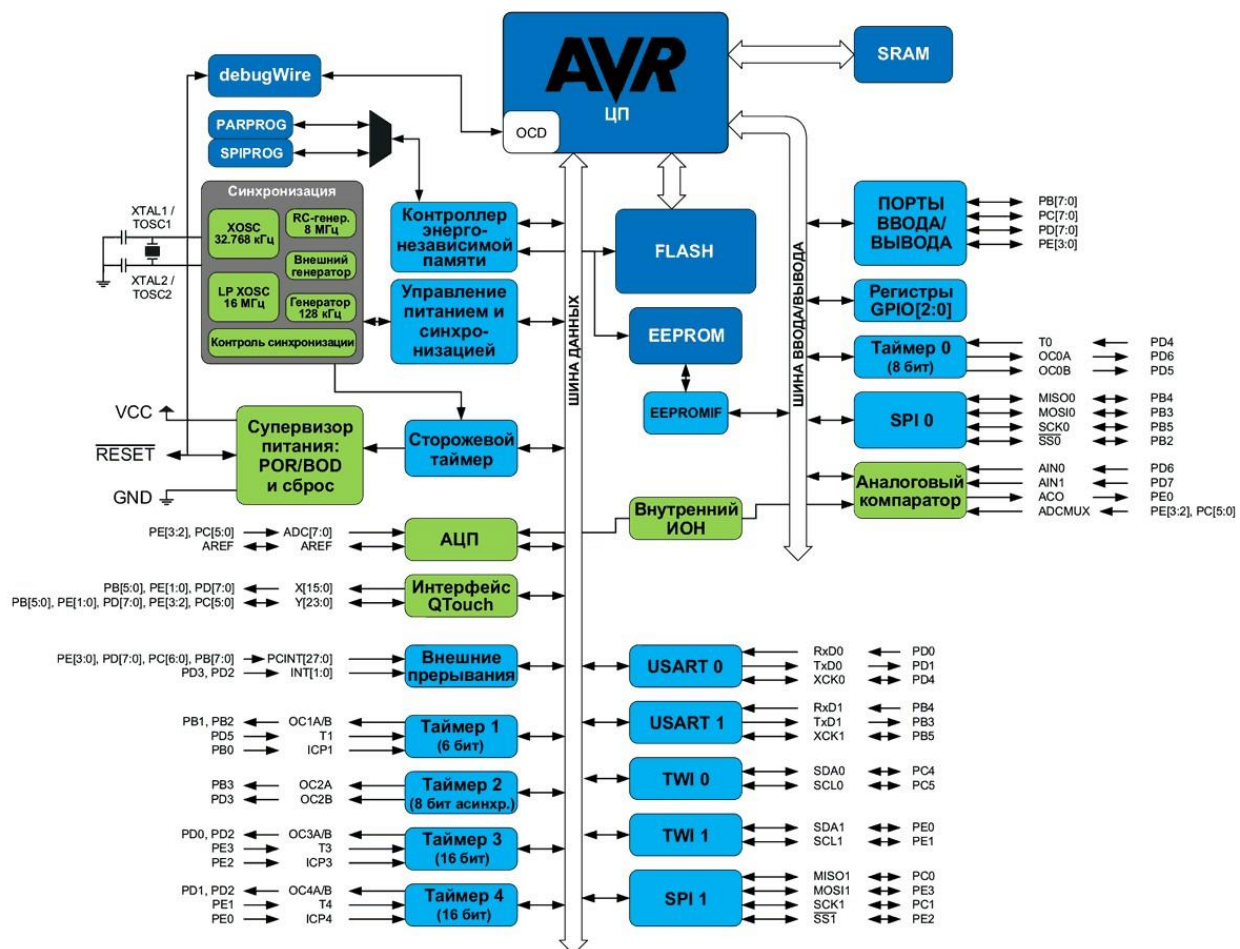


Рис. 4. Структурно-функциональная схема микроконтроллера ATmega 328PB

Сформировать ШИМ-последовательность для управления транзисторами в КФГК возможно тремя способами:

1. Программный ШИМ, основанный на прерывании таймера;
2. С помощью встроенной в микроконтроллер функции analogWrite;
3. При помощи метода прямого цифрового синтеза (DDS-метод).

Каждый способ обладает своими достоинствами и недостатками, которые будут рассмотрены в последующих исследованиях.

Список используемых источников:

1. Дмитриков В.Ф., Петяшин Н.Б., Сиверс М.А. Высокоэффективные формирователи гармонических колебаний – М.: Радио и связь, 1988. – 192 с.
2. Шамсиев, Б.Г. Основы преобразовательной техники: учебное пособие / Б.Г. Шамсиев; СПбГУТ. — Санкт-Петербург, 2023. – 136 с.

Bezgodov D., Shamsiev B.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a digital control scheme for key sinewave oscillator.

An important tool in the modern world of electronics is pulse-width modulation, with which it becomes possible to control the power of an electrical signal by changing the pulse duration. Compared with the analog method of pulse width modulation generation, the digital method provides higher accuracy, greater flexibility in control and better resistance to interference. The article briefly describes the process of developing a digital control circuit for a harmonic oscillator based on a pulse-width modulated signal.

Key words: PWM, coefficient of efficiency, key sinewave oscillator, spectrum, microcontroller.

УДК 621.375.026
ГРНТИ 47.41.33

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ КЛАССА E

К. Д. Богатырев

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

Рассматривается вопрос усиления высокочастотного сигнала при помощи ключевого усилителя мощности класса E. Исследована принципиальная и упрощенная схемы ключевого усилителя мощности. Предложена математическая модель исследуемого усилителя мощности, работающего на частоте 3,5 МГц, и проанализирована осциллограмма напряжения на нагрузке.

усилитель мощности, высокочастотный сигнал, ключевой режим

В 1975 году Натан Сокал [1] представил усилитель мощности класса E, который оказался эффективнее чем усилители класса B и C. Ключевой усилитель класса E нашел широкое применение в области радиотехники, благодаря его простой схеме и эффективности работы. Схема усилителя мощности класса E представляет собой шунтирующий конденсатор, последовательный LC контур и транзистор, работающий в ключевом режиме. Форма тока и напряжения обеспечивают минимальную рассеиваемую мощность и увеличивают КПД усилителя мощности.

Упрощенная схема усилителя мощности класса E может быть представлена в виде схемы, представленной на рисунке 1. Однако такая схема подходит только в случае, если дополнительные гармоники не являются важным критерием. Схема представляет собой источник сигнала, биполярный транзистор, который питается от источника питания V_{cc} через последовательно соединенный дроссель L , параллельно подключенный конденсатор C , конденсатор C_0 предотвращающий протекание постоянного тока на нагрузку R .

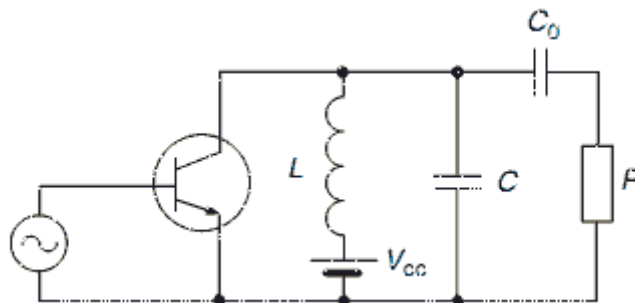
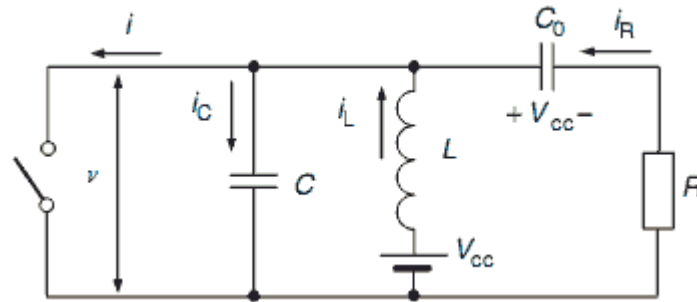


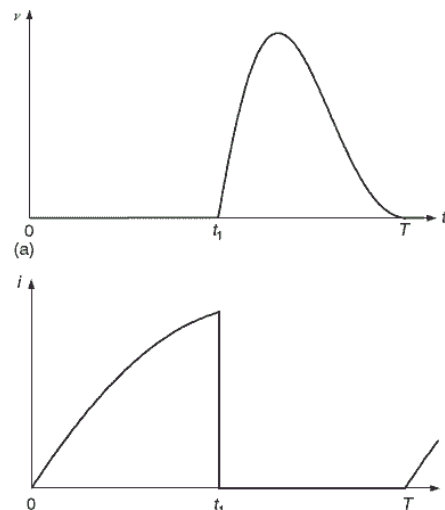
Рис. 1. Упрощенная схема усилителя мощности класса E

Эквивалентная схема, для расчета параметров и понимания основных принципов работы усилителя мощности класса E представлена на рисунке 2.

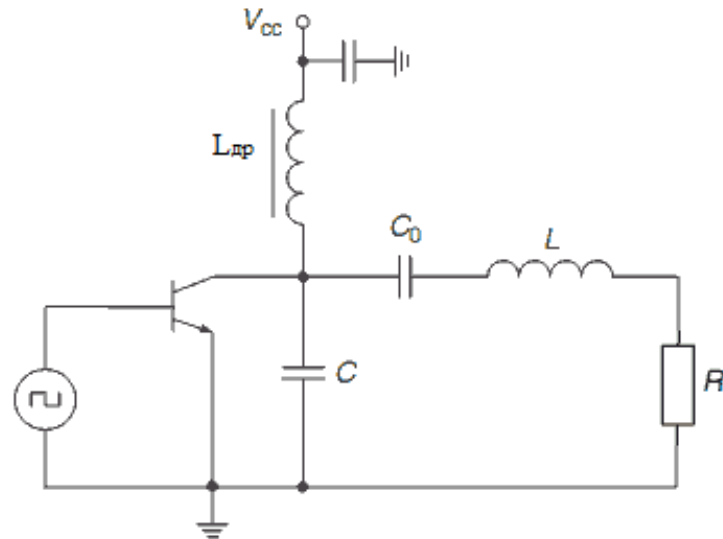
Рис. 2. Эквивалентная схема усилителя мощности класса E

На вход ключевого транзистора подается высокочастотный сигнал, полезная информация в котором содержится в его частоте и фазе. Минусом такой схемы является отсутствие амплитудной модуляции, поэтому усилитель мощности класса E в основном подходит для усиления сигналов с угловой модуляцией. Когда ключ открывается, ток, протекающий по индуктивности L , начинает возрастать по экспоненциальному закону. Так как сопротивление открытого ключа равно нулю, то и напряжение на нем в этот момент равно нулю.

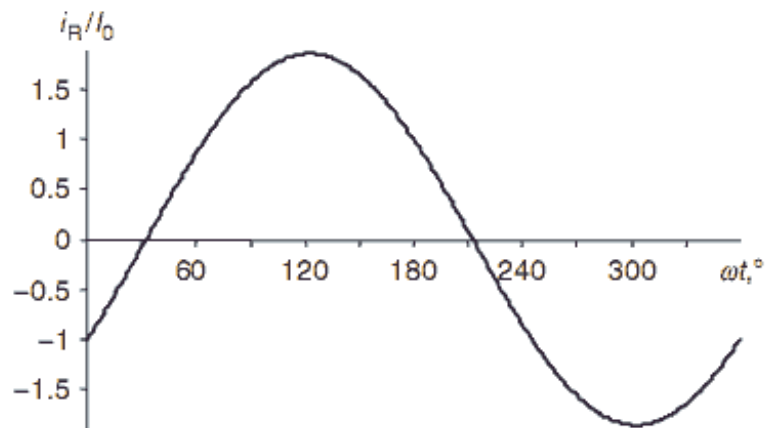
При закрытии ключа ток индуктивности I начинает заряжать конденсатор C , в котором сосредоточены и учтены все паразитные емкости схемы. Ток через ключ в этот момент равняется нулю. На рисунке 3 изображены временные диаграммы напряжения и тока в схеме.

Рис. 3. Временные диаграммы напряжения и тока на нагрузке в эквивалентной схеме усилителя мощности класса E

Исходя из рисунка 3, можно сделать вывод что напряжение и ток на нагрузке R не представляют собой синусоидальных колебаний, поэтому такой сигнал на антенну подавать нельзя. Поэтому, для решения этой проблемы (подавление дополнительных гармоник), на выход схемы добавляют последовательный LC контур. Принципиальная схема усилителя мощности класса E приведен на рисунке 4.

Рис. 4. Принципиальная схема усилителя мощности класса E

Усиление сигнала происходит следующим образом. Сигнал подается на вход усилителя мощности, усиливается при помощи ключевого транзистора, конденсатора C и дросселем $L_{др}$, после чего элементы L и C_0 , образующие колебательный контур на основную гармонику полезного сигнала, пропускают на выход синусоидальный ток, который рассеивается на нагрузке R . Временная диаграмма тока, протекающего через последовательный LC контур и нагрузку R представлена на рисунке 5.

Рис. 5. Временная диаграмма тока, протекающего через последовательный LC контур и нагрузку R

Для компьютерного моделирования усилителя мощности класса E воспользуемся программой *FASTMEAN 6.0*. Принципиальная схема при компьютерном моделировании будет выглядеть следующим образом:

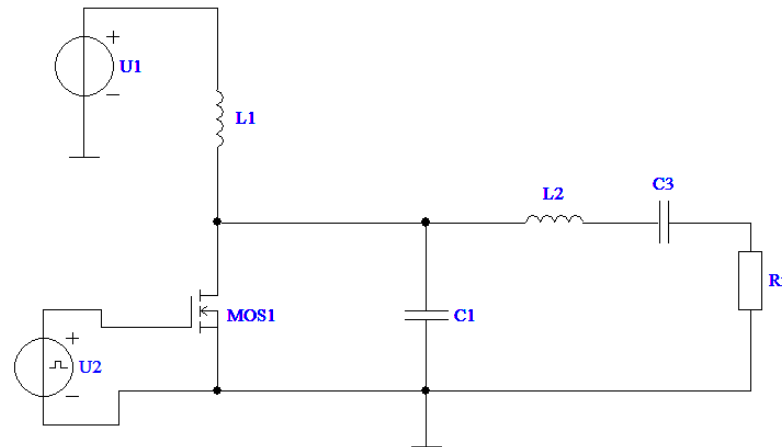


Рис. 6. Компьютерная модель схемы усилителя мощности класса E в программе *FASTMEAN 6.0*

Для усиления полезного сигнала, частота которого равна 3,5 МГц, показатели элементов будут следующие: $C_1=1,43$ нФ, $L_2=26,251$ мкГн, $C_3=79,7$ пФ, $R_n=5,77$ Ом. Результатом компьютерного моделирования будет являться мощность, рассеиваемая на нагрузке R_n (см. рис.7).

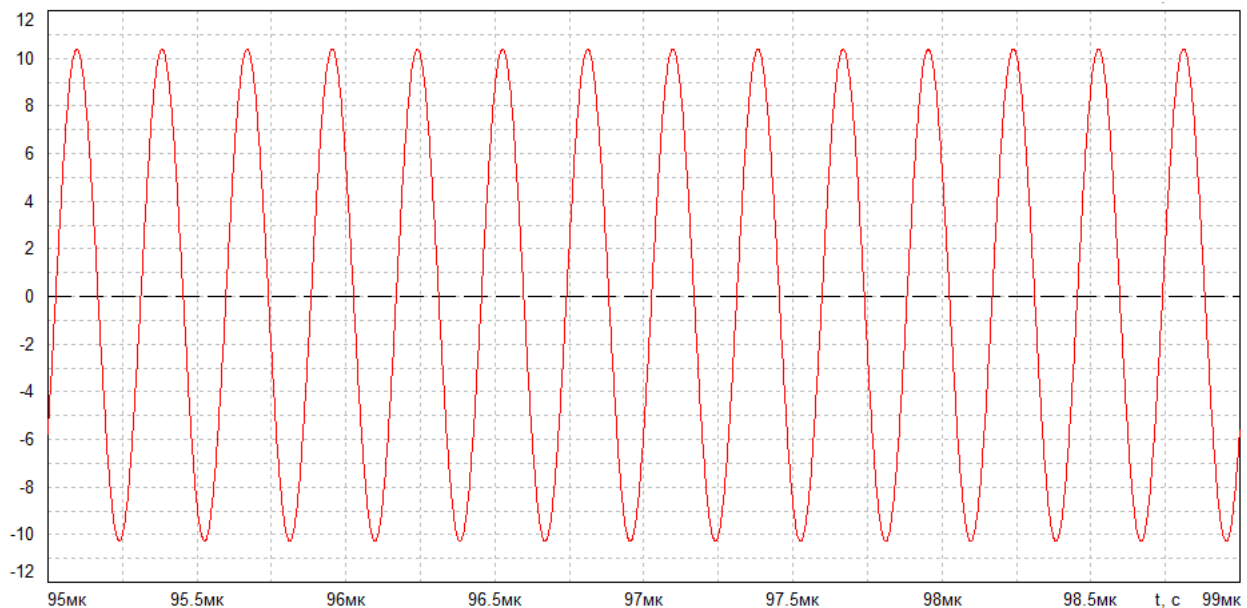


Рис.7. Осциллограмма напряжения на резисторе R_n

Проанализировав рисунок 7, можно сделать вывод о правильном моделировании усилителя мощности класса E в программе *FASTMEAN 6.0*, так как на нагрузке можно наблюдать синусоидальный усиленный сигнал, на частоте 3,5 МГц.

В ходе данной работы был исследован усилитель мощности класса E , описана его работа, и предложена компьютерная модель в программе *FASTMEAN 6.0*.

Список используемых источников:

1. N.O. Sokal and A.D. Sokal, Class E-A new class of high-efficiency tuned single-ended switching power amplifiers, IEEE J Solid-State Circ 10 (1975), 168 –176.
2. Andrei Grebennikov, Nathan O. Sokal Switchmode RF Power Amplifiers — Elsevier Inc., 2007.
3. Микушин А.В.— Усилитель класса E. [Электронный ресурс]. URL: <https://digteh.ru/Sxemoteh/RejRab/E/> (дата обращения 01.10.2023).

Bogatyrev K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of Switched-Mode High-Frequency Class E Power Amplifier.

The issues of amplification of a high-frequency signal using a Class E switched-mode power amplifier is considered. The basic and simplified circuits of the switched-mode power amplifier are investigated. A mathematical model of the studied power amplifier operating at a frequency of 3.5 MHz is proposed and the load voltage waveform is analyzed.

Key words: power amplifier, high frequency signal, switch-mode.

УДК 621.314.1
ГРНТИ 49.33.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С «МЯГКИМ» ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ СИЛОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

В. В. Гришин, М. Д. Трофимушкин

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

В современном мире DC/DC преобразователи используются повсеместно: в источниках питания светодиодного освещения, сварочных аппаратах инверторного типа, зарядных устройствах аккумуляторных батарей и т.д. Как правило, такого рода преобразователи характеризуются «жесткой» коммутацией ключевых полупроводниковых элементов, что сопровождается высоким уровнем динамических потерь и электромагнитных помех, а также сложными схемотехническими решениями для защиты от перегрузок. Использование «мягкой» коммутации транзисторов позволяет частично устранить вышеуказанные проблемы.

преобразователь напряжения, силовые транзисторы, выходное напряжение, частота переключения, переключение при нулевом напряжении, «мягкое» переключение транзисторов

Рассматривая потери в полупроводниковых ключах, стоит заметить, что в общем случае они имеют четыре составляющие: потери в закрытом состоянии; потери на управление; потери проводимости (статические потери) и коммутационные потери (динамические потери). Потери в закрытом состоянии ввиду малых токов утечки у современных полупроводниковых приборов пренебрежимо малы. В диапазоне частот переключения до нескольких сотен килогерц в полупроводниковых ключах с изолированным затвором можно также не учитывать потери на управление.

Статические потери мощности практически не изменяются с ростом частоты коммутации, в то время как динамические потери, наоборот, зависят от неё напрямую: причиной этому служат конечное время нарастания и спада тока в канале проводимости, увеличение времени переключения из-за действия отрицательной обратной связи между выходной и входной цепью ключа, а также наличие паразитных энергонакапливающих компонентов – индуктивности в силовом контуре и выходной емкости ключей [1].

Ввиду вышеуказанных факторов фронты тока и напряжения на ключах будут попеременно опережать друг друга; при этом будет наблюдаться максимально возможное перекрытие между импульсами тока и напряжения ключей, сопровождающееся большими потерями энергии на его фронтах и срезах. Для избегания подобных потерь существует несколько способов, в том числе «мягкая» коммутация, рассматриваемая в данной работе [2].

Рассмотрим схему, в которой применяется «мягкая» коммутация силовых транзисторов.

На рис. 1 показана принципиальная схема повышающего ШИМ-преобразователя с переключением при нулевом напряжении. Он отличается от обычного повышающего ШИМ-преобразователя наличием дополнительной резонансной сети, состоящей из резонансной катушки индуктивности (L_r), вспомогательного переключателя ($K1$) и диода ($D1$). C_r – это конденсатор резонансной цепи, который включает в себя выходную емкость силового ключа.

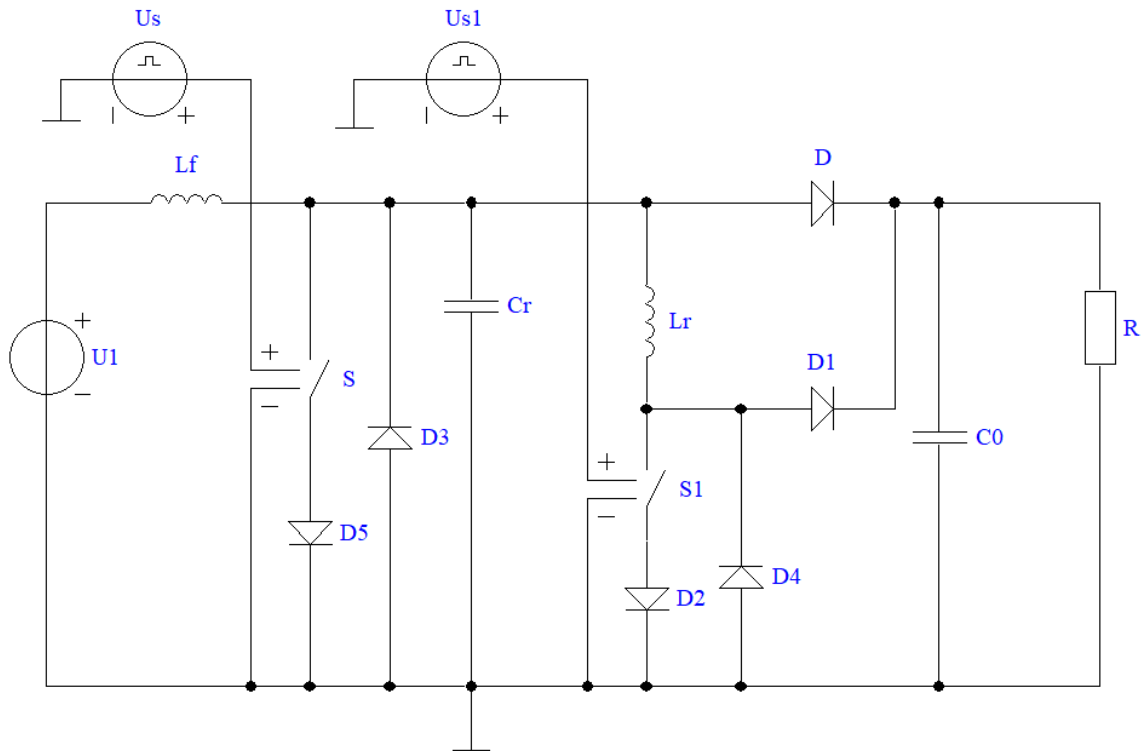


Рис. 1. Повышающий ШИМ-преобразователь с переключением при нулевом напряжении

Для сравнения рассмотрим процессы «жёсткой» и «мягкой» коммутации ключей. На рис. 2 и рис. 3 представлены графики тока и напряжения на ключе для соответствующих типов переключения. Легко видеть, что в случае «жёсткой» коммутации ни ток, ни напряжение на ключе в процессе коммутации не равны 0, значит на транзисторе выделяется мощность, что означает наличие потерь. Напротив, при «мягком» переключении ток становится почти равным нулю, что значит выделяемая мощность в ключе также стремится к нулю [3].

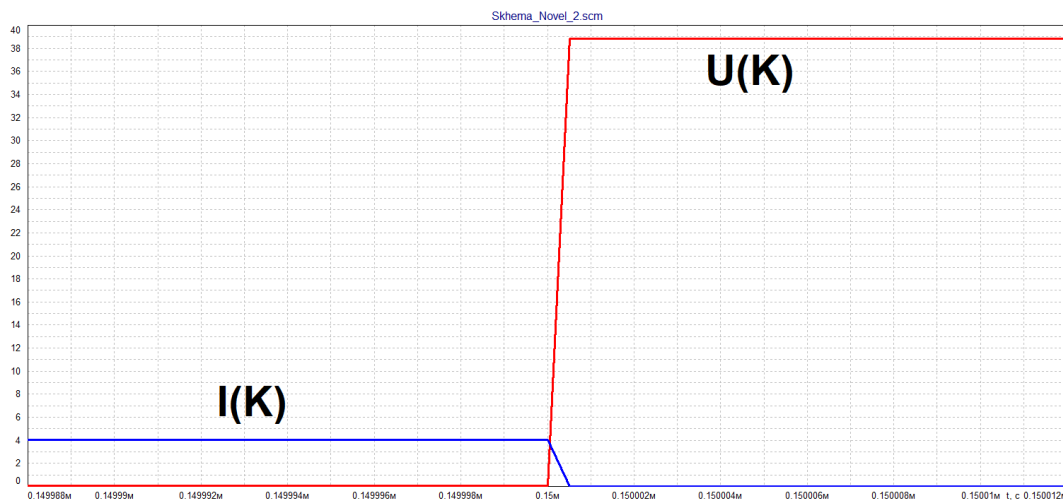


Рис. 2. процесс «жёсткого» переключения ключа



Рис. 3. процесс «мягкого» переключения ключа

Преимуществами схемы ШИМ-преобразователя с «мягкой» коммутацией являются:

- 1) Плавное переключение как для транзистора, так и для выпрямительного диода, что позволяет избежать высоких потерь при переключении, высокого уровня шума и проблем с отказом устройства из-за обратного восстановления выпрямительного диода;
- 2) Минимальное напряжение переключения и токовые нагрузки;
- 3) Поддержание плавного переключения для широкого диапазона линий и нагрузок;
- 4) Работа на постоянной частоте, что существенно упрощает оптимизацию и модернизацию данной схемы.

В работе были исследованы преобразователи постоянного напряжения с «мягкой» коммутацией. Разобраны их схемы и временные диаграммы токов и напряжений данных преобразователей. Исследованы причины динамических потерь в преобразователе постоянного напряжения, их составляющие и методы борьбы с ними. Действенным

способом уменьшения динамических нагрузок в преобразователях являются методы «мягкой» коммутации. Сделаны выводы о преимуществах повышающего ШИМ-преобразователя с переключением при нулевом напряжении.

Список используемых источников:

1. Воронин, П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Издательский дом Додэка-XXI. – 384 с.
2. Воронин, П.А. Резонансные ключи: основные типы и применение / П. А. Воронин, И. П. Воронин // Электротехника. – 2013. – № 12. – С. 40–46.
3. Зиновьев, Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с

Grishin V., Trofimushkin M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of a DC voltage converter with "soft" switching of power transistors. In the modern world, DC/DC converters are used everywhere: in LED lighting power supplies, inverter-type welding machines, battery chargers, etc. As a rule, such converters are characterized by «rigid» switching of key semiconductor elements, which is accompanied by a high level of dynamic losses and electromagnetic interference, as well as complex circuit solutions to protect against overloads. The use of soft switching transistors allows you to partially eliminate the above problems.

Key words: voltage converter, power transistors, output voltage, switching frequency, switching at zero voltage, “soft” switching of transistors.

УДК 621.318.434.1

ГРНТИ 45.03.09

СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ ДРОССЕЛЯ С ФЕРРИТОВЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

Д. А. Кутнякова

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

При проектировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) разработчикам необходимо знать частотные характеристики импедансов (комплексные сопротивления) конденсаторов и дросселей и их точные высокочастотные эквивалентные электрические структурно-параметрические схемы замещения. Дроссель и конденсатор в широкой области частот представляют из себя сложное устройство, и использование «старых» схем замещения не всегда корректно при проектировании РЭА. Для решения подобной задачи необходимо разработать новые схемы замещения.

схема замещения, синтез, дроссель, комплексное сопротивление, комплексная магнитная проницаемость

Любая современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) не обходится без реактивных элементов. Одними из важных и наиболее сложных (в расчете и производстве) реактивных элементов являются дроссели. Они являются частью сглаживающего фильтра и фильтра радиопомех (ФРП) в современных импульсных источниках электропитания. Поэтому при проектировании РЭА разработчикам необходимо знать частотные характеристики импедансов (комплексных сопротивлений) дросселей, а также их точные высокочастотные эквивалентные электрические структурно-параметрические схемы замещения (поведенческие модели).

В [1] была построена схема замещения дросселя с тороидальным ферритовым сердечником, т.к. именно этот материал наиболее часто используется в силовой электронике. Данная схема замещения была построена с учетом физических эффектов (влияние сопротивления провода, влияние материала сердечника, взаимное влияние провода и материала сердечника), т.е. была сделана попытка объяснить, почему частотные характеристики (модуль и фаза) комплексного сопротивления так ведут себя в широкой полосе частот (до 500 МГц).

В [2] было предложено разделить в схеме замещения дросселя влияние провода и влияние сердечника на комплексное сопротивление дросселя (рис. 1). Это позволяет: использовать данную схему замещения при любом количестве витков обмотки, любом проводе обмотки, любой формы и типа сердечника; найти комплексную магнитную проницаемость материала сердечника из схемы замещения дросселя, полученной из измеренного комплексного сопротивления дросселя; отдельно рассмотреть влияние провода и сердечника на комплексное сопротивление дросселя, что позволило лучше понять физику процессов, протекающих в дросселе. Кроме того, такое

разделение позволит использовать данную схему замещения для дросселя, использующего различные сердечники, не обладающие собственной резонансной частотой (нанокристаллические и аморфные сплавы с различной проницаемостью, мо-пермаллой и другие магнитодиэлектрики). С небольшими изменениями (учет межвитковой связи, индуктивности рассеивания и т.д.) данную схему замещения можно скорректировать для двух-, трехобмоточного дросселя, трансформатора.

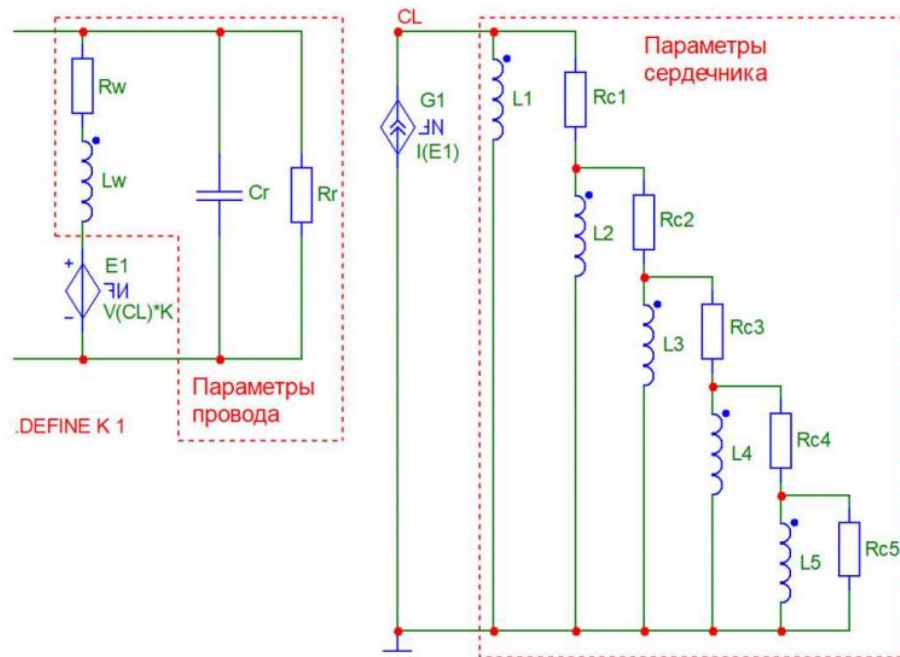


Рис. 1. Эквивалентная схема замещения дросселя с нанокристаллическим сердечником

Для разработки новой схемы замещения дросселя с ферритовым сердечником можно использовать подход, предложенный в [2] (разделение в схеме замещения дросселя влияние провода и влияние сердечника).

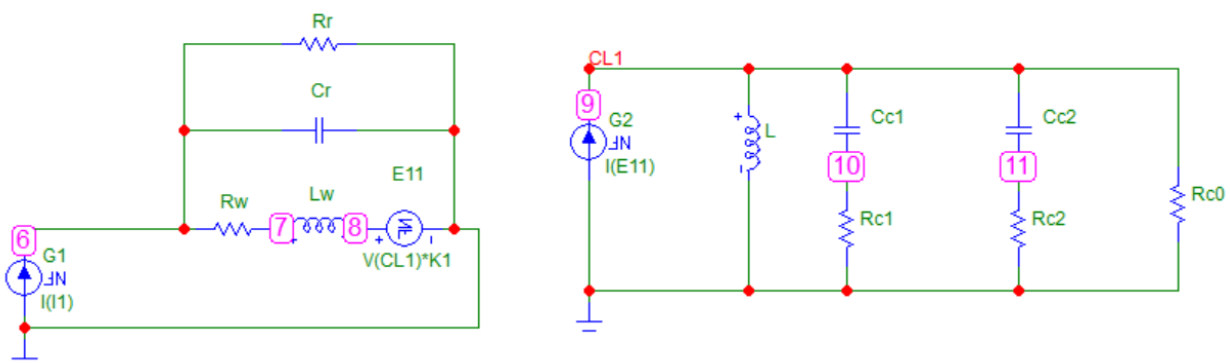


Рис. 2. Эквивалентная схема замещения дросселя, намотанного на феррите, с разделением влияния провода и сердечника

Предложенная схема замещения дросселя представлена на рис. 2.

Далее необходимо найти параметры модели провода и модели сердечника. Как уже было сказано, представленные параметры в статье [1] не подходят для данного вида схемы (рис. 2).

Для нахождения параметров схемы замещения воспользуемся подходом, предложенным в [1, 2]. Подход заключается в том, что по измеренным частотным характеристикам комплексного сопротивления двухполюсника для каждого участка комплексного сопротивления подбирается схема замещения с попыткой объяснения физических процессов. В нашем случае будем использовать данный подход для нахождения параметров отдельно для схемы замещения провода и отдельно для схемы замещения ферритового сердечника.

В таблице 1 приведены полученные параметры схемы замещения (рис. 2) в зависимости от количества витков.

ТАБЛИЦА 1. Параметры схемы замещения дросселя с 1–4 витками

Значения	Количество витков			
	1	2	3	4
R_w , мОм	0,015	0,015	0,015	0,015
L_w , мкГн	0,6	0,6	0,9	1,6
C_R , пФ	3	3	3	3
R_R , кОм	11	11	11	11
K	1	4	9	16
L , мкГн	4	4	4	4
C_{C1} , нФ	5	5	5	5
C_{C2} , нФ	0,5	0,5	0,5	0,5
R_{C1} , Ом	20	20	20	20
R_{C2} , Ом	18	18	18	18
R_{C0} , Ом	500	500	500	500

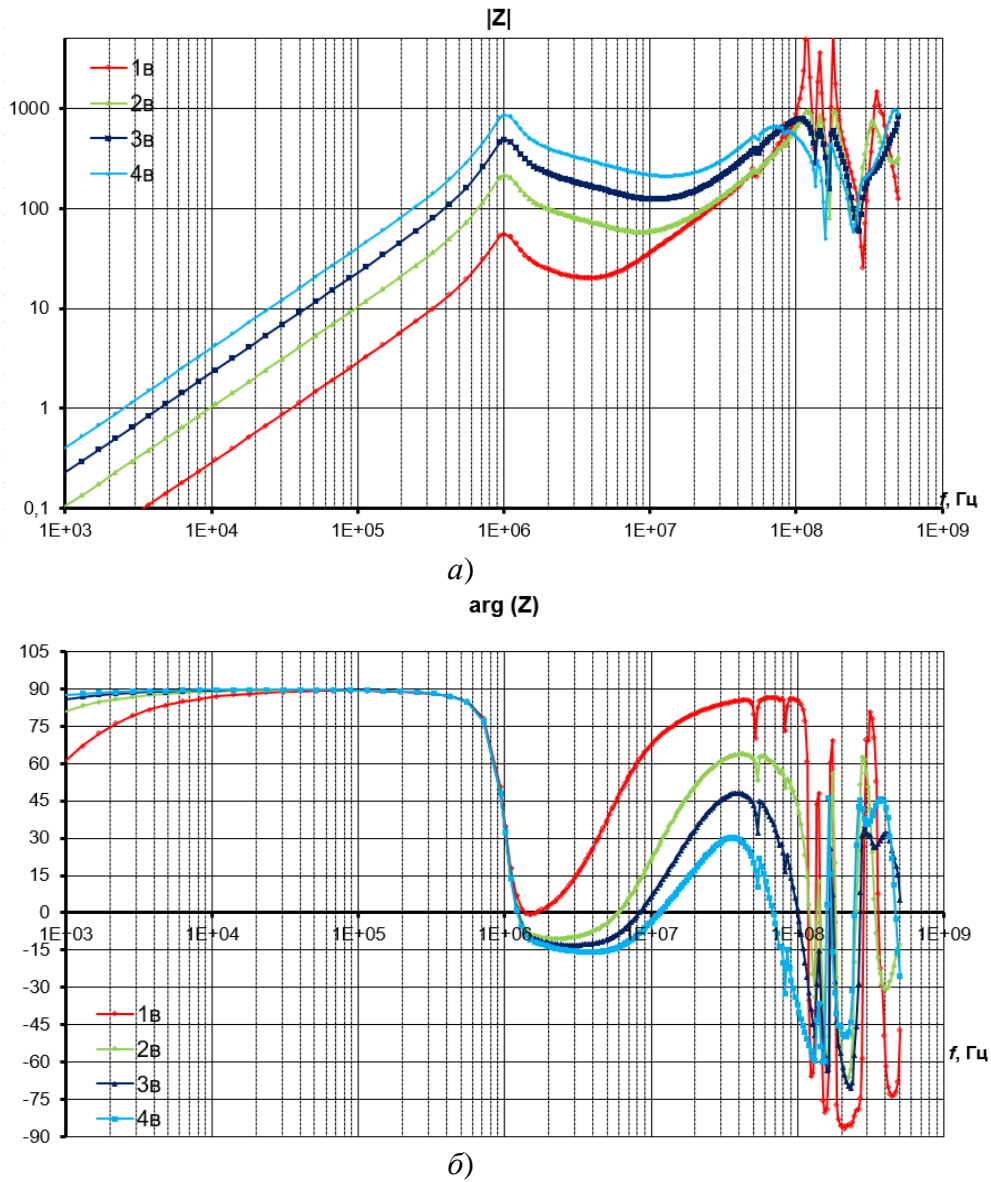


Рис. 3. Измеренные модуль (а) и фаза (б) комплексного сопротивления дросселя с различным количеством витков (1-4 витков)

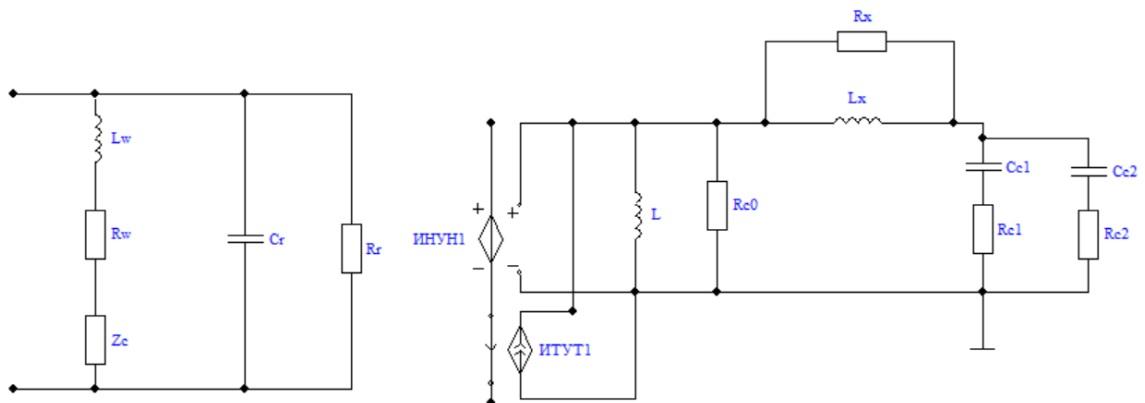


Рис. 4. Эквивалентная альтернативная схема замещения дросселя, намотанного на феррите с разделением влияния провода и сердечника

На рис. 3 представлены измеренные модуль и фаза комплексного сопротивления с различным количеством витков, благодаря которым удалось получить параметры схемы замещения дросселя.

В таблице 1 подобранные параметры модели провода (R_W , C_R , R_R) и модели сердечника (L , C_{C1} , C_{C2} , R_{C1} , R_{C2} , R_{C0}) совпадают в зависимости от количества витков, что и являлось задачей данной работы. Однако параметр L_W различается – увеличивается с нарастанием количества витков. То есть данный параметр является зависимой величиной от количества витков.

Т.к. получился параметр, зависящий от количества витков, то его необходимо внести в модель сердечника. Внесем эту дополнительную индуктивность L_X после основной индуктивности L (рис. 4). Согласно рис. 3 добротность ВЧ-резонса падает с увеличением витков, т.к. с ростом витков увеличивается разница между модулем сопротивления модели дросселя и измеренным модулем сопротивления дросселя. Для учета зависимости добротности ВЧ-резонанса от количества витка в модель сердечника было введено сопротивление R_X , параллельно включенное с индуктивностью L_X (рис. 4).

Новые измеренные данные схемы замещения дросселя представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Параметры схемы замещения дросселя с 1–9 витками

	Количество витков						
	1	2	3	4	5	6	9
L , мкГн	4	4	4	4	4	4	4
C_{C1} , нФ	5	5	5	5	5	5	5
C_{C2} , нФ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
C_R , пФ	3	3	4	4	4	4	3
K	1	4	9	16	25	36	81
R_{C0} , Ом	500	500	500	500	500	500	500
R_{C1} , Ом	20	20	20	20	20	20	20
R_{C2} , Ом	18	18	18	18	18	18	18
R_R , Ом	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
R_W , мОм	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
L_W , мкГн	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
L_X , мкГн	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
R_X , Ом	10	10	10	10	10	10	10

Также для более точной проверки найденных параметров было решено провести эксперимент на еще большем количестве витков, а именно на десяти и тринадцати витках.

В таблице 3 представлены параметры схемы замещения дросселя с десятью и тринадцатью витками.

ТАБЛИЦА 3. Параметры схемы замещения дросселя с десятью и тринадцатью витками

	Количество витков	
	10	13
L , мкГн	4	4
C_{C1} , нФ	5	5
C_{C2} , нФ	0,5	0,5
C_R , пФ	5	5
K	100	169
R_{C0} , Ом	500	500
R_{C1} , Ом	20	20
R_{C2} , Ом	18	18
R_R , Ом	80000	80000
R_W , мОм	0,015	0,015
L_W , мкГн	0,04	0,6
L_x , мкГн	0,035	0,035
R_x , Ом	10	10

На основании предложенного подхода синтеза двухполюсника предложена новая схема замещения дросселя с ферритовым сердечником (рис. 4), частотные характеристики которых близки с измеренными частотными характеристиками сопротивления дросселя в широкой полосе частот (от 0 Гц до 500 МГц). Это позволяет использовать данную схему замещения дросселя при проектировании высокочастотных фильтров радиопомех.

Список используемых источников:

1 Дмитриков В.Ф., Шушпанов Д.В. Эквивалентная схема замещения дросселя, намотанного на феррите, в широком диапазоне частот (0 Гц – 500 МГц) // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2021. т. 24. №4. С. 25 – 45.

2 Дмитриков В.Ф., Шушпанов Д.В., Фоченков Э.А. Эквивалентная схема замещения дросселя на нанокристаллическом сердечнике с большой магнитной проницаемостью // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2022. т. 25. №4. С. 100 – 121.

Kutnyakova D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Equivalent circuit for inductor with ferrite core.

When designing electronic equipment (REA), developers need to know the frequency characteristics of the impedances (complex resistances) of capacitors and chokes and their exact high-frequency equivalent electrical structural-parametric equivalent circuits. The inductor and capacitor in a wide frequency range are a complex device, and the use of “old” equivalent circuits is not always correct when designing electronic equipment. To solve this problem, it is necessary to develop new equivalent circuits.

Key words: *equivalent circuit, synthesis, inductor, complex resistance, complex magnetic permeability.*

УДК 681.2
ГРНТИ 47.14.17

РАЗРАБОТКА ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

А. И. Кучерявый, П. С. Мельников, Д. В. Шушпанов

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

В современном мире в связи с распространением цифровой электроники все чаще встречаются преобразователи напряжений с цифровым управлением. В связи с этим современным разработчикам силовой электроники также необходимо изучать и использовать цифровые схемы в своих преобразователях. В статье рассмотрен процесс проектирования, повышающего преобразователя напряжений с цифровым управлением.

повышающие преобразователи, микроконтроллеры, моделирование электронных схем

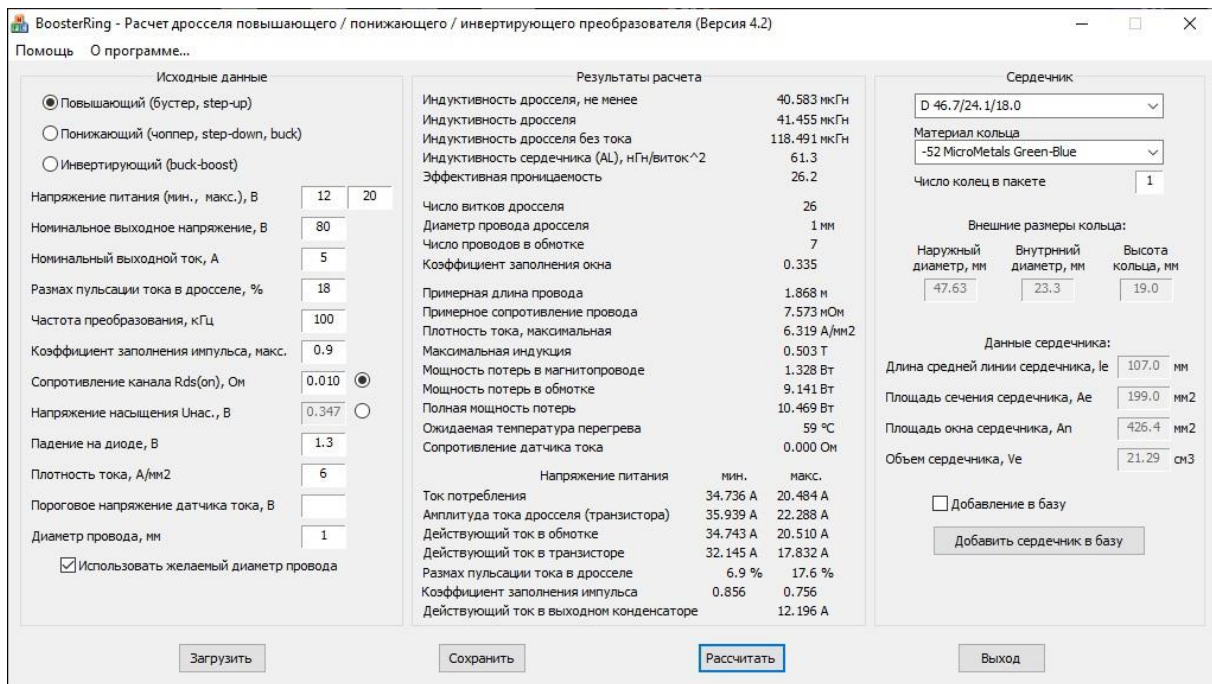
На сегодняшний день существует много вариантов построения схемы управления DC/DC преобразователей. Одним из вариантов является использование обычного микроконтроллера с обвязкой, свойственной для классических DC/DC преобразователей. Как и у других способов, у этого есть плюсы и минусы. К основным плюсам можно отнести: простоту реализации защит любого рода, благодаря широким возможностям даже дешевых микроконтроллеров, простота отладки алгоритма работы преобразователя, возможность добавления различных информационных интерфейсов, как для получения информации о состоянии системы, так и динамической переконфигурации параметров системы, реализация плавного пуска преобразователя.

Преобразователь планируется собрать на двух платах. На первой плате располагается управляющая часть, на второй – силовая. Для первого прототипа было решено проектировать повышающий преобразователь с характеристиками, приведенными в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Планируемые параметры проектируемого преобразователя

Входное напряжение, В	8 – 23
Выходное напряжение, В	48 – 80
Мощность, Вт	Не менее 300
КПД, %	Не менее 92
Охлаждение	Пассивное

Первым делом для дальнейшего проектирования был рассчитан и подобран дроссель при помощи специализированной программы. Результат расчета представлен на рис. 1.



BoosterRing - Расчет дросселя повышающего / понижающего / инвертирующего преобразователя (Версия 4.2)

Помощь О программе...

Исходные данные

- Повышающий (бустер, step-up)
- Понижающий (чоппер, step-down, buck)
- Инвертирующий (buck-boost)

Напряжение питания (мин., макс.), В: 12 20

Номинальное выходное напряжение, В: 80

Номинальный выходной ток, А: 5

Размах пульсации тока в дросселе, %: 18

Частота преобразования, кГц: 100

Коэффициент заполнения импульса, макс.: 0.9

Сопротивление канала Rds(on), Ом: 0.010

Напряжение насыщения Uнас., В: 0.347

Падение на диоде, В: 1.3

Плотность тока, А/мм²: 6

Пороговое напряжение датчика тока, В:

Диаметр провода, мм: 1

Использовать желаемый диаметр провода

Результаты расчета

Индуктивность дросселя, не менее	40.583 мкГн
Индуктивность дросселя	41.455 мкГн
Индуктивность дросселя без тока	118.491 мкГн
Индуктивность сердечника (AL), нГн/виток ²	61.3
Эффективная проницаемость	26.2
Число витков дросселя	26
Диаметр провода дросселя	1 мм
Число проводов в обмотке	7
Коэффициент заполнения окна	0.335
Примерная длина провода	1.868 м
Примерное сопротивление провода	7.573 мОм
Плотность тока, максимальная	6.319 А/мм ²
Максимальная индукция	0.503 Т
Мощность потерь в магнитопроводе	1.328 Вт
Мощность потерь в обмотке	9.141 Вт
Полная мощность потерь	10.469 Вт
Ожидаемая температура перегрева	59 °С
Сопротивление датчика тока	0.000 Ом

Сердечник

D 46.7/24.1/18.0

Материал кольца: -52 MicroMetals Green-Blue

Число колец в пакете: 1

Внешние размеры кольца:

Наружный диаметр, мм	47.63
Внутренний диаметр, мм	23.3
Высота кольца, мм	19.0

Данные сердечника:

Длина средней линии сердечника, le	107.0 мм
Площадь сечения сердечника, Ae	199.0 мм ²
Площадь окна сердечника, Ap	426.4 мм ²
Объем сердечника, Ve	21.29 см ³

Добавление в базу

Добавить сердечник в базу

Загрузить Сохранить **Рассчитать** Выход

Рис. 1. Расчет дросселя для повышающего преобразователя

После выбора дросселя были проведены первые попытки моделирования работы повышающего преобразователя. Тестировались различные варианты топологии, но на данный момент было решено остановиться на полумостовой двухтактной топологии [1], изображенной на рис. 2.

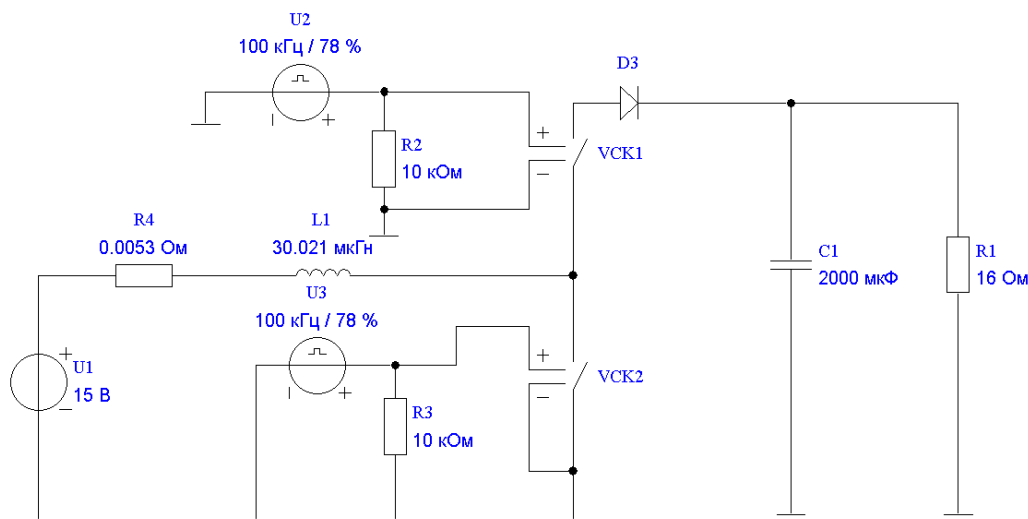


Рис. 2. Схема для моделирования работы преобразователя в программе FASTMEAN

В результате моделирования было получено, что в худшем случае, т.е. при минимальном значении входного напряжения КПД преобразователя составил 93.5%, поэтому эту схемы мы выбрали отправной точкой для сборки DC/DC преобразователя.

Для первой сборки было решено собирать силовую часть на отладочной плате, а управляющую часть взять со схожего проекта, для удешевления сборки макета и дополнительной подстраховки от ошибок перед проектированием финальной печатной платы проекта. На рис. 3 изображена принципиальная схема преобразователя со всей обвязкой на данный момент.

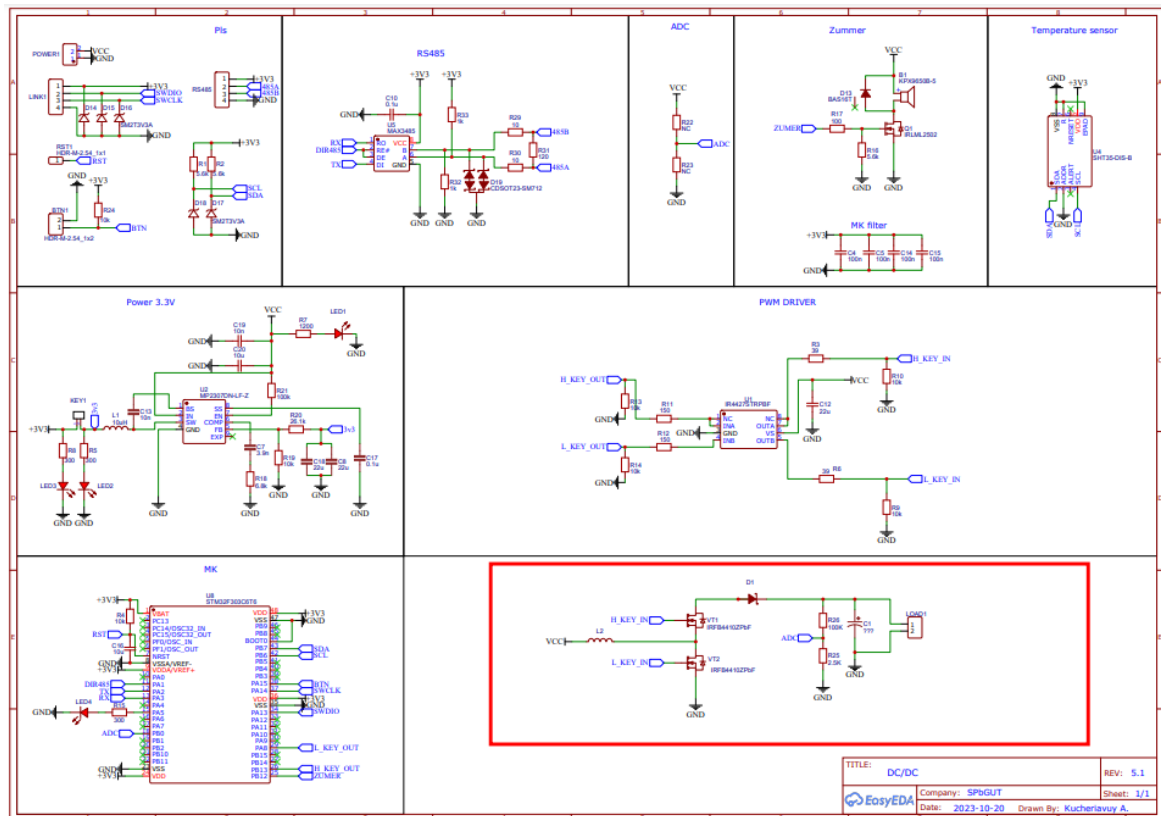


Рис. 3. Принципиальная схема DC/DC преобразователя

На рис. 3 можно увидеть, что в качестве микроконтроллера был выбран STM32F303C6T6, планируется использовать его таймеры в режиме PWM Generation [2] для формирования ШИМ сигнала. Также можно увидеть генератор собственных нужд на основе микросхемы MP2307DN-LF-Z с широким входным напряжением. Драйвером для ключей служит специализированная двухканальная микросхема IR4427STRPBF. Также в преобразователе присутствует интерфейс RS485 для отладки и переконфигурации системы и зуммер для звуковой индикации в случае срабатывания какой-либо из защит. Для реализации обратной связи планируется использовать АЦП микроконтроллера в режиме DMA для минимально возможной времени задержки обратной связи [3]. Часть схемы, обведенную красным цветом, планируется распаять на отладочной плате, остальные компоненты расположены на плате изображенной на рис. 4.

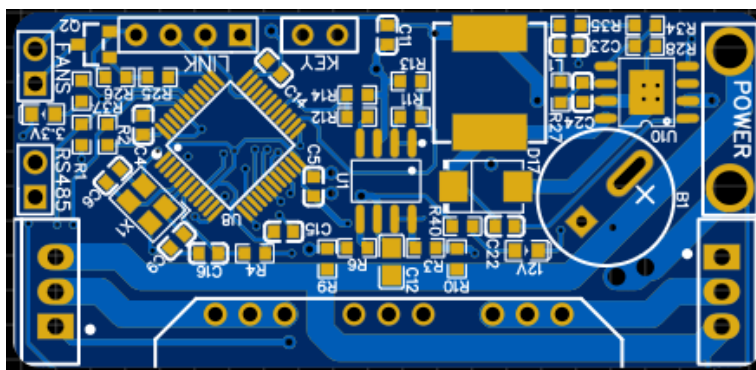


Рис. 4. Печатная плата для схемы управления.

На данный момент производится сборка и первичная отладка преобразователя. Первые полученные результаты подтверждают жизнеспособность рассматриваемой в статье схемы.

Список используемых источников:

1. Раймонд Мэк. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению. М.: Додэка-XXI 2008. 272 с.
2. Carmine Noviello. Mastering STM32. М: Leanpub, 2015. 842 с.
3. Trevor Martin. The Insider's Guide To The STM32. М: Hitex, 2008. 88 с.

Kucheryavii A., Melnikov P., Shushpanov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a digitally controlled step-up converter.

With the rise of digital devices in modern world conversion of electrical voltage is conducted with the digital control systems all the more frequently. Modern electronic engineers are forced to develop and use digital control systems. The process of development of boost converter with the use of digital control system is reviewed in this article.

Key words: boost converters, microcontroller, electronic circuitry simulation.

УДК 631.544.41
ГРНТИ 68.85.35

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕПЛИЦЫ С БИОРЕАКТОРОМ

Г. Д. Муравьев

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

Сельское хозяйство в северных регионах вынуждено учитывать такой фактор, как раннее похолодание. Из-за тяжелых климатических условий не удастся вырастить более одного урожая овощей или фруктов, в отличие от южных регионов, где есть возможность собрать более двух урожаев за сезон. Для решения этой проблемы предлагается использование автоматизированной теплицы с биореактором в качестве источника энергии.

автоматизация теплиц, биореактор, термогенные бактерии, двигатель Стирлинга

Основная идея заключается в существовании термогенных бактерий [1], которые в процессе своей жизнедеятельности способны разогревать субстрат в котором находятся до 60 градусов Цельсия. В качестве субстрата можно использовать любую органику, доступную на сельскохозяйственном предприятии или в частном хозяйстве: навоз, сено, торф. Субстрат помещается в стальную бочку, представляющую из себя биореактор. Затем субстрат сильно утрамбовывается и перемешивается с термогенными бактериями. Крышка закрывается, и биореактор нагревается до необходимой температуры. Внутри биореактора находится теплообменный стержень, который соединен с горячей частью двигателя Гамма - Стирлинга [2]. Еще один теплопроводный стержень закапывается на 2-3 метра вместе с пассивным радиатором и теплоизолируется от верхних, более горячих, слоев земли до момента подключения к горячей части двигателя Гамма - Стирлинга. Таким образом, мы обеспечиваем минимальный перепад температуры в 50 градусов Цельсия, что более чем достаточно для обеспечения работы двигателя Гамма - Стирлинга. Его конструкция практически не требует обслуживания, так как имеет мало подвижных деталей, и рабочее тело (воздух) перемещается в замкнутом объеме, изолированное от окружающей среды.

Двигатель Гамма-Стирлинга создает крутящий момент на маховике, закрепленном на кронштейне биореактора. К маховику посредством вала присоединен генератор, шибберный или поршневой насос. При помощи ремня от маховика крутящий момент также передается на вентилятор, направленный на радиатор биореактора для обеспечения циркуляции теплого воздуха в теплице. Также возможны конструкции, где сам маховик представляет собой вентилятор. Генератор, приводимый в движение двигателем Гамма —

Стирлинга, заряжает аккумуляторную сборку формата 18650 через плату контроля и защиты литий-ионных аккумуляторов.

От батареи аккумуляторов питается микроконтроллер arduino Nano или более продвинутые версии: arduino Uno, arduino Mega, в зависимости от поставленных задач, объема теплицы, состояния окружающей среды и необходимого энергопотребления. Также от батареи питаются необходимые для анализа микроклимата в теплице датчики: конденсаторный датчик влажности почвы, датчик влажности и температуры воздуха, датчик освещенности, датчик атмосферного давления.

Для сбора статистической информации необходим модуль со слотом для карты памяти. Опционально для вывода информации можно подключить ЖК дисплей и кнопки для навигации по меню и просмотра статистической информации. В теплице необходимо предусмотреть форточки для охлаждения и понижения влажности воздуха. В случае с маленьким объемом теплицы достаточно форточек небольших размеров, которые можно привести в движение при помощи серво-приводов, запитанных от аккумуляторной сборки. В теплицах большого размера мощности серво-привода не хватит для открытия форточки большого размера. В этом случае необходимо использовать систему валов, шкивов, ремней, понижающих редукторов и кулачковых сцеплений, приводимых в действие сервоприводом для передачи крутящего момента с маховика на ось вращения форточки.

Шиберный или поршневого насос, в зависимости от качества и количества воды на полив, приводится в действие от маховика. При необходимости можно подключить насос через понижающий редуктор [3], для уменьшения скорости прокачивания воды, но увеличения крутящего момента насоса, что позволит прокачивать воду на большее расстояние или большую высоту. Опционально воду после насоса можно подавать на холодную часть двигателя Гамма — Стирлинга, для создания более значительного перепада температур, и увеличения его КПД.

К тому времени когда бактерии закончат свою жизнедеятельность, необходимо открыть крышку биореактора и забрать отработанный субстрат. Его можно использовать как удобрение в сельскохозяйственных нуждах.

Список используемых источников:

1. Большая советская энциклопедия. в 30-ти т.. – 3-е изд.. – М. : Совет. энцикл., 1969 - 1986. ил., карт. <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/110/081.htm>

2. Википедия

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%A1%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0

3. Википедия

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80

Muraviev G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Automated greenhouse with bioreactor.

Agriculture in the northern regions is forced to take into account such a factor as early cooling. Due to harsh climatic conditions, it is not possible to grow more than one crop of vegetables or fruits, unlike in the southern regions, where it is possible to harvest more than two crops per season. To solve this problem, it is proposed to use an automated greenhouse with a bioreactor as an energy source.

Key words: bioreactor, automated greenhouse, thermogenic bacteria, Stirling engine.

УДК 621.373.52
ГРНТИ 47.47.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ФАЗОВЫХ ШУМОВ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ НА ТОЧНОСТЬ ПЛАЗМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Ю. А. Никитин, Я. А. Тихонов

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

В настоящий момент одним из перспективных направлений поиска альтернативного углеводородам источника энергии является термоядерный синтез. Подобная реакция способна протекать только в высокотемпературной плазме. Для оценки состояния плазмы используют микроволновое измерение электронной плотности. Точность этого измерения зависит от фазовых шумов синтезатора частот.

частотный синтез, фазовый шум, диагностика плазмы, ТОКАМАК

На сегодняшний день особо остро стоит проблема поиска альтернативного источника энергии взамен сжигаемому углеводородному топливу. Одним из перспективных направлений поиска является термоядерный синтез. Наибольшие успехи по освоению этого метода получения энергии были достигнуты на установках типа ТОКАМАК [1].

В ТОКАМАКе высокотемпературная (достигающая 20-30 миллионов градусов) плазма удерживается при помощи тороидальных магнитных катушек. Стабильность плазмы при этом возможно оценить по трем основным показателям: времени удержания, температуре и плотности электронов. Электронная плотность может измеряться при помощи CO₂-лазерной установки или методами микроволновой интерферометрии [2].

Микроволновым интерферометром называют прибор для зондирования плазмы СВЧ-излучением. Он представляет собой узкополосный приемопередатчик. В результате прохождения через плазму, электрическая длина пути СВЧ-луча возрастает, что приводит к набегу фазы сигнала. Известно, что в простейшем случае набег фазы $\Delta\Phi(t)$ связан с плотностью зарядов в плазме $n_e(t)$ линейным образом:

$$n_e(t) = \frac{2\varepsilon_0 m_e c_0}{q_e^2} \frac{2\pi F_c \Delta\Phi(t)}{L},$$

где ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума, c_0 – скорость света в вакууме, m_e – масса электрона, F_c – частота излучения, q_e – заряд электрона в вакууме и L – расстояние между приемной и передающей антеннами.

На рис. 1 приведена схема одного из интерферометров, произведенных компанией ООО “ДОК” для плазменной диагностики для Института Ядерной Физики имени Г.И. Будкера СО РАН.

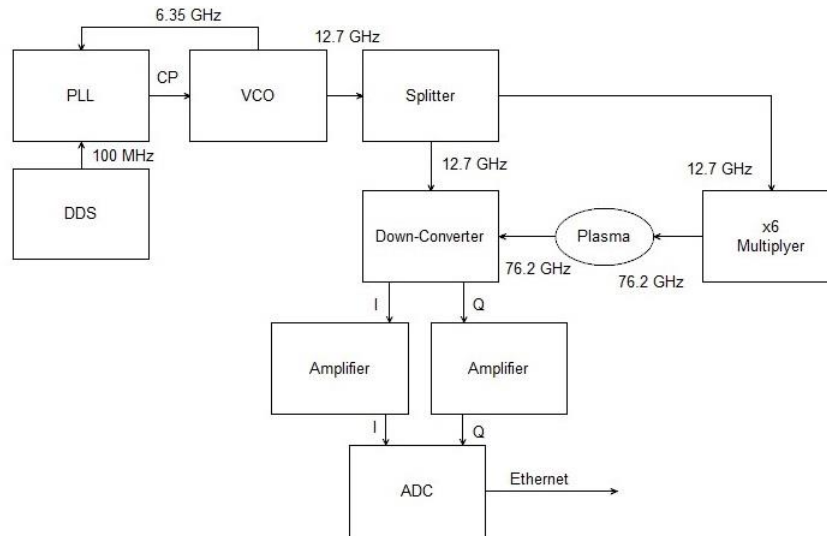


Рис. 1. Блок-схема интерферометра

В качестве задающего генератора была использована схема с DDS, которая позволяет получить малый шаг частотной перестройки, но обладает не самыми лучшими фазовыми шумами. Петлевой фильтр синтезатора был рассчитан и оптимизирован таким образом, что результирующие фазовые шумы при $f_c=12.705$ ГГц составили -87 dBc/Hz на отстройке 10 кГц (рис. 2а). Полученный с интерферометра сигнал ПЧ был оцифрован и на основании записанных данных был произведен анализ его фазового шума (рис. 2б), среднеквадратичное отклонение которого составило 0.2806° .

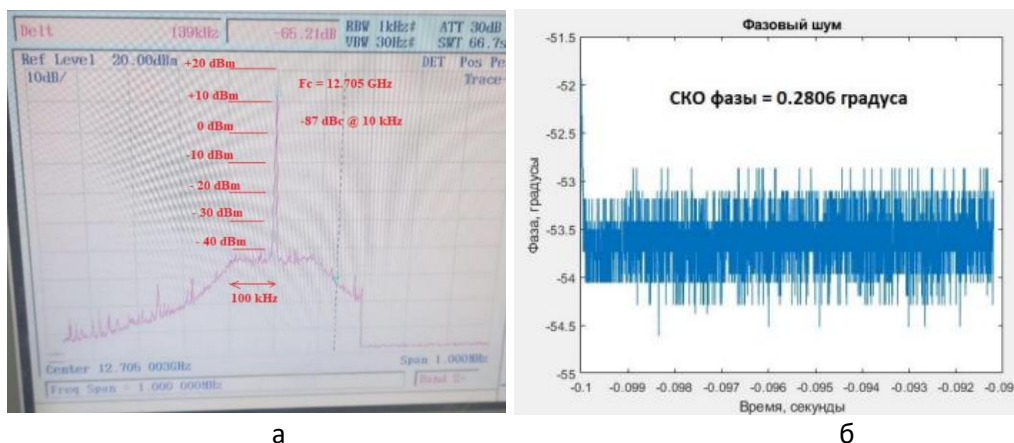


Рис. 2. Спектр синтезатора частот (а) и среднеквадратичное отклонение фазы сигнала ПЧ (б)

В целях экспериментальной проверки влияния фазовых шумов синтезатора частот на точность определения фазы сигнала ПЧ, спектр был искусственно ухудшен путем использования более шумного источника питания DDS-генератора (рис. 3а). Таким образом, получившиеся фазовые шумы составили -74 dBc/Hz, а СКО фазы сигнала ПЧ 1.7797° (рис. 3б).

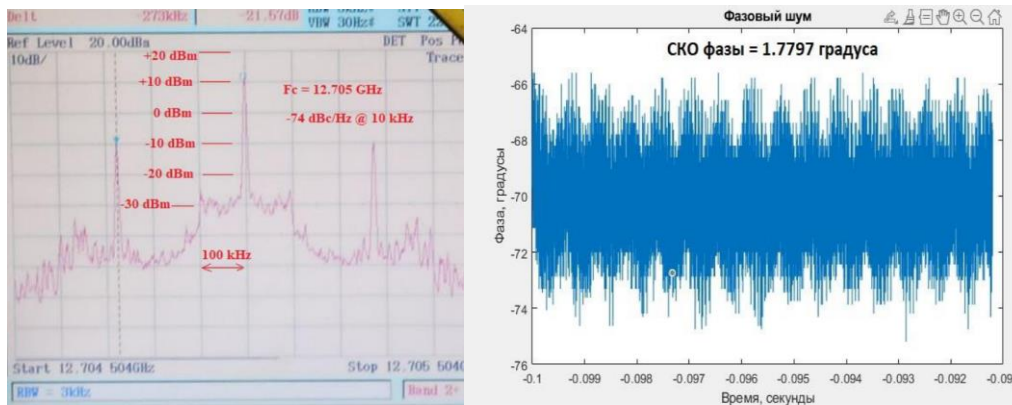


Рис. 3. Искусственно ухудшенный спектр синтезатора частот (а) и среднее квадратичное отклонение фазы сигнала ПЧ (б)

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что фазовые шумы синтезатора оказали существенное влияние на точность определения фазы всего устройства. Таким образом, задача уменьшения фазовых шумов является одним из приоритетных направлений на пути к улучшению интерферометрического метода диагностики высокотемпературной плазмы.

Список используемых источников:

1. Хвостенко П.П., Анашкин И.О., Бондарчук Э.Н., Инютин Н.В., Крылов В.А., Левин И.В., Минеев А.Б., Соколов М.М. Экспериментальная термоядерная установка токамак Т-15МД // Вопросы атомной науки и техники: науч.-техн. сборник / Под ред. Е. П. Велихова Москва : Изд-во НИЦ “Курчатовский институт”, 2019. Т. 42, Вып. 1. С. 15–38.
2. R. J. Smith, TAE A combined millimeter wave and CO₂ interferometer on the C-2W Jet plasma // Proceedings of the 22nd Topical Conference on High-Temperature Plasma Diagnostics, USA, April 16-19, 2019. Review of Scientific Instruments vol. 89, issue 10, AIP Publishing, October 2018

Tikhonov I., Nikitin Y.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research of the influence of the level of phase noise of a frequency synthesizer on the accuracy of plasma diagnostics.

At the moment, one of the promising directions in the search for an alternative energy source to hydrocarbons is thermonuclear fusion. Such a reaction can only occur in high-temperature plasma. To assess the state of the plasma, microwave electron density measurements are used. The accuracy of this measurement depends on the phase noise of the frequency synthesizer.

Key words: *frequency synthesis, phase noise, plasma diagnostics, ТОКАМАК.*

УДК 621.317.3
ГРНТИ 90.27.34

СПОСОБ БЫСТРОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

В. С. Татаев, Д. В. Шушпанов

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

Контроль качества электропитания очень важен для организаций, использующих чувствительное оборудование. Ввиду внедрения систем мониторинга повышаются требования к быстродействию измерителя. В данной работе будет рассмотрен способ измерения действующего значения, обладающий наибольшим быстродействием без снижения точности измерений по сравнению с традиционными методами.

действующее значение, среднеквадратичное значение, True-RMS, Microcap

Одним из наиболее важных показателей качества работы организации является бесперебойная работа оборудования. В случае, когда организация предоставляет информационные услуги, состояние питающей сети напрямую влияет на качество услуг. Для контроля состояния сети практически полезно измерять среднеквадратичное или действующее значение сети, поскольку на линейной активной нагрузке действующее значение переменного тока (или напряжения) за один период совершает ту же самую работу, что и постоянный ток (напряжение) аналогичного уровня. Поскольку все современные вычислительные устройства имеют как минимум один корректор мощности в составе блока питания, в общем случае можно рассматривать их, как линейную нагрузку.

Для любой непрерывной функции среднеквадратичное значение рассчитывается по формуле:

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt} \quad (1)$$

где F – среднеквадратичное значение функции, $f(t)$ – функция от времени, T - период функции. В случае синусоидального сигнала:

$$U = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u(t)^2 dt} = \sqrt{\frac{U_{\max}^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2(t) dt} \quad (2)$$

учитывая, что

$$\int \sin^2(x) dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin(2x)}{4} + C, \quad (3)$$

Получим:

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

Из (4) следует, что действующее значение удобно рассчитать из амплитудного. В работе [1] предложено использовать квадраторы для выделения амплитудного значения синусоидального сигнала, блок-схема устройства представлена на рис. 1.

К1 и К2 – квадраторы, ФС – фазосмещатель, БИК – блок извлечения квадратного корня. Если использовать сумматор с коэффициентом деления $K=1/2$, то на выходе будет формироваться постоянное напряжение по уровню действующего значения входного напряжения.

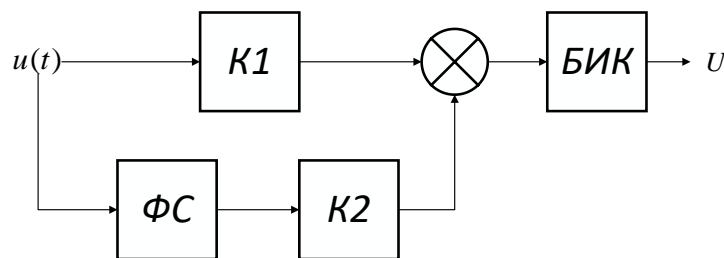


Рис. 1. Блок-схема измерителя на квадраторах

Полная математическая функция примет вид:

$$\sqrt{\frac{U_{\max}^2 (\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t))}{2}} = \sqrt{\frac{U_{\max}^2}{2}} = U \quad (5)$$

Достоинствами данного подхода являются простота реализации и высокое быстродействие. Недостатки: фазосмещатель настроен на заданную частоту, и при её изменении увеличивается ошибка. Кроме того, формула (4) справедлива только для синусоидального напряжения.

Данных недостатков можно избежать, если измерять действующее значение не косвенно, а реализуя на устройстве функцию (1). Такие измерители называются среднеквадратическими или True-RMS. Время формирования выходного сигнала и погрешность будут определяться только выбором той или иной его реализации. Для примера рассмотрим готовое решение: микросхема AD736AQ компании Analog Devices. Время установления выходного сигнала при частоте измеряемого напряжения 50 Гц составит не более 360 мс, заявленная погрешность 0,3%.

В данной работе предлагается для снижения времени измерения (с сохранением точности), измерять действующие значения только отклонений сигнала от некоторого эталонного значения.

Блок-схема выглядит следующим образом (рис. 2): К – квадратор, И – интегратор, ЗУ – запоминающее устройство, УУ – управляющее устройство, БИК – блок извлечения квадратного корня.

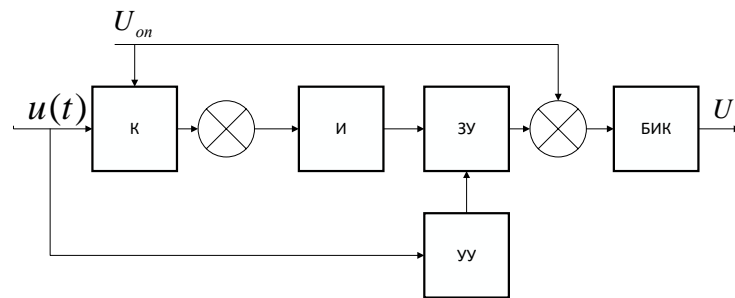


Рис. 2. Блок схема способа быстрого измерения

На вход измерителя подаётся измеряемый сигнал $u(t)$ и эталонное напряжение U_{on} . Формируется квадрат измеряемого сигнала и эталонного напряжения. Затем вычитающий сумматор высчитывает разность квадратов. Интегратор усредняет ряд полученных значений. Управляющее устройство вырабатывает положительный сигнал каждый полупериод входного сигнала, в эти моменты запоминающее устройство записывает результат усреднения. Далее записанный результат суммируется с эталонным значением. После извлечения квадратного корня формируется постоянное напряжение по уровню действующего значения измеряемого сигнала.

Смоделируем в среде Microcap 12. Источник напряжения **V1** задаёт измеряемый сигнал. Источник **V0** – эталонное напряжение. Зависимые источники **E1n** и **E1** моделируют математические преобразования. Источники **Et1** и **Et2** служат для определения полупериода. Запоминающее устройство собрано на устройствах хранения/выборки **Sa1–Sa4**. Момент записи в память устанавливается ключами **Ka1** и **Ka2**. Для интегрирования используются конденсаторы **Ca1** и **Ca2** (рис. 3).

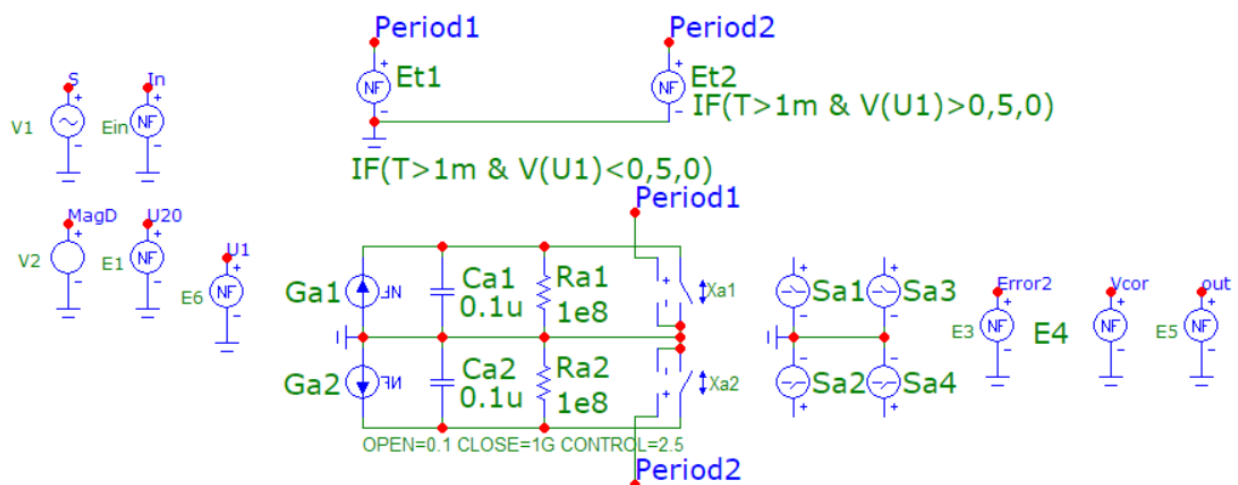


Рис. 3. Моделирование в microcap

Зададим входной сигнал с амплитудой 310 В, 50 Гц. Эталонное напряжение 220 В. На рис. 4 представлены результаты моделирования во временной области. Действующее значение определяется за 12,5 мс, погрешность составляет 0,78 В, или 0,3%.

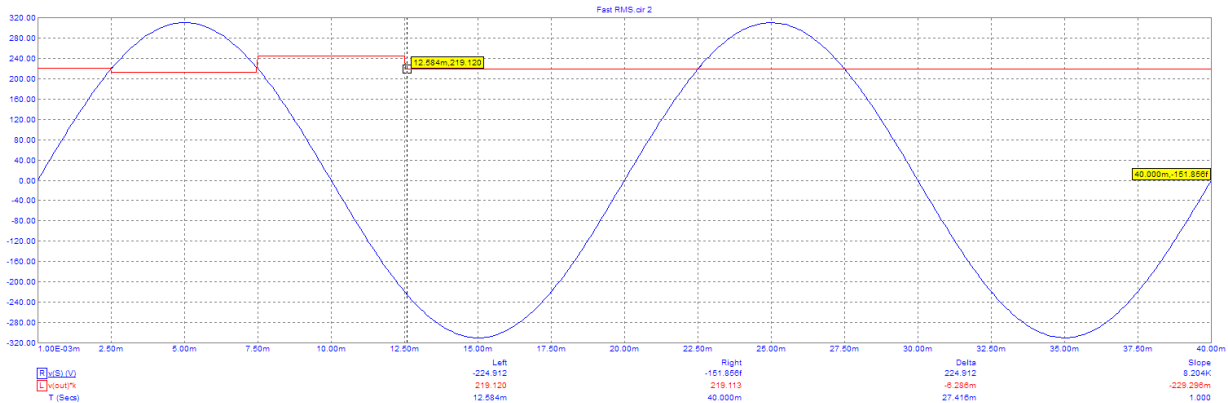


Рис. 4. Результаты моделирования при эталонном напряжении 220 В

Уменьшение эталонного напряжения снижает время измерения, но повышает погрешность. На рис. 5 представлены результаты моделирования при эталонном напряжении 10В. Действующее значение с погрешностью 2,04 В или 0,93% измеряется за 10 мс.

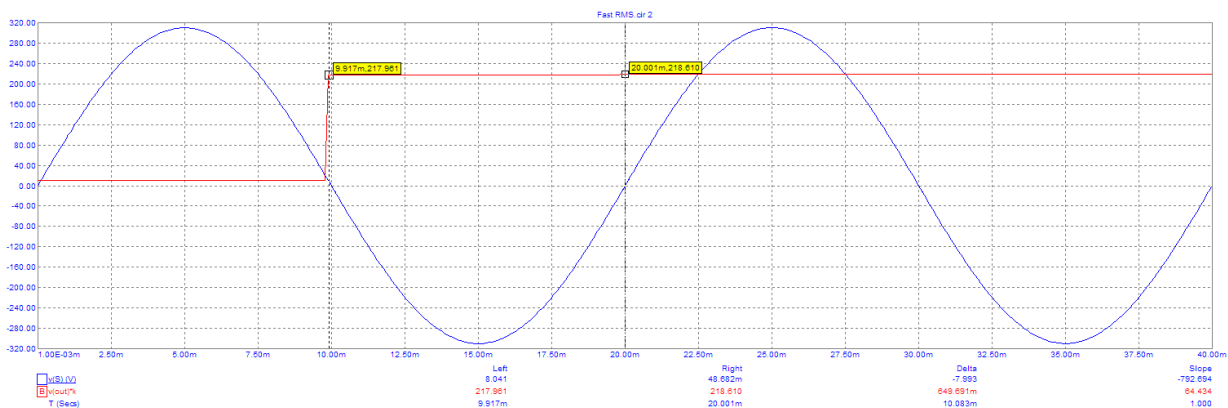


Рис. 5. Результаты моделирования при эталонном напряжении 10 В

Таким образом эталонное напряжение можно подбирать, исходя из требований точности и времени измерения. Важно, что величина эталонного напряжения должна быть строго меньше амплитуды измеряемого напряжения. Поэтому для использования в реальном измерителе, особенно, если на входе могут присутствовать как большие, так и малые сигналы, стоит осуществить подстройку эталонного напряжения, определяя его заново каждую четверть периода измеряемого напряжения, как половину амплитудного значения.

Список используемых источников:

1. Колесников, Е.Б. Применение квадраторов в измерительных преобразователях переменного напряжения // Известия тульского государственного университета. технические науки – 2017. – № 12-1. – С. 179-183.

Tataev V., Shushpanov D.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A method for quickly measuring the current and voltage values.

Power quality control is very important for organizations using sensitive equipment. Due to the introduction of monitoring systems, the requirements for the speed of the meter are increasing. In this paper, we will consider the method of measuring the effective value, which has the highest speed without reducing the accuracy of measurements compared to traditional methods.

Key words: *effective value, RMS value, True-RMS, Microcap.*

РАДИОТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ

2.1. Медиа-технологии и телерадиовещание

УДК 681.84.087
ГРНТИ 47.41.99

РАЗРАБОТКА ЗВУКОВОГО ЭФФЕКТА НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ FUZZ FACE

А. Ю. Баскова

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

В статье представлен краткий обзор популярных устройств эффектов искажений для электрогитары. Проведено исследование бюджетной модели эффекта fuzz, а также аппаратной реализации оригинальной схемы эффекта Fuzz Face на германиевых транзисторах. Сформулированы выводы о направлениях дальнейшей работы по улучшению качества звучания разработанного устройства.

эффект fuzz, гитара, музыкальные эффекты

Музыка, жанровую стилистику которой можно отнести к хеви-метал, хард-рок, изобилует композициями, звучание которых характеризуется как «жесткое». Такое субъективное определение объективно объясняется наличием нелинейных искажений в сигнале электрогитары.

Звуковые эффекты нелинейных искажений можно разделить на три группы: Overdrive, Distortion, Fuzz. Первая группа эффектов вносит искажения только при увеличении уровня входного сигнала. Ко второй группе относятся эффекты, в которых искажения возникают на нелинейных участках сигнала. Третья группа эффектов полностью работает в нелинейном режиме.

Одним из самых популярных эффектов, относящихся к последней группе, является Fuzz Face, впервые изобретенный в 1966 году [1]. Данный эффект обрел популярность, благодаря известному гитаристу Джимми Хендриксу, что повлекло за собой различные модификации, такие как: Big Muff, FZ-3, BassFuzz [2]. Простота технического исполнения позволила многим гитаристам-радиолюбителям получать характерное звучание инструмента, самостоятельно изготовив устройство. В настоящее время на рынке доступно огромное количество готовых устройств группы Fuzz. Одной из бюджетных моделей, доступных начинающим гитаристам, является модель Rowin True Bypass Fuzz [3] (рис. 1):



Рис. 1. Устройство эффектов искажений Rowin True Bypass Fuzz

Спектрограмма и осциллограмма сигналов до и после обработки данным звуковым эффектом представлены на рис.2 и рис.3:

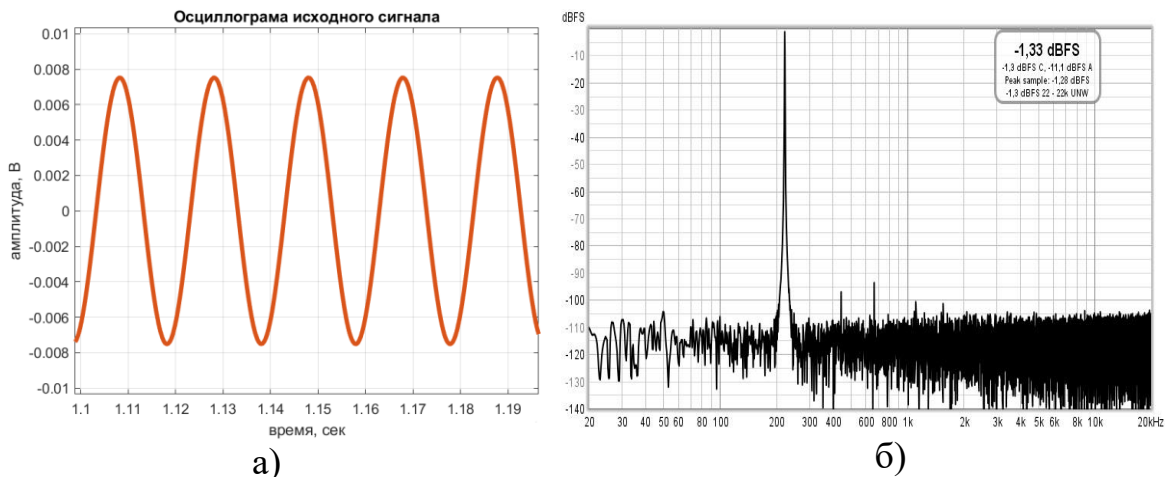


Рис. 2. Осциллограмма (а) и спектрограмма (б) сигнала до обработки эффектом (режим True Bypass)

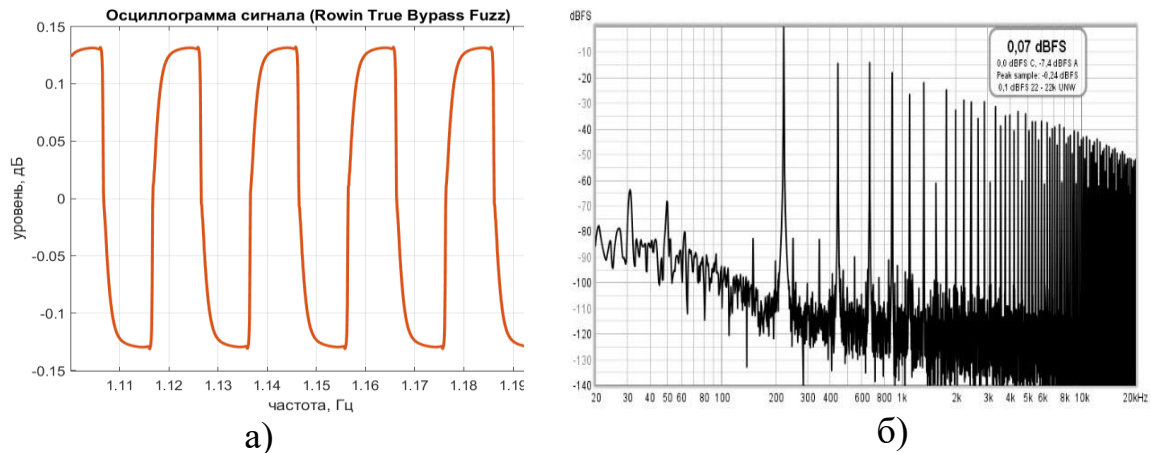


Рис. 3. Осциллограмма (а) и спектрограмма (б) сигнала Rowin True Bypass Fuzz с частотой 222 Гц после обработки эффектом

Графики, представленные на рис. 5, демонстрируют типичную работу устройства звуковых эффектов группы Fuzz: форма синусоидального сигнала значительно искажается по сравнению с исходной, а в спектре появляются как четные, так и нечетные гармоники высокого уровня. Недостатком исследованного устройства, однако, является невозможность питания от батарейки типа «Крона», что реализовано в более дорогих моделях. Использование адаптера питания, подключаемого к сети переменного тока, приводит к возникновению в сигнале помехи сетевой частоты и ее гармоник (рис. 3).

Можно отметить, однако, что характер искажений, формируемых устройством Rowin True Bypass Fuzz, отличается от оригинального эффекта Fuzz Face, реализованного на германиевых транзисторах (рис. 4) [4]. Для получения характерного звучания рок-музыки 1960-х гг. было принято решение изготовить устройство нелинейных искажений самостоятельно.

По схеме, приведенной на рис.4, была разработана педаль Fuzz Face на германиевых транзисторах:

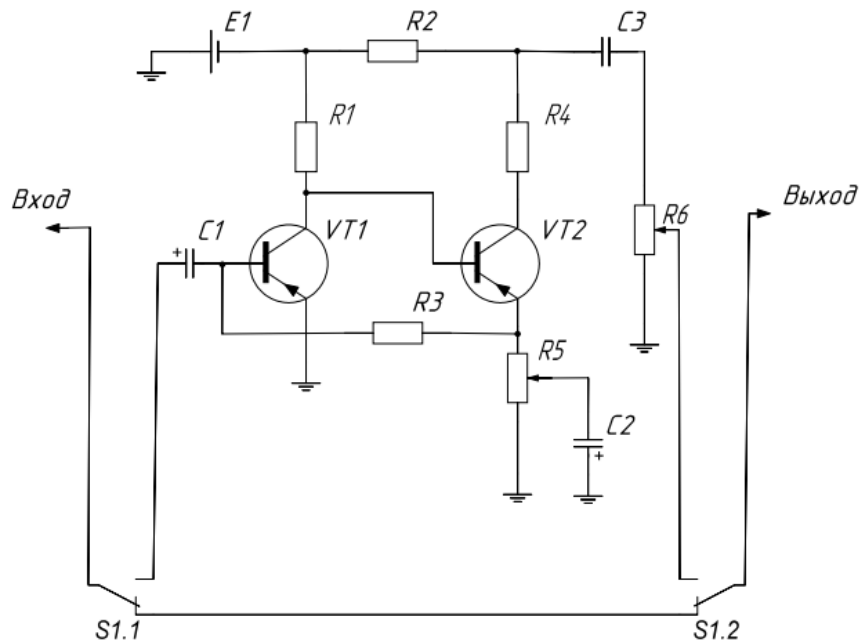


Рис. 4. Принципиальная схема звукового эффекта «Fuzz Face»

Данная схема представляет собой двухкаскадный усилитель с отрицательной обратной связью. Первый (входной) каскад работает в нелинейном режиме. Переменный резистор R5 регулирует величину тока обратной связи между эмиттером VT2 и базой VT1. Второй каскад (выходной) усиливает полученный сигнал.

При моделировании схемы в программе Electronics Workbench полученные осциллограммы исходного сигнала (синий) и сигнала (красный) после обработки представлены на рис.6:

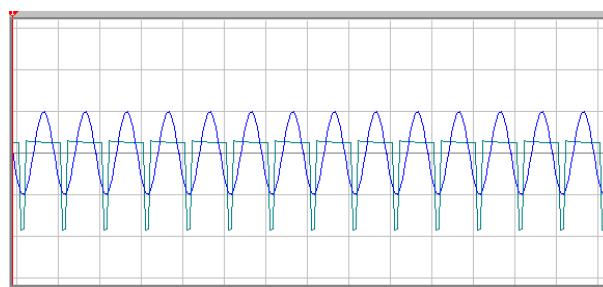


Рис. 6. Осциллограммы исходного сигнала (синий) и сигнала (красный) после обработки

Схема устройства реализована на базе германиевых транзисторов МП42Б, содержит кнопку ЗРДТ для включения и выключения звукового эффекта, два разъема типа TRS 6,35 мм для подключения устройства к электрогитаре и усилителю. Внешний вид изготовленного устройства показан на рис. 8.

Осциллограмма и спектрограмма сигнала после обработки эффектом разработанной модели представлены на рис.7 а, б:

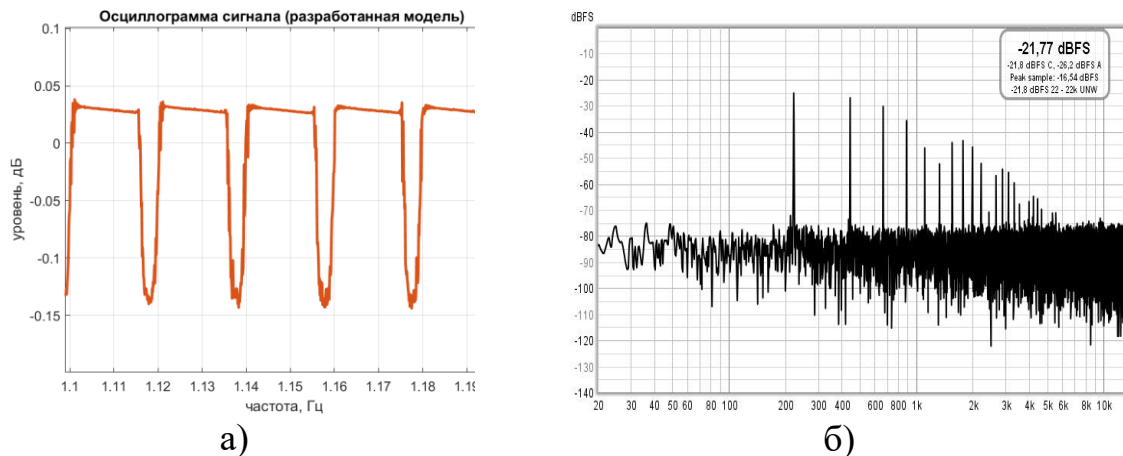


Рис. 7. Осциллограмма и спектрограмма сигнала разработанной модели

Изображение готового устройства представлена на рис.8:



Рис. 8. Изображение готового устройства

Полученные результаты разработанного устройства совпали с результатами моделирования. Характер изменения формы сигнала (рис. 7, а), соответствует оригинальному эффекту Fuzz Face [4]. Отличия спектров и форм сигналов исследуемых моделей, обусловлены различием в схемотехническом решении устройств. Звучание разработанной педали эффекта схоже со звучанием «перегруженного» оригинального устройства. Ввиду высокой стоимости оригинала разработанное устройство вполне может быть использовано в качестве достойного аналога. В перспективе реализованная модель Fuzz Face может быть дополнена различными модификациями для достижения большего разнообразия звучания.

Список используемых источников:

1. Hughes, T. Analog Man's Guide to Vintage Effects / T. Hughes. 2nd ed. For Musicians Only Publishing, 2004. 280 p.
2. Reveillac, J.-M. Musical Sound Effects / J.-M. Reveillac. London : John Wiley & Sons Ltd, 2018. 346 p.

3. Rowin True Bypass Analog Fuzz Electronic Guitar Effect Pedal With Factory Cost [Электронный ресурс] URL: https://aliexpress.ru/item/1005003427509232.html?sku_id=12000025736472547&spm=a2g2w.productlist.search_results.6.651a4aa6KHgfZM (Дата обращения: 13.11.2023)

4. Zölzer, U. DAFX : digital audio effects / Udo Zölzer. — 2nd ed. — London, John Wiley & Sons Ltd, 2011. 602 p.

Baskova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of the sound effect of nonlinear distortion fuzz face.

The paper presents a short review of the popular distortion pedals for an electric guitar. The study of a budget fuzz effect pedal, along with a hardware implementation of an original Fuzz Face design utilizing germanium transistors, was conducted. Conclusions on the further improvement of a sound quality of the developed device are drawn.

Key words: fuzz face, guitar, music effects.

УДК 654.197.6
ГРНТИ 47.51.39

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖАТИЯ МЕДИАКОНТЕНТА КОДЕКОМ AV1

Е. О. Басырева

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

В современном мире развитие технологий кодирования видеоданных становится все более актуальным. Для эффективной передачи по ограниченному каналу связи исходные видеоданные необходимо кодировать так, чтобы визуальные различия между исходным материалом и кодированным были незаметны для наблюдателя. Как раз для этого необходимо использовать кодеки, которые выполняют преобразование исходных данных. В работе рассмотрим один из самых современных и эффективных кодеков для преобразования медиаконтента – AV1, а также сравним его с самым популярный кодеком H.264.

кодирование видео, цифровое изображение, AV1, методы предсказания, Partition

Одной из важнейших практических задач в области цифрового телевидения является сокращение скорости передачи двоичных символов. Эта задача может быть решена путем уменьшения избыточности информации. Уменьшение избыточности обеспечивает сокращение требуемого объема памяти запоминающих устройств при записи медиаконтента. Цель эффективного кодирования — это уменьшение размера видеофайла без значительного ухудшения качества изображения для зрителя. Кодирование с потерями позволяет передать достаточную информацию за счёт меньшего количества бит. Этот процесс полностью зависит от работы кодера и его составляющих (рис.1).

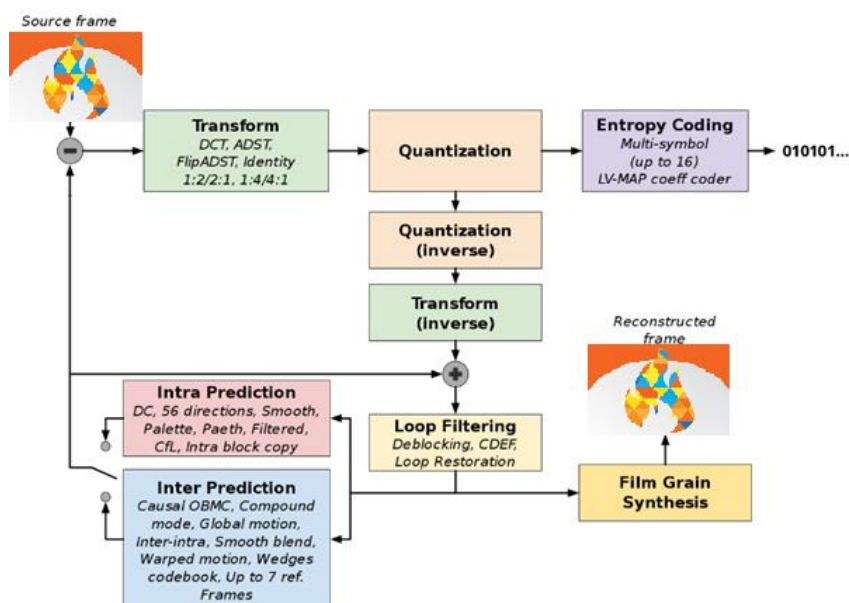


Рис. 1. Схема кодера AV1

Наиболее современный кодек AV1 позволит эффективно кодировать видеофайл без заметного для глаза ухудшения качества воспроизводимого телевизионного изображения.

Достигается это путём нескольких особенностей, которые были введены в кодек AV1. Одной из которых является Partition (Разделение изображения), где каждый кадр делится на прямоугольные или квадратные регионы, которые предсказываются на основе предыдущих закодированных данных. После предсказания остаточная информация (ошибка предсказания) подвергается ДКП (дискретно-косинусное преобразование), квантуется и кодируется с переменной длиной слова [1].

Каждый закодированный кадр или изображение делится на фрагменты фиксированного размера (tiles) и/или серии (Slice—слайс), которые дополнительно делятся на блоки кодирующего дерева (CTU — Coding Tree Units) и макроблоки (CU — Coding Units) (Рис. 2).

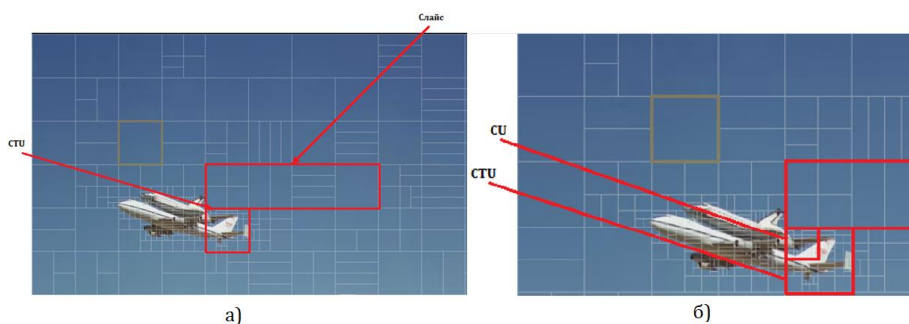


Рис. 2. Пример разделение кадра на: а) Слайсы и CTU; б) CTU и CU

CTU — основная единица кодирования, аналогично макроблоку в более ранних стандартах и может быть размером от 4x4 до 128x128 пикселей, что позволяет более точно разделять объекты без использования крупной пикселизации вдоль границ блоков.

Ещё одной важной особенностью при кодировании видеоконтента является предсказание цветности по яркости (Chroma from Luma, сокращённо CfL) — это один из новых методов предсказания, принятых для AV1[2]. CfL предсказывает цвета в изображении на основе значений яркости. Сначала кодируются и декодируются значения яркости, а затем CfL выполняет обоснованное предсказание цветов (Рис. 3).

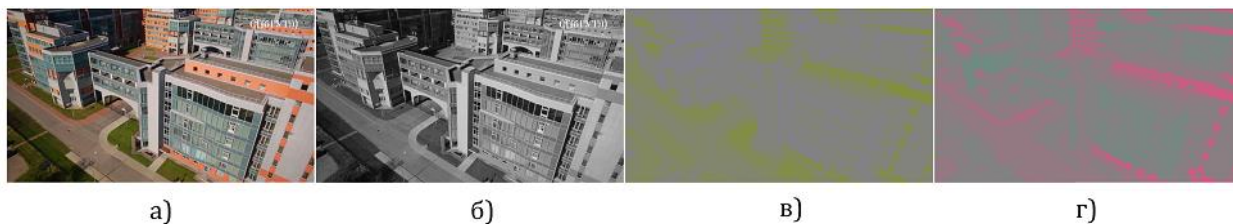


Рис. 3. Разложение изображения в модели YUV (в цветовом пространстве Y'CbCr): а) оригинальное изображение; б) по каналу яркости в) по каналу цветности (Cb); г) по каналу цветности (Cr)

Работа методов предсказания зависит от дискретно-косинусного преобразования (ДКП), которое является преобразованием массива пикселей в массив значений пространственной частоты, и дискретно-синусного преобразование (ДСП), которое оперирует функцией с конечным числом дискретных точек данных.

Поскольку AV1 использует ДСП, помимо ДКП, и преобразование пиксельной области, мы не можем легко выполнить CfL в частотной области. Но AV1 не нуждается в этом. Так что для AV1 мы перемещаем CfL из частотной области обратно в пиксельную область, и это является одной из главных особенностей CfL — основные уравнения одинаково работают в двух областях.

Предсказание цветности по яркости должно свести сложность реконструкции изображения к минимуму. По этой причине кодируем α , чтобы в декодере не происходило затратной аппроксимации наименьших квадратов.

Затем оптимизируем сложность аппроксимации на стороне кодека. AV1 выполняет аппроксимацию CfL в пиксельной области, поэтому можем вычесть среднее значение из каждого пикселя, что приводит данные пикселей к нулевому среднему.

Нулевые средние значения яркости сокращают значительную часть уравнения наименьших квадратов, значительно уменьшая издержки на вычисление:

$$\alpha^{AC} = \frac{\sum_i \sum_j L_{ij}^{AC} C_{ij}}{\sum_i \sum_j (L_{ij}^{AC})^2}$$

где L – значения яркости; AC – коэффициенты яркости; α – тон из двухмерной палитры; C – значения цветности; i, j – индексы элементов матрицы.

$$\beta^{AC} = \frac{\sum_i \sum_j C_{ij}}{M \times N}$$

где β – смещение цветности, $M \times N$ – матрица яркостных компонентов.

Так же можем оптимизировать уравнение, потому что кодер и декодер выполняют ДС-прогнозирование для плоскостей цветности, поскольку это необходимо для других режимов прогнозирования.

В результате мы просто используем уже существующий прогноз цветности ДС вместо β . Теперь пропадает необходимость кодировать β и не нужно вычислять β из α ни в кодере, ни в декодере. Таким образом, наше окончательное уравнение прогнозирования CfL сводится к следующему:

$$CfL(\alpha) = \alpha \times L^{AC} + DC$$

где DC – предсказание цветности.

Предсказание цветности по яркости уменьшает количество цветовой информации для кодирования и экономит место.

Рассмотрим оставшиеся характеристики и элементы кодека H.264 [3] в сравнении с кодеком AV1 [4], которые приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение основных элементов и характеристик стандартов H/264 и AV1

	H.264	AV1
Профили	Baseline Main Extended High High 10 High 4:2:2 High 4:4:4	Main 4:0:0 Main 4:2:0 High 4:0:0 High 4:2:0 High 4:4:4 Professional
Поддерживаемая развёртка	Чересстрочная, построчная	
Формат представления сигналов	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	4:0:0, 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4
Типы алгоритма кодирования	Гибридный (устранение временной и пространственной избыточности)	
Структура кодирования	Иерархическая, поддержка системы профилей и уровней	
Фильтры	Деблокирующий	Деблокирующий Повышения резкости Подавления шума Дизеринга Масштабирования
Энтропийное кодирование	CAVLC, CABAC	
Максимальная скорость передачи данных	10 Мбит/с	800 Мбит/с
Максимальная частота кадров	300	120
Partition (Разделение изображения)	От 4x4 до 16x16	От 4x4 до 128x128 Симметричный и асимметричный
Методы предсказания	Intra, Inter, APC	Intra, Inter, APC, Cfl
Преобразование данных	ДКП	ДКП, ДСП

Из таблицы, которая приведена выше, следует, что некоторые элементы и характеристики у кодеков совпадают. Но в основном в кодеке AV1 присутствуют более дополненные элементы, что позволяет более эффективно сжимать данные и их декодировать [5]. Чтобы в этом убедиться, возьмём собственное видео и сожмём его при помощи кодека AV1 и H.264 (Рис. 4), а также рассмотрим данные после кодирования видеофайла, которые приведены в таблице 2.

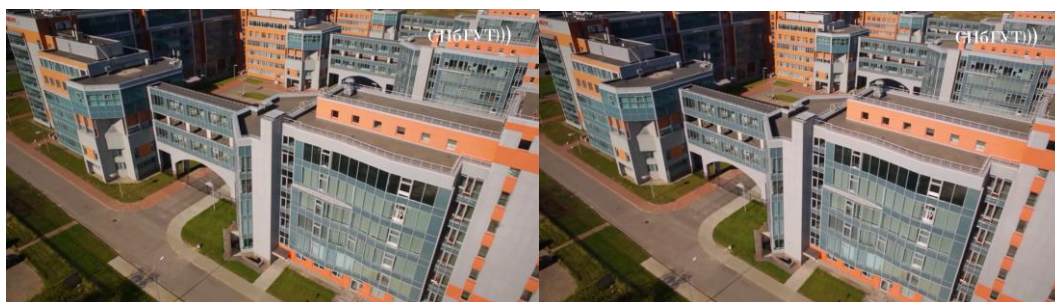


Рис. 4. Кадр из видео, которые были сжаты кодеками AV1 и H.264

ТАБЛИЦА 2. Сравнение данных после сжатия видео разными кодеками

	H.264	AV1
Продолжительность видео	00:01:58	
Ширина и высота кадра	720x1280	
Тип файла	mp4	
Частота кадров	25 кадров/с	
Скорость передачи данных	3398 кбит/с	6123 кбит/с
Общая скорость потока	3523 кбит/с	6250 кбит/с
Размер файла	50 МБ	47 МБ
Скорость сжатия	23 с	55 с

Таким образом, рассмотрев особенности кодека AV1, возможно сделать вывод, что AV1 является довольно эффективным кодеком. Он может кодировать медиаконтент в несколько раз лучше, чем кодек H.264, что будет положительно влиять на качество получаемого контента. Кроме того, AV1 имеет открытый исходный код, что позволяет использовать его бесплатно. Кодек AV1 выглядит многообещающим и может стать стандартом в будущем, как H.264. Однако, для его широкого распространения необходимо, чтобы больше устройств и браузеров начали его поддерживать.

Список используемых источников:

1. Как работает видекодек. Часть 2. Что, для чего, как [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/edison/articles/480430/> (Дата обращения 09.11.2023)
2. Luc N. Trudeau, Nathan E. Egge, David Barr / Chroma from Luma Intra Prediction for AV1 // Конференция по сжатию данных. 2018г.
3. Г. В. Мамчев, С. В. Тырыкин Цифровое телевидение. Теоретические основы и практическое применение. — 2019г., страницы 153-175.
4. Web video codec guide [Электронный ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Media/Formats/Video_codecs#codec_details (Дата обращения 11.11.2023)
5. Leandro M. Digital video introduction [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/leandromoreira/digital_video_introduction (Дата обращения 09.11.2023)

Basyreva E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of the efficiency of media compression with the AV1 codec.

In the modern world, the development of video data compression technologies is becoming increasingly relevant. For efficient transmission over a limited communication channel, the original video data needs to be compressed in such a way that the visual differences between the original material and the compressed one are imperceptible to the observer. This requires the use of video codecs, which perform the transformation of the original video data into a compressed format. In this work, we will consider one of the most modern and efficient codecs for video data compression – AV1, and compare it with the most popular codec, H.264.

Key words: *video coding, digital imaging, AV1, prediction methods, partition.*

УДК 004.4'27
ГРНТИ 28.17.19

К ВОПРОСУ О ФАЗОВЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕКТРА СИГНАЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДВУХОПЕРАТОРНОГО FM-СИНТЕЗА

А. Н. Бучатский, К. Ю. Прохоров

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

Внедрение синтеза звука на основе частотной модуляции в мультимедийные системы, использующие параметрическое кодирование, является сложной задачей, ввиду наличия большого числа параметров управления алгоритма синтеза и их взаимного влияния друг на друга. В связи с этим актуальным является исследование влияния этих параметров и особенностей формирования спектра сигнала FM-синтеза. В статье приведены результаты исследования влияния начальной фазы несущего оператора FM-синтеза на формирование результирующего спектра, проведен анализ полученных данных и представлены дальнейшие направления исследования.

цифровой синтез звука, FM-синтез, спектр FM-сигнала

Синтез звука на основе частотной модуляции (англ. Frequency modulation synthesis или FM) характеризуется наличием большого количества управляющих параметров. Основным элементом FM-синтеза является оператор (рисунок 1а), представляющий собой систему из нескольких элементов: сумматор, генератор частоты (О), усилитель (У) и генератор огибающей (ГО). Самым простым способом получения характерного FM-сигнала является использование двух операторов, подключенных последовательно, как показано на рисунке 1б [1][3].

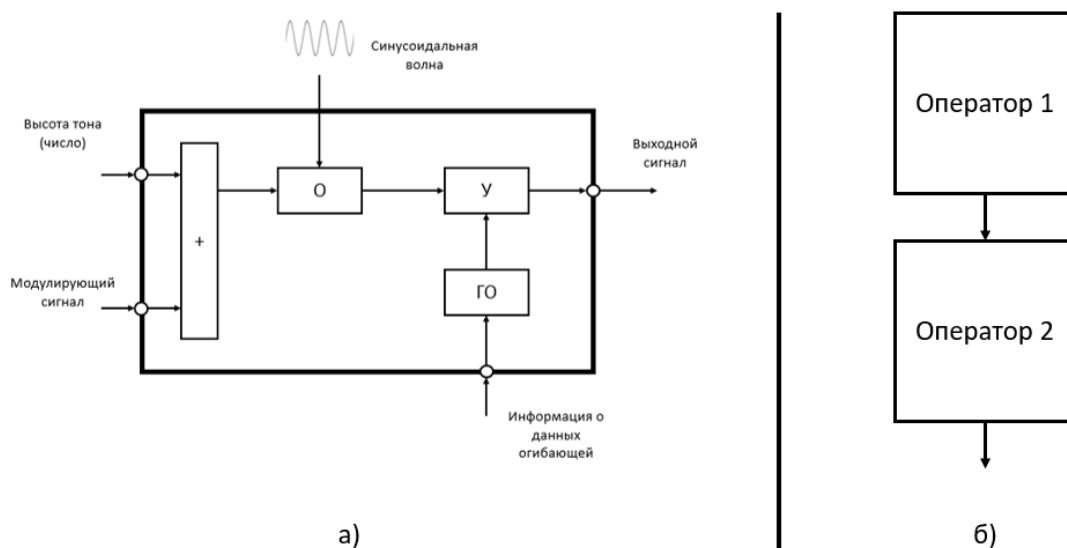


Рис. 1. а) Схема оператора б) Исследуемая схема подключения операторов

Математически, результат работы двух этих операторов может быть описан следующим образом:

$$S(t) = A \cdot \sin[f_c \cdot t + \varphi_c + I \cdot \sin(f_m \cdot t + \varphi_m)], \quad (1)$$

где,

A – амплитуда несущего колебания,

f_c и f_m – частоты модулирующего и несущего операторов,

φ_c и φ_m – начальные фазы модулирующего и несущего операторов,

I – индекс модуляции.

Строго говоря, уравнение (1) описывает фазомодулированный сигнал, а не частотно-модулированный. Для перехода от фазовой модуляции к частотной, необходимо преобразовать отклонение фазы ($\sin(f_m \cdot t + \varphi_m)$) в отклонение частоты, то есть добавлять не сам модулирующий сигнал, а интеграл от модулирующего сигнала. В таком случае, уравнение (1) должно принять следующий вид:

$$S(t) = A \cdot \sin[f_c \cdot t + \varphi_c + I \cdot \int_{-\infty}^t \sin(f_m \cdot t + \varphi_m) dt]$$

В виду этого, в дальнейшем под частотной модуляцией (ФМ) будем подразумевать *фазовую модуляцию*.

Спектр ФМ-сигнала

Спектр сигнала на выходе ФМ-оператора при отсутствии модулирующего сигнала на входе, содержит одну гармонику, соответствующую частоте оператора. Появление модулирующего сигнала приводит к «обогащению» спектра выходного сигнала ФМ-системы новыми гармониками, частоты и амплитуды которых зависят от выбранного соотношения частот операторов, индекса модуляции, способа подключения операторов и других параметров. В [1], [2] описаны особенности формирования спектров ФМ-сигналов.

Выделяют два типа спектра ФМ-сигнала: гармонический и негармонический. Гармонические спектры образуются при целочисленном соотношении частот операторов, например 1:1, 1:2, 2:3, 2:5, 3:5 и т.д. Негармонические спектры образуются в при иррациональных или же нецелочисленных отношений частот, например, $f_c:f_m = 1:\sqrt{2}$, $\pi:3$, $1:e$, и т.д.

Экспериментальная часть

Для изучения фазовых особенностей формирования спектра ФМ-сигналов было выдвинуто предложение изменять начальную фазу несущего оператора (φ_c) с 0 до 90 градусов, с шагом в 10 градусов. Для изучения гармонического и негармонического спектра были выбраны следующие значения соотношения частот: 1:1, 1:2, 1:3, 2:3 и 1:1.89.

В таблицах 1-5 содержатся информация об амплитудах (в дБ) первых 8 гармоник спектра при различных значениях фазы несущего оператора.

ТАБЛИЦА 1. Амплитуды первых 8 гармоник при соотношении частот 1:1

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза, градусы	0	-8,5	-10,5	-15,7	-15	-23,7	-32,4	-43,2	-55,4
	10	-8,8	-10,5	-15,2	-14,9	-23,5	-32,4	-43,2	-55,5
	20	-9,2	-11,1	-14,6	-15,2	-23,4	-32,4	-43	-55,5
	30	-9,7	-11,5	-13,5	-15,4	-23	-32,6	-43	-55,5
	40	-10,8	-12,6	-12,4	-15,8	-22,6	-32,8	-42,8	-55,5
	50	-13	-15	-12,4	-17,1	-23,5	-32,8	-43,5	-55,5
	60	-14	-16,4	-11,1	-16,7	-22	-33,3	-42,3	-55,7
	70	-16,5	-19,5	-10,5	-17,4	-22	-33,3	-42,3	-55,7
	80	-19,3	-24,8	-10,3	-17,6	-21,7	-33,2	-42,2	-56
	90	-21,4	-32,4	-10	-17,6	-22,1	-33,2	-42,5	-56
Максимальное отклонение амплитуды, дБ		12,9	21,9	5,7	2,7	2	0,9	1,3	0,6

ТАБЛИЦА 2. Амплитуды первых 8 гармоник при соотношении частот 1:2

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза, градусы	0	-40,8	-20,2	-8,5	-21	-20,3	-36	-41,4	-57,3
	10	-26,5	-18,6	-8,5	-20	-20,3	-35,4	-41,5	-57,1
	20	-20,6	-15,8	-9,1	-18,4	-20,6	-34,8	-41,6	-56,5
	30	-17,1	-13,6	-9,6	-16,7	-21,1	-33,9	-42	-56
	40	-15	-12	-10,8	-15,3	-21,7	-33,1	-42,7	-55,4
	50	-13,8	-10,9	-12,3	-14,4	-23,2	-32,4	-43,5	-55
	60	-13,6	-10,5	-12,1	-14,2	-23	-32,3	-43,4	-55
	70	-11,9	-8,8	-16,7	-12,9	-25,2	-31,2	-44,8	-54
	80	-11,5	-8,7	-20,5	-12,4	-26,3	-30,8	-45,4	-53,9
	90	-11,2	-8,4	-23,2	-12,3	-26,5	-31	-45,5	-53,6
Максимальное отклонение амплитуды, дБ		29,6	11,8	14,7	8,7	6,2	5,2	4,1	3,7

ТАБЛИЦА 3. Амплитуды первых 8 гармоник при соотношении частот 1:1.89

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза, градусы	0	-17,6	-17	-12,4	-17,1	-15,7	-12,3	-22,7	-15,4
	10	-17,7	-17	-12,1	-17	-15,8	-12,4	-22,7	-15,7
	20	-17,6	-17,1	-12,4	-17,3	-15,5	-12,3	-22,4	-15,8
	30	-17,3	-16,7	-12,4	-17	-15,4	-12	-22,7	-15,8

Продолжение таблицы 3

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза, градусы	40	-17,6	-17,1	-12,4	-17,3	-15,7	-12,4	-22,5	-15,7
	50	-17,8	-16,9	-12,4	-17	-15,5	-12	-22,7	-15,5
	60	-17,8	-17,1	-12,4	-17,3	-15,3	-12,4	-22,5	-15,3
	70	-17,6	-17,1	-12,5	-17,1	-15,5	-12	-22,5	-15,7
	80	-17,6	-17	-12,6	-17	-16,3	-12,2	-22,6	-16
	90	-17,7	-17,1	-12,8	-17,4	-15,8	-12,6	-22,9	-15,9
Максимальное отклонение амплитуды, дБ		0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7

ТАБЛИЦА 4. Амплитуды первых 8 гармоник при соотношении частот 1:3

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза, градусы	0	-17	-17,2	-17,7	-12,3	-12,4	-15,9	-15,6	-23,8
	10	-16,9	-17,2	-17,7	-12,3	-12,3	-15,9	-15,6	-23,8
	20	-16,9	-17,1	-17,7	-12,4	-12,4	-15,9	-15,5	-23,9
	30	-17,1	-17,2	-17,6	-12,3	-12,3	-15,9	-15,5	-23,8
	40	-17	-17,2	-17,6	-12,2	-12,2	-16	-15,6	-23,8
	50	-16,9	-17,1	-17,7	-12,2	-12,3	-16	-15,5	-23,8
	60	-17,2	-17,3	-17,9	-12,5	-12,5	-16	-15,8	-24
	70	-17	-17,3	-17,7	-12,2	-12,3	-16	-15,5	-23,8
	80	-17,1	-17,2	-17,7	-12,4	-12,4	-15,9	-15,7	-23,9
	90	-16,9	-17,3	-17,7	-12,2	-12,3	-15,9	-15,6	-23,8
Максимальное отклонение амплитуды, дБ		0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2

ТАБЛИЦА 5. Амплитуды первых 8 гармоник при соотношении частот 2:3

		Номер гармоники							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Начальная фаза несущего оператора, градусы	0	-17,7	-17	-13,4	-18	-15,8	-12,8	-22,8	-17
	10	-18	-16,7	-13,2	-17,9	-15,8	-12,6	-22,9	-17,3
	20	-17,5	-16,4	-12,8	-17,5	-15,8	-12,6	-22,6	-16,6
	30	-17,5	-16,4	-13	-17,7	-15,6	-12,4	-22,2	-16,7
	40	-17,5	-16,6	-12,8	-17,5	-15,4	-12,6	-22,4	-16,6
	50	-17,4	-16,3	-13,1	-17,7	-15,6	-12,6	-22,2	-17
	60	-17,7	-16,5	-13,4	-17,9	-15,6	-12,7	-22,3	-17,2
	70	-17,7	-16,7	-13,1	-18	-15,8	-12,6	-22,4	-17
	80	-17,6	-16,5	-13,3	-17,4	-15,4	-12,6	-22,3	-16,9
	90	-17,7	-16,6	-13,4	-17,9	-15,5	-12,7	-22,4	-16,9
Максимальное отклонение амплитуды, дБ		0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,7	0,7

Анализ экспериментальных данных

На основе полученных данных таблиц 1-5, можно сделать следующие выводы:

- При соотношении частот операторов 1:1 амплитуды первой и последующих четных гармоник **увеличиваются** при увеличении фазы несущего оператора, а амплитуды нечетных гармоник (начиная с 3) **понижаются**. При этом влияние фазы становится тем меньше, чем выше номер гармоники в спектре;

- При соотношении частот операторов 1:2 амплитуды первой и последующих четных гармоник **уменьшаются** при увеличении фазы несущего оператора, а амплитуды нечетных гармоник (начиная с 3) **увеличиваются**. При этом влияние фазы становится тем меньше, чем выше номер гармоники в спектре;

- При соотношении частот операторов 1:3 и 2:3 не наблюдаются явные изменения амплитуд гармоник, а максимальное отклонение амплитуд, при различных значениях начальной фазы несущего оператора, не превышает 0.3 дБ и 0.7 дБ соответственно;

- При соотношении частот операторов 1:1.89 не наблюдаются явные изменения амплитуд гармоник. Максимальное отклонение амплитуд, при различных значениях фазы несущего оператора, находится в диапазоне от 0.4 до 0.7 дБ;

Заключение

В данной работе были получены экспериментальные данные, подтверждающие наличие влияния изменения фазы несущего оператора на спектр FM-сигнала. Изменение первых гармоник спектра оказывает сильное влияние на формирование конечного тембра сигнала, что является существенным фактором при синтезе звука. Полученные результаты могут использоваться для внедрения FM-синтеза в мультимедийные системы, использующие параметрическое кодирование.

Для формирования полного представления о фазовых особенностях двухоператорного FM-синтеза необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований, таких как влияние начальной фазы модулирующего оператора, а также влияние одновременного изменения начальных фаз несущего и модулирующего операторов, при различных соотношениях частот операторов.

Список используемых источников:

1. Chowning, J. FM Theory & Applications by musicians for musicians / J. Chowning, D. Briston // Yamaha Music Foundation, 1986. - 194 p.
2. Roads, C. The Computer Music Tutorial / C. Roads. – Boston : MIT Press, 1996. – 1234 p.

Buchatsky A., Prokhorov K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

On phase aspects of FM spectra at 2-OP FM synthesis.

The integration of sound synthesis based on frequency modulation into multimedia systems using parametric coding is a difficult task, due to a large number of synthesis control parameters and their mutual influence. In this regard, it is relevant to study the influence of these parameters and the features of the FM spectra formation. The article presents the results of a study of the influence of the phase of the carrier operator of FM synthesis on the formation of the FM signal spectrum, analyzes the data obtained and presents further research directions.

Key words: digital sound synthesis, FM-synthesis, FM signal spectrum.

УДК 621.395.623.7

ГРНТИ 29.37.21

ПОДБОР ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ НЕНАПРАВЛЕННОГО ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

О. Ю. Ишутина, О. А. Свиньина

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

В статье проведен обзор отечественных динамических головок громкоговорителей. Подобраны модели широкополосных головок громкоговорителей, наиболее подходящие для размещения в громкоговорителе-додекаэдре. Обоснована целесообразность изготовления двухполосной ненаправленной акустической системы. Выполнено моделирование амплитудно-частотной характеристики низкочастотного акустического оформления и громкоговорителя-додекаэдра.

ненаправленный громкоговоритель, импеданс акустической системы, амплитудно-частотная характеристика акустической системы, добротность громкоговорителя, параметры Тилля-Смолла

Актуальность измерения акустических параметров помещений с каждым годом растет. Люди все чаще задаются вопросом, как улучшить условия рабочего процесса, условия прослушивания любимых произведений в концертных залах, а также как решить специфические производственные задачи на предприятиях, завязанные на акустике помещений. Для проектирования помещений, в которых акустические параметры будут оптимальными, необходимо измерительное оборудование, в том числе ненаправленный источник звука.

В предыдущих работах [1,2] было выявлено:

- наилучшей формой для ненаправленного громкоговорителя является додекаэдр;
- использованные в первом прототипе [3] динамические головки громкоговорителей (ГГ) китайского производства имеют высокую добротность, которая не позволяет системе излучать необходимый диапазон частот 125–8000 Гц.

Целью данной работы было исследовать характеристики ГГ российского производства на предмет возможности использования их в качестве излучателей в ненаправленном громкоговорителе-додекаэдре.

Были выбраны следующие широкополосные ГГ:

- 5ГДШ-9, номинальное сопротивление 4 Ом, Русаудио [4],
- 1ГДШ-14, номинальное сопротивление 8 Ом, Русаудио [4],
- 10ГДС93-8, номинальное сопротивление 8 Ом, НОЭМА [5].

Для всех указанных ГГ были проведены измерения параметров Тилля – Смолла (Т/С) с помощью измерительной схемы, представленной в [6]. Для измерений и обработки результатов использовалось программное

обеспечение Room EQ Wizard [7]. При измерениях массы и гибкости подвижной системы использовался метод добавочной массы [8].

Полученные графики частотной зависимости модуля импеданса ГГ представлены на рисунке 1. Пользуясь методами расчета ГГ, изложенных в работах Тиля и Смолла [9,10], были рассчитаны параметры Т/С, некоторые из них представлены в таблице 1. Из полученных данных следует, что ГГ 1ГДШ-14 не подходит из-за высокого значения резонансной частоты (РЧ), что напрямую влияет на ее частотный диапазон. По значениям РЧ и добротности наилучшим выбором представляется 5ГДШ-9. Однако у нее самое большое значение эквивалентного объема, что чревато высокой упругостью воздуха при проектировании закрытого акустического оформления с 12-ю ГГ. Альтернативой может служить 10ГДС93-8, у которой эквивалентный объем составляет 0,29 л.

ТАБЛИЦА 1. Параметры Т/С

Параметр	fs, Гц	Qts, Ом	Vas, л	Bl [N/A]	L(S n)
5ГДШ-9	160,9	0,65	3,67	2,39	108,8
1ГДШ-14	408,4	3,6	0,39	1,32	98,56
10ГДС93-8	244,8	1,78	0,29	2,39	95,06
35ГДН62-4	49,1	0,58	18,29	5,10	90,4

Ввиду выбранной формы ненаправленного громкоговорителя, количество ГГ в системе будет составлять 12 штук по 4 в каждой цепи, параллельно подключенных друг к другу. За референсный объем принят максимальный объем коммерческих моделей - 12 литров. При расчетах учитывается, что внутренний объем модели на 100% заполнен демпфирующим материалом. Это нужно для уменьшения упругости воздуха внутри закрытого акустического оформления.

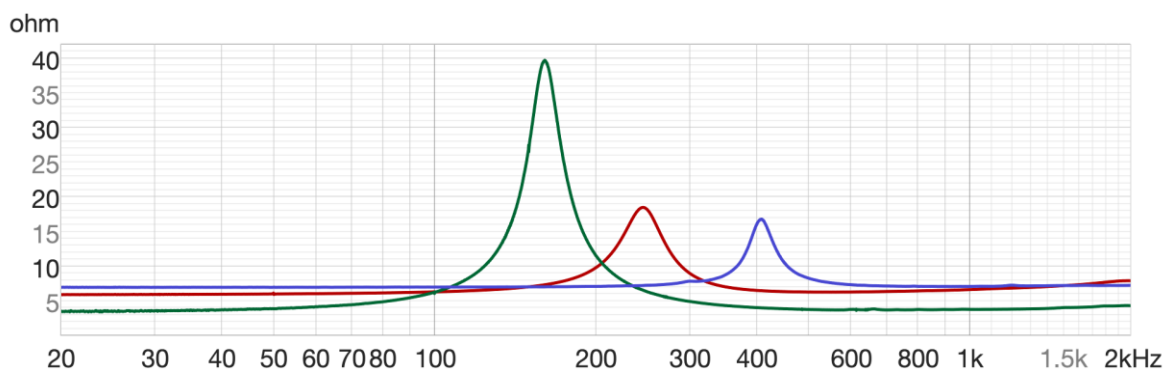


Рис. 1. Результаты измерения импеданса и моделирования АЧХ исследуемых головок 5ГДШ-9 (зеленая кривая), 10ГДС93-8 (красная кривая), 1ГДШ-14 (синяя кривая).

С учетом вышеперечисленного, было выполнено моделирование амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) акустической системы (АС) для исследуемых головок с помощью программного пакета “Basta!” [11]. Результаты представлены на рисунке 2. Из них следует, что добротность 5ГДШ-9 выросла на 37%, что повлияло на АЧХ системы, тогда как для 10ГДС93-8 добротность выросла всего на 5%. Чем больше возрастает добротность АС, тем сильнее упругость воздуха, что в дальнейшем влияет на эффективность ее работы.

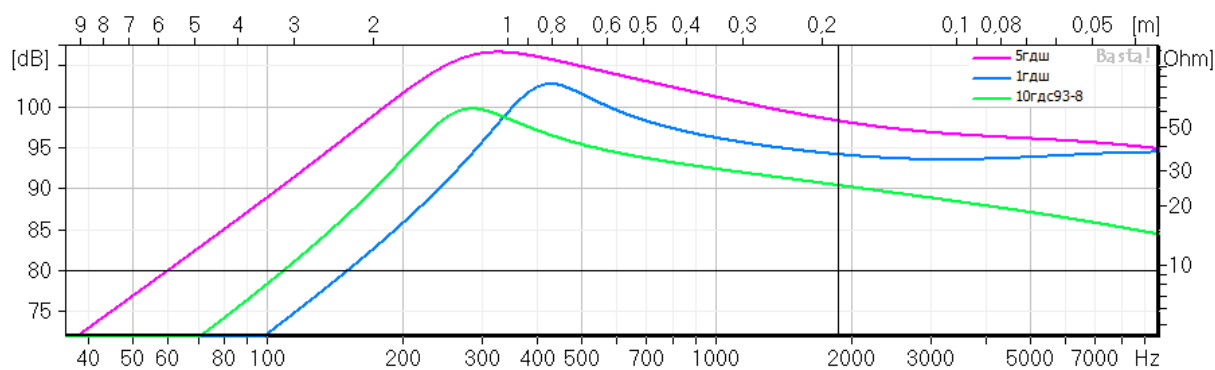


Рис. 2. Результаты моделирования АЧХ АС с различными головками

Необходимый диапазон рабочих частот для акустических измерений составляет 125–8000 Гц. Так как исследуемые ГГ не отвечают этим требованиям, был рассмотрен возможный вариант решения, который заключался в добавлении в АС низкочастотного излучателя [12]. Для этого была выбрана низкочастотная ГГ 35ГДН62-4 [5] (табл. 1). Графики частотной зависимости модуля импеданса и АЧХ ГГ в акустическом оформлении с фазоинвертором представлены на рисунке 3. Нижняя граничная частота для этой ГГ составляет 49 Гц. Объем ящика для низкочастотного излучателя составляет 50 литров и подобран таким образом, чтобы АЧХ в области нижних частот была более равномерной.

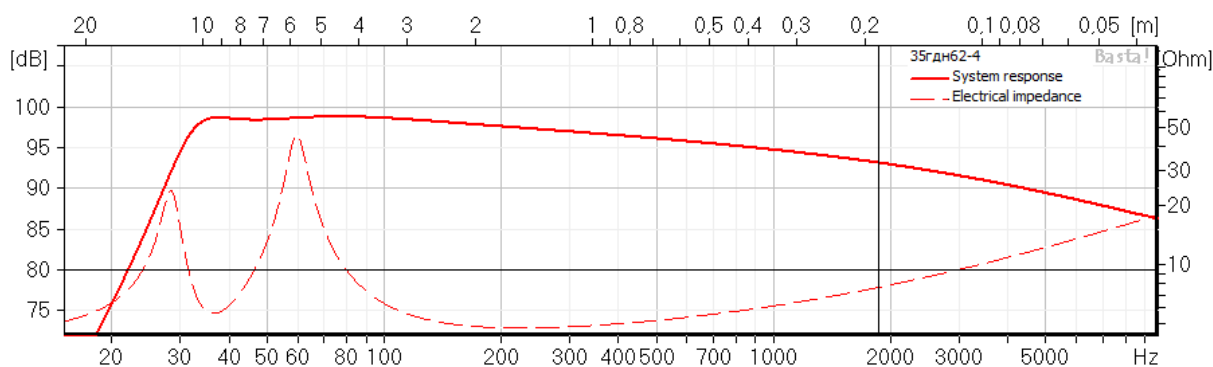


Рис. 3. Импеданс и моделированная АЧХ исследуемой головки 35ГДН62-4

Для ненаправленного громкоговорителя необходимо 12 среднечастотных ГГ в акустическом оформлении в форме додекаэдра, а также низкочастотный модуль. Кроссовер предлагается установить на частоте 300 Гц, ввиду того, что

частоты ниже этой границы являются ненаправленными. В целях лучшего контроля частоты среза, а также дальнейшей коррекции АЧХ системы, предлагается выбрать цифровой кроссовер. Для широкополосной составляющей АС предлагается использовать фильтр высоких частот третьего порядка, для низкочастотной составляющей АС – фильтр нижних частот второго порядка. Результаты моделирования АС совмещенного типа для двух вариантов широкополосных ГГ представлены на рисунках 4 и 5.

По результатам моделирования видно, что АЧХ АС при выборе ГГ 5ГДШ-9 более равномерная. Однако рабочий диаметр 10ГДС93-8 меньше, чем у ГГ 5ГДШ-9, что должно обеспечивать более широкую диаграмму направленности. Это может дать выигрыш в равномерности диаграммы направленности громкоговорителя-додекаэдра.

В дальнейшей работе необходимо:

- произвести измерения частотной характеристики звукового давления и характеристики направленности ГГ 5ГДШ-9 и 10ГДС93-8 для выявления наиболее подходящей для использования в прототипе;
- разработать цифровой кроссовер для двухполосной АС;
- собрать прототип ненаправленной акустической системы, которая будет отвечать всем требованиям ГОСТ [13].

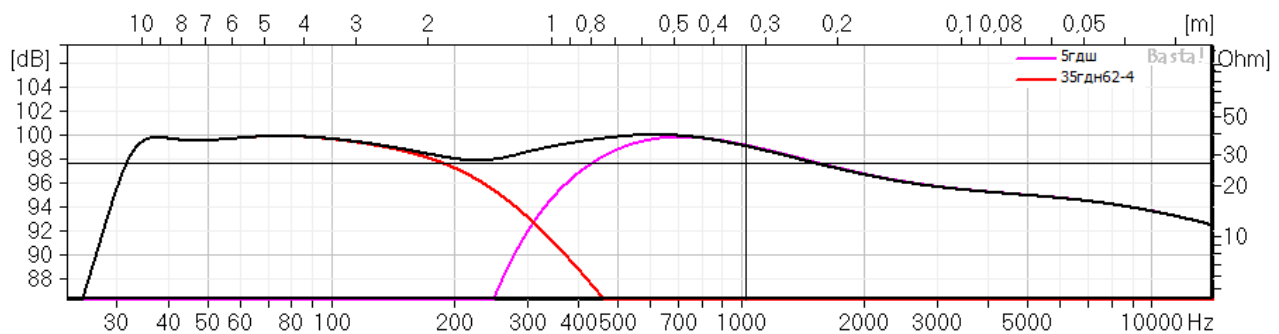


Рис. 4. АЧХ АС с кроссовером на частоте 300 Гц при использовании 35ГДН32-4 и 12 ГГ 5ГДШ-9

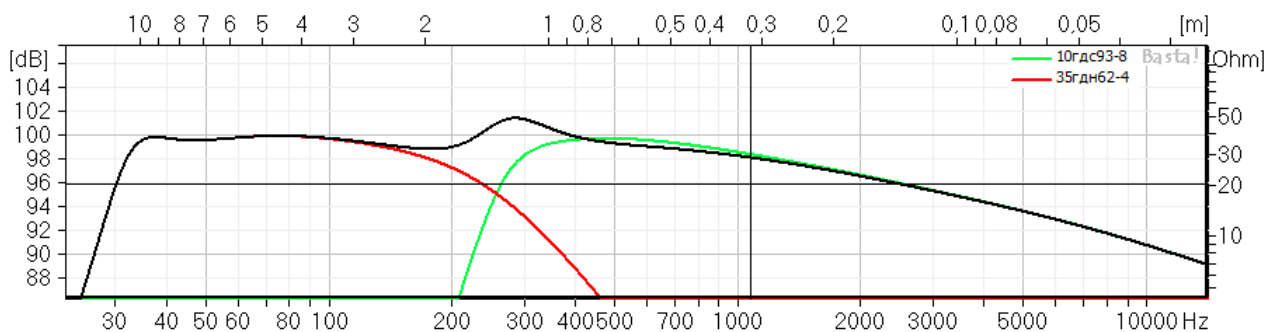


Рис. 5. АЧХ АС с кроссовером на частоте 300 Гц при использовании 35ГДН32-4 и 12 ГГ 10ГДС93-8

Список используемых источников:

1. Ишутина О.Ю. Обзор исследований в области ненаправленных источников звука (ПКМ 2022). – 2023. – С.87–92

2. Ишутина О. Ю., Свиньина О. А. Исследование влияния демпфирования акустического оформления на характеристики громкоговорителя (АПИНО 2023). - 2023. - С.278-282
3. Свиньина О.А., Прасолов А.А. Разработка громкоговорителя-додекаэдра для проведения акустических измерений (АПИНО 2021). – 2021. – С. 276–281
4. Русаудио [Электронный ресурс] – <https://rusaudio.pro> (дата обращения: 13.11.2023).
5. НОЭМА [Электронный ресурс] – <http://noema.ru/product/10гдс93-8/> (дата обращения: 13.11.2023).
6. Свиньина О.А., Прасолов А.А. Измерение параметров Тилля–Смолла с помощью персонального компьютера (АПИНО 2023). - 2023. - С.454-459
7. Room EQ Wizard [Электронный ресурс] – <https://www.roomeqwizard.com> (дата обращения: 13.11.2023).
8. AES2-2012 AES standard for acoustics – Methods of measuring and specifying the performance of loudspeakers for professional applications – Drive units. New York : Audio Engineering Society Inc., 2013. 20 p.
9. Thiele N. Loudspeakers in vented boxes: Part 2 // Journal of the Audio Engineering Society. 1971. Vol. 19. No 6. P. 471–483.
10. Small R. H. Direct radiator loudspeaker system analysis // Journal of the Audio Engineering Society. 1972. Vol. 20. No 5. P. 383–395.
11. Basta! [Электронный ресурс] – <https://www.tolvan.com/> (дата обращения: 13.11.2023).
12. Unter dem Oberbegriff Elektroakustik [Электронный ресурс] – <https://www.akustik.rwth-aachen.de/cms/Institut-fuer-Hoeretechnik-und-Akustik/Forschung/Forschungsgebiete/~eetj/Elektroakustik/> (дата обращения: 13.11.2023).
13. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. 1. Зрительные залы. М. : Стандартинформ, 2014. 28 с.

Ishutina O., Svinina O.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Selection of electrodynamic speaker drivers for the omnidirectional loudspeaker. The paper presents a short review of the domestic electrodynamic speaker drivers. Full range drivers suitable for use in a dodecahedron loudspeaker are chosen. The expediency of constructing a two-way omnidirectional loudspeaker system is justified. The results of modeling frequency response of a low frequency enclosure and dodecahedron loudspeaker are presented.

Key words: omnidirectional sound source, the dodecahedron loudspeaker, acoustic measurements, Thiele-Small parameters.

УДК 621.395.623.74
ГРНТИ 29.37.19

ПОДХОДЫ К УВЕЛИЧЕНИЮ СОЗДАВЕМОГО ГОЛОВКАМИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЭМС ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ УРОВНЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Е. С. Константинов

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

Технология микроэлектромеханических систем в последние десятилетия привлекает все больше внимания в качестве основы для производства головок громкоговорителей. Благодаря своим малым габаритам, низкой стоимости и простоте организации производственного процесса, подобные электроакустические преобразователи имеют большой потенциал применения в слуховых аппаратах, портативной аудиоэлектронике и интернете вещей. В этой статье кратко рассматриваются подходы к повышению уровня звукового давления, создаваемого пьезоэлектрическими головками подобных громкоговорителей, с целью раскрытия потенциала их применения в данных сферах.

МЭМС, электроакустические преобразователи, головки громкоговорителей, пьезоэффект, МЭМС преобразователи, аудиотехника

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) представляют собой микроскопические устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты. Подобные изделия базируются на различных электромеханических преобразованиях, в частности – на пьезоэффекте, и находят широкое применение в бытовой и специализированной электронике: головках струйных принтеров, ультразвуковых двигателях, резонаторах радиочастот, микросканерах, микрофонах смартфонов и ВЧ головках громкоговорителей.

Электроакустические преобразователи на основе МЭМС и изготовленные с их применением широкополосные громкоговорители вызывают все больший интерес в связи с малым форм-фактором, низким уровнем энергопотребления и наличием базы для создания высокоточного производственного процесса. На данный момент уже разработаны опытные образцы, из которых наиболее выгодно выделяются пьезоэлектрические за счет относительно большой развиваемой движущей силы и значительного уровня звукового давления (SPL) [1-3]. При этом он все же оказывается недостаточным для применения данных преобразователей в большей части бытовой электроники. С целью преодоления данного недостатка в статье будут рассмотрены подходы к увеличению создаваемого головками пьезоэлектрических МЭМС громкоговорителей уровня звукового давления за счет применения различных пьезоэлектрических материалов и конструктивных изменений диафрагм акустических излучателей.

Тонкие пьезоэлектрические пленки оксида цинка (ZnO) и нитрида алюминия (AlN), нанесенные посредством напыления или золь-гель процесса, имеют недостатки в виде больших остаточных напряжений и ограниченной

толщины пленки. Физические свойства цирконата-титаната свинца (ЦТС, PZT) также оказываются значительно хуже при его напылении или нанесении в виде золь-геля, чем при его использовании в виде пьезоэлектрических монокристаллов или пьезокерамики (Таблица 1). Это обуславливает попытку организации альтернативного процесса изготовления, позволяющего получать тонкие слои пьезокерамики для ее применения в МЭМС преобразователях.

ТАБЛИЦА 1. Физические свойства обычно используемых пьезоэлектрических пленок и пьезокерамического цирконата-титаната свинца [4-8]

Свойство	ZnO	AlN	Золь-гель ЦТС	Напыленный ЦТС	Пьезокерамический ЦТС
Плотность, кг/м ³	5700	3260	7700	7700	7800
Модуль Юнга, ГПа	98,6	283	96	96	50
Диэлектрическая проницаемость	8,8	8,5-10,7	650-1470	400-980	3400
Пьезомодуль d ₃₁ , пм/В	3,9-5,5	2-2,6	23-76	45-102	270-300

Так, тонкий пьезокерамический слой из ЦТС толщиной 40 мкм был использован при изготовлении МЭМС громкоговорителя, который создавал уровень звукового давления порядка 90 дБ SPL в слышимом диапазоне частот при размахе входного напряжения в 32 В на расстоянии 1 см от громкоговорителя в безэховой камере [9]. При этом коэффициент нелинейных искажений был меньше 15% в полосе частот от 400 Гц до 8 кГц, но размер головки достигал 20 мм × 18 мм. При уменьшении габаритов преобразователя и толщины пьезокерамического слоя до 5 мкм максимальный уровень создаваемого звукового давления был равен 119 дБ SPL на расстоянии 1 см от диафрагмы диаметром 6 мм при размахе входного напряжения в 10 В [10].

Уровень создаваемого звукового давления также определяется частотой воспроизводимого сигнала, площадью излучающей поверхности и смещением диафрагмы. Попытка увеличения данного смещения является наиболее эффективным вариантом, особенно в области низких звуковых частот. Таким образом, для реализации данного подхода прибегают к разработке новых конструкций диафрагм.

В [11] представлен опытный образец пьезоэлектрической головки со слоем ЦТС, нанесенным посредством напыления, на квадратной диафрагме с двумя диагональными разрезами для использования во вкладных стереотелефонах (Рис. 1А). Благодаря диагональным разрезам и отсутствию монолитной конструкции диафрагмы, достигнуто существенное увеличение смещения. При проведении измерений в макете ушного канала были получены уровни звукового давления больше 81 дБ SPL, начиная с 20 Гц, и более 100 дБ SPL в полосе от 4,7 кГц до 15,8 кГц при размахе входного напряжения в 2 В. Коэффициент нелинейных искажений же был меньше 2% в большей части слышимого диапазона за исключением пиков, вызванных интермодуляционными искажениями, достигающих 7%.

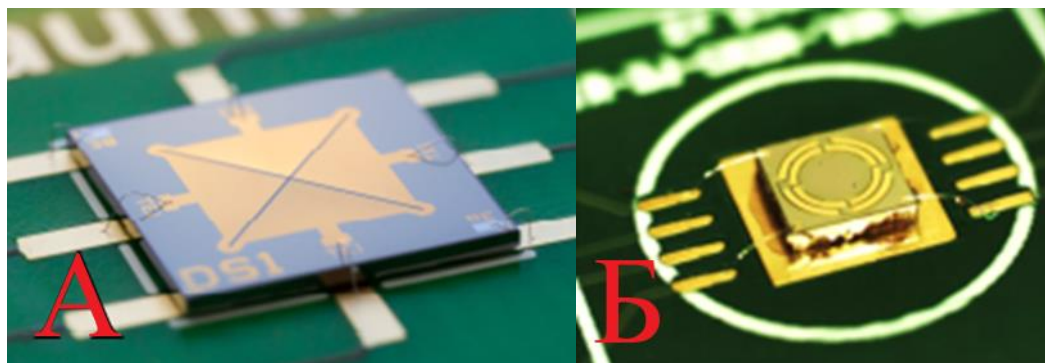


Рис. 1. Конструкции диафрагм головок пьезоэлектрических МЭМС громкоговорителей:

А – квадратная диафрагма с диагональными разрезами [11],

Б – круглая диафрагма на рессорных подвесах с двухэлектродным приводом [4].

Для обеспечения подвижности диафрагмы также была предложена конструкция на рессорных подвесах с двухэлектродным приводом, что позволило увеличить максимально возможное смещение (Рис. 1Б) [4]. Так при измерении в трубе длиной в 3 см был достигнут уровень звукового давления порядка 90 дБ SPL на частоте резонанса 1,85 кГц при размахе входного напряжения в 2 В, что на 28 дБ больше, чем в случае жестко фиксированной диафрагмы на той же частоте. Коэффициент нелинейных искажений данной головки громкоговорителя был также меньше 2% в большей части частотного диапазона за исключением пиков на частоте резонанса и ее гармоник, достигающих 8%.

Помимо конструктивных решений, обеспечивающих увеличение смещения за счет подвижности самой диафрагмы, был предложен механизм жестко-гибкой вибрационной связи. Он заключался в нанесении поли-пара-ксилиленовой (париленовой) пленки на предварительно протравленную диафрагму, что позволило в ходе измерений в макете ушного канала добиться уровня звукового давления более 59 дБ SPL в диапазоне частот от 250 Гц до 20 кГц при размахе входного напряжения в 2 В и его максимального значения порядка 101 дБ на частоте резонанса в 6,7 кГц [12].

Таким образом, рассмотренные варианты конструктивных изменений в той или иной мере способствуют увеличению создаваемого головкой громкоговорителя уровня звукового давления. В таблице 2 представлены основные характеристики рассмотренных опытных образцов. Анализ показал, что распространенными вариантами формирования пьезоэлектрической пленки являются напыление цирконата-титаната свинца или нанесение его посредством процесса золь-геля в связи с большей получаемой величиной пьезомодуля в сравнении с пленками из оксида цинка или нитрида алюминия. При использовании МЭМС преобразователей с подобными пленками толщиной 1-2 мкм размер диафрагмы не превышает 4 мм, а уровень развиваемого звукового давления превосходит 90 дБ SPL при проведении измерений в трубах или других макетах ушного канала, что обуславливает возможность их применения при производстве вкладных стереотелефонов. При оптимизации конструктивного исполнения диафрагмы данный показатель может превышать 110 дБ SPL даже при малых напряжениях

питания. Помимо этого, головки громкоговорителей на основе пьезокерамики из цирконата-титаната свинца могут генерировать значительные уровни звукового давления в свободном поле, что обуславливает возможность их применения в более широком спектре бытовой электроники и системах озвучения.

ТАБЛИЦА 2. Основные характеристики головок пьезоэлектрических МЭМС громкоговорителей

Источник	Материал	Размер диафрагмы	Частота первого резонанса	Максимальный SPL	Напряжение питания	Условия измерений
[1]	0,5 мкм, ZnO	5 мм, квадрат	2,92 кГц	92,4 дБ на 2,92 кГц	6 В (V_{pp})	2 мм от диафрагмы, свободное поле
[2]	0,7 мкм, золь-гель ЦТС	2 мм, диаметр	–	90 дБ на 10 кГц	13 В (не указано)	1 см от диафрагмы, свободное поле
[4]	1 мкм, напыление ЦТС	1,13 мм, диаметр	1,85 кГц	90,1 дБ на 1,85 кГц	2 В (V_{pp})	Труба длиной 3 см
[9]	40 мкм, пьезокер. ЦТС	18 мм × 20 мм	0,49 кГц	~106 дБ на 5,5 кГц	32 В (V_{pp})	1 см от диафрагмы, свободное поле
[10]	5 мкм, пьезокер. ЦТС	6 мм, диаметр	4,3 кГц	119 дБ на 9 кГц	10 В (V_{pp})	1 см от диафрагмы, свободное поле
[11]	2 мкм, напыление ЦТС	4 мм, квадрат	8,3 кГц	138 дБ на 8,3 кГц	2 В (V_{pp})	Макет ушного канала
[12]	1 мкм, напыление ЦТС	2 мм, гексагон	6,7 кГц	101,2 дБ на 6,7 кГц	2 В (не указано)	Макет ушного канала

Список используемых источников:

1. Yi, S.H.; Kim, E.S. Micromachined piezoelectric microspeaker. // Jpn. J. Appl. Phys. Part. 1 Regul. Pap. Short Notes Rev. Pap., 2005. № 44. С. 3836-3841 [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1143/JJAP.44.3836> (дата обращения 20.10.2023).

2. Cho, I.J.; Jang, S.; Nam, H.J. A Piezoelectrically actuated mems speaker with polyimide membrane and thin film Pb(Zr,Ti)O₃(PZT) actuator // Integr. Ferroelectr., 2009. № 105. С. 27-36 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10584580903039372> (дата обращения 21.10.2023).

3. Wang, H.; Li, M.; Yu, Y.; Chen, Z.; Ding, Y.; Jiang, H.; Xie, H. A piezoelectric MEMS loud speaker based on ceramic PZT // In Proceedings of the 2019 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems & Eurosensors XXXIII (TRANSDUCERS & EUROSENSORS XXXIII), Berlin, Germany, 23–27 June 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019. С. 857–860. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8808528> (дата обращения 21.10.2023).

4. Cheng, H.H.; Lo, S.C.; Huang, Z.R.; Wang, Y.J.; Wu, M.; Fang, W. On the design of piezoelectric MEMS microspeaker for the sound pressure level enhancement // Sens. Actuators A

Phys., 2020. № 306. 111960. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924424719322691?via%3Dihub> (дата обращения 22.10.2023).

5. Li, J.; Wang, C.; Ren, W.; Ma, J. ZnO thin film piezoelectric micromachined microphone with symmetric composite vibrating diaphragm // Smart Mater. Struct., 2017. № 26. 55033. [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-665X/aa8ae9> (дата обращения 24.10.2023).

6. Watanabe, S.; Fujiu, T.; Fujii, T. Effect of poling on piezoelectric properties of lead zirconate titanate thin films formed by sputtering // Appl. Phys. Lett., 1995. № 66. С. 1481–1483. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubs.aip.org/aip/apl/article-abstract/66/12/1481/521604/Effect-of-poling-on-piezoelectric-properties-of?redirectedFrom=fulltext> (дата обращения 19.10.2023).

7. Tsaour, J.; Wang, Z.J.; Zhang, L.; Ichiki, M.; Wan, J.W.; Maeda, R. Preparation and application of lead zirconate titanate (PZT) films deposited by hybrid process: Sol-gel method and laser ablation // Jpn. J. Appl. Phys. Part. 1 Regul. Pap. Short Notes Rev. Pap., 2002. № 41. С. 6664–6668. [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1143/JJAP.41.6664> (дата обращения 24.10.2023).

8. Moriyama, M.; Totsu, K.; Tanaka, S. Sol-gel deposition and characterization of lead zirconate titanate thin film using different commercial sols // Sens. Mater., 2019. № 31. С. 2497–2509. [Электронный ресурс]. URL: <https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=2420> (дата обращения 19.10.2023).

9. Kim, H.J.; Koo, K.; Lee, S.Q.; Park, K.H.; Kim, J. High performance piezoelectric microspeakers and thin speaker array system // ETRI J, 2009. № 31. С. 680–687. [Электронный ресурс]. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4218/etrij.09.1209.0010> (дата обращения 19.10.2023).

10. Wang, H.; Chen, Z.; Xie, H. A high-SPL piezoelectric MEMS loud speaker based on thin ceramic PZT // Sens. Actuators A Phys., 2020. № 309. 112018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924424720302636?via%3Dihub> (дата обращения 22.10.2023).

11. Stoppel, F.; Mannchen, A.; Niekiel, F.; Beer, D.; Giese, T.; Wagner, B. New integrated full-range MEMS speaker for in-ear applications // In Proceedings of the 2018 IEEE Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), Belfast, UK, 21–25 January 2018; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2018. С. 1068–1071. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8346744> (дата обращения 19.10.2023).

12. Wang, Q.; Yi, Z.; Ruan, T.; Xu, Q.; Yang, B.; Liu, J. Obtaining high SPL piezoelectric MEMS speaker via a rigid-flexible vibration coupling mechanism // J. Microelectromechanical Syst., 2021. № 30. С. 725–732. [Электронный ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9494339> (дата обращения 23.10.2023).

Konstantinov E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Approaches to improve sound pressure levels (SPLs) of piezoelectric MEMS speakers. Microelectromechanical system technology draws extensive attention in recent decades for applications in speakers manufacturing. With advantages of a small form factor, low cost and easy assembly, such electroacoustic transducers have potential for use in hearing instruments, portable electronics, and Internet of Things. In this article, approaches to improve sound pressure levels generated by piezoelectric speakers are summarized and briefly discussed with the aim of reaching their potential for applications in these areas.

Key words: *microelectromechanical systems, MEMS, electroacoustic transducers, microspeakers, loudspeakers, piezoelectric MEMS speakers.*

УДК 004.924
ГРНТИ 28.17.33

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LiDAR В ТРЁХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ

В. Н. Креков, Д. А. Татаренков

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

Активная дистанционная система зондирования, которая применяется для сбора точных данных о форме, геометрии окружающей среды и дальнейшего построения облака точек. Технология используется в различных областях, включая геодезию, картографию, автономное вождение и археологию. Особый интерес вызывает работа с данным техническим средством для создания трехмерных моделей объектов и окружающей среды.

LiDAR, 3D объекты, компьютерная графика, 3D моделирование, визуализация

В эпоху непрерывного развития компьютерной графики, современные виртуальные миры и трехмерные сцены стремятся быть фотореалистичными. Технология LiDAR (Light Detection and Ranging) стала одним из ключевых факторов, делающих эту реалистичность доступной и убедительной. Эта технология, которая изначально находила применение в геодезии и картировании, сегодня широко используется в индустрии компьютерной графики и виртуальной реальности. Данные, полученные с помощью рассматриваемой технологии, предоставляют артистам, дизайнерам и инженерам средства для создания трехмерных моделей и сцен [1].

Аббревиатура "LiDAR" происходит от "Light Identification Detection and Ranging", что буквально означает "Система идентификации света, обнаружения и измерения расстояний". Основной принцип работы таких систем: устройство направляет сфокусированный световой луч на окружающее пространство, затем регистрирует отраженные световые сигналы и использует эту информацию для создания изображения окружающей среды [2].

Схема работы LiDAR представлена на рис. 1. Он использует инфракрасный светодиод или лазер в качестве активного источника света. Лазеры в системе LiDAR генерируют короткие импульсы лазерного света. Эти импульсы направляются в окружающую среду. После того как лазерный импульс достигает цели (например, поверхности земли или объекта), часть излучения отражается от объекта и направляется обратно к системе. Приемник регистрирует отраженные лазерные импульсы.

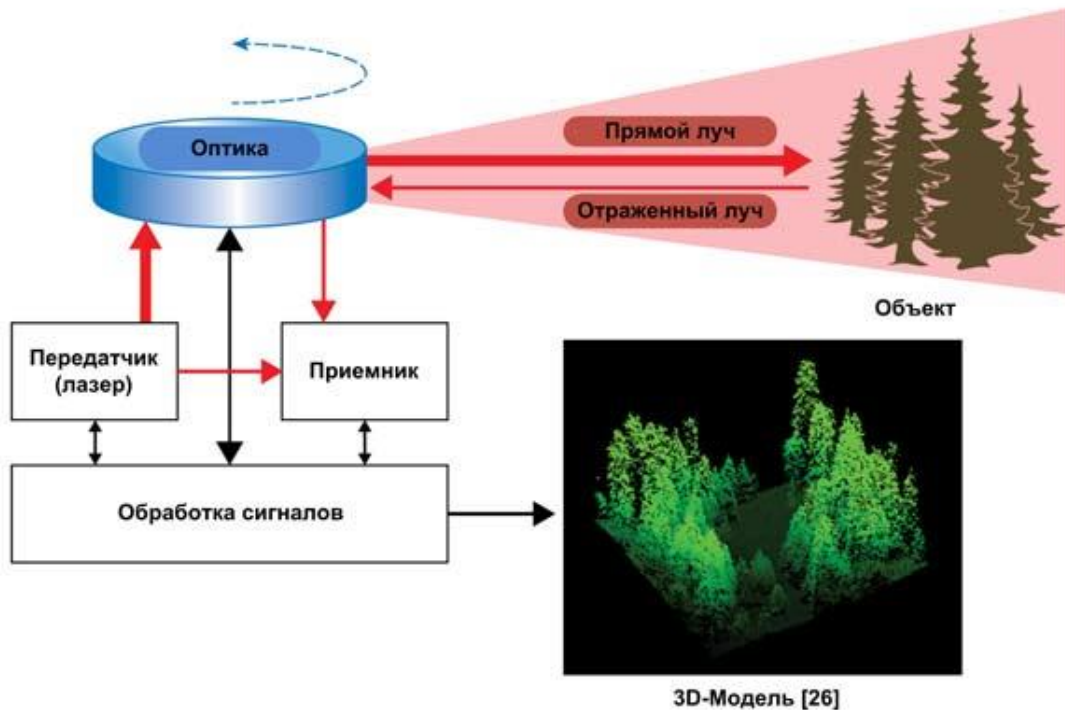


Рис. 1. Схема работы технологии LiDAR

Следующим компонентом является система измерения времени: эта система точно измеряет время, затраченное на путь лазерного импульса от момента его отправки до момента его возвращения. Это время измеряется в долях наносекунды (нс), что позволяет LiDAR получать высокоточные данные о расстоянии.

Сканирующее устройство: для создания трехмерной модели окружающей среды LiDAR использует сканирующее устройство. Это устройство может быть встроено в систему или быть отдельным компонентом. Сканирующее устройство изменяет направление лазерных излучений, сканируя пространство в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Процесс сканирования позволяет LiDAR собирать данные о точках, на которые попадают лазерные импульсы.

После сканирования окружающей среды LiDAR создает трехмерное точечное облако данных, где каждая точка представляет собой измеренное расстояние от лазера до объекта. Эти точки можно использовать для создания цифровых моделей местности, анализа поверхности земли, обнаружения объектов, создания карт [3].

Преимущество технологии LiDAR заключается в ее способности точно измерять расстояния, а также в способности работать даже в условиях ограниченной видимости или в ночное время благодаря использованию лазерного излучения. Эти характеристики делают ее незаменимым инструментом для широкого спектра приложений, начиная от геодезии и картографии до автономных автомобилей и роботов.

Применение технологии LiDAR в компьютерной графике имеет важное значение для создания высококачественных 3D объектов и окружающей среды. Данные, полученные с помощью LiDAR, предоставляют информацию о форме и расположении объектов, что является фундаментальным элементом в процессе создания реалистичных 3D моделей.

Для работы с данными LiDAR существует множество инструментов и программного обеспечения, которые упрощают и автоматизируют процессы обработки и визуализации данных. Самый удобный способ ознакомиться с технологией и попробовать её в действии – это использовать смартфон Apple iPhone, начиная с модели 12 Pro [4]. Компания Apple начала интегрировать систему в линейку Pro, чтобы поддержать свой вектор развития дополненной реальности и повысить качество фотоснимков в тёмное время суток, когда объект недостаточно освещён для камеры смартфона, следовательно, и алгоритмы обработки изображения менее эффективно.

Необходимо установить приложение для сканирования, которое использует технологию LiDAR. Одно из многих аналогов – Scaniverse. Его главное преимущество – бесплатное неограниченное использование. Сканирование осуществляется медленным перемещением iPhone вокруг объекта. Лазеры LiDAR излучают лазерные импульсы и измеряют время их возвращения, создавая облако точек.

Камера iPhone может использоваться для добавления цветовой информации к точкам, делая 3D модель более реалистичной [5]. После завершения сканирования получившаяся 3D модель просматривается на экране iPhone. Доступна возможность вращать, масштабировать и приближать модель для более детального анализа. Также возможно экспортировать 3D модель в формате, который совместим с популярными программами для работы с 3D графикой, такими как Blender или Cinema 4D. Модель может быть использована для построения сцены, либо для дальнейшей её обработки.

Polycam – также популярное приложение для сканирования. Его ключевая особенность и преимущество заключается в возможности делиться своими моделями с другими пользователями. Также внутренний редактор имеет более расширенный функционал по обработке 3D объектов. Главным минусом для полноценного использования данного сервиса выступает его необходимость в платной подписке.

Результат сканирования предмета в одинаковых условиях освещения приложениями Scaniverse и Polycam представлен на (рис. 2, а) и (рис. 2, б) соответственно. На данном примере прослеживается различие моделей, которые формируют сравниваемые средства. Polycam уступает Scaniverse в детализации, что заметно на части “глаз” объекта. В нижней части модели прослеживается различие в объёмном разделении между объектом и поверхностью, на которой он лежит. Также цветовая информация, полученная Scaniverse более приближена к той, что видит глаз человека. Опираясь на

вышеперечисленные пункты, Scaniverse приоритетнее для дальнейшего использования.

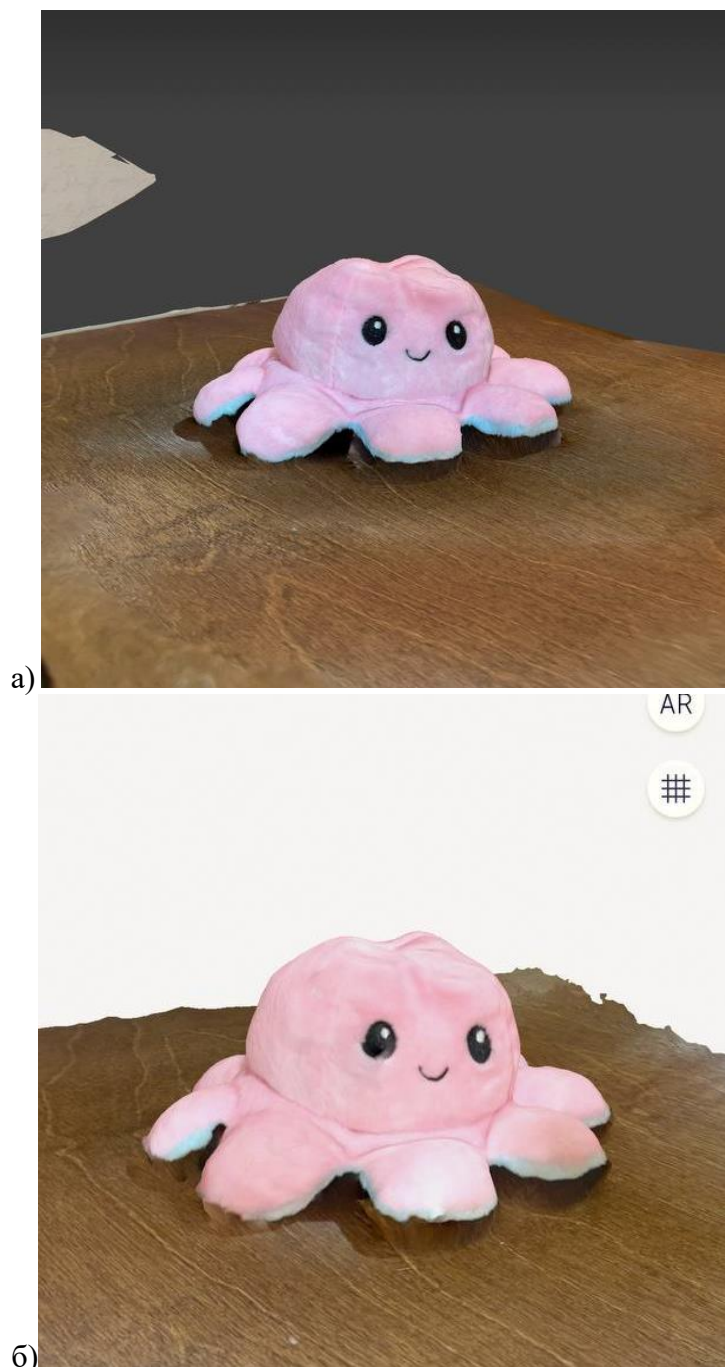


Рис. 2. Модель, сформированная: а) – Scaniverse; б) – Polycam

Технология LiDAR является неотъемлемой частью современной компьютерной графики. Тенденция развития программных средств для её использования демонстрирует, что технология находит своё применение в различных сферах компьютерной графики.

Список используемых источников:

1. Руденко Ю. М., Богданец Е. С. Актуальность лидарной съёмки на данном этапе развития лазерного сканирования [Электронный ресурс] // Технические науки – от теории к практике: электрон. научн. журн. 2016.

2. Jamie Carter, Keil Schmid, Kirk Waters, Lindy Betzhold, Brian Hadley, Rebecca Mataosky, and Jennifer Halleran // An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications – 11.2012.

3. Портал о современных технологиях [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/a/427040> (дата обращения 29.10.2023).

4. Презентация Apple iPhone 12 Pro [Электронный ресурс]. URL: <https://www.apple.com/au/newsroom/2020/10/apple-introduces-iphone-12-pro-and-iphone-12-pro-max-with-5g/> (дата обращения 29.10.2023).

5. <https://scaniverse.com/> [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.scaniverse.com/introducing-scaniverse-46802d8604a6> (дата обращения 28.10.2023).

Krekov V., Tatarenkov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Application of lidar technology in three-dimensional graphics.

An active remote sensing system that is used to collect precise data on the shape and geometry of the environment and further construct a point cloud. The technology is used in a variety of fields, including surveying, cartography, autonomous driving and archaeology. Of particular interest is working with this technical tool to create three-dimensional models of objects and the environment.

Key words: LiDAR, 3D objects, computer graphics, 3D modeling, visualization.

УДК 654.172
ГРНТИ 49.40.49

ФИЛЬТРАЦИЯ ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Е. А. Морозова, С. Л. Фёдоров

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

Фильтрация шума в цифровых изображениях является важной задачей для обеспечения высококачественного просмотра и передачи медиаконтента. Существует несколько методов фильтрации, включая методы среднего значения (медиана) и адаптивные фильтры, они более универсальны и могут автоматически настраивать свои параметры в зависимости от входного сигнала.

шум, фильтрация, цифровые изображения, Винер

Шумы на цифровом изображении в основном возникают при формировании и передаче изображений. Основные факторы появления шума при формировании изображений – низкий уровень освещенности и нагрев ПЗС датчика в процессе его работы. Из-за влияния шума изменяется яркостная компонента изображения. Это изменение носит случайный характер. Анализируя статистические свойства шума, можно определить результативный метод его фильтрации.

Существуют две формы фильтра среднего значения (медианный фильтр): метод взвешенного усреднения окрестности и метод взвешенного усреднения окрестности.

Пусть имеется входное изображение $f(x, y)$, в котором M и N - размеры строки и столбца изображения. Сглаженное изображение, полученное методом усреднения окрестности, обозначается $g(x, y)$, тогда:

$$g(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{i,j \in S} f(i, j),$$

для $x = 0, 1, 2, 3, \dots, M-1$; $y = 0, 1, 2, 3, \dots, N-1$; S — это набор пиксельных координат в окрестности (x, y) , который не включает (x, y) . MN представляет общее количество пикселей в наборе S .

Метод невзвешенного усреднения по окрестностям представляет собой маску, которая перемещается по изображению точка за точкой для нахождения суммы произведений фильтра и соответствующих пикселей [1]. Конкретный процесс реализации включает свертку значений фильтра и изображения, при этом коэффициент $w(0,0)$ должен соответствовать положению пикселя (x, y) . Размеры маски $m \times n$ обычно нечетные, например, 3×3 , 5×5 , 7×7 и т.д.

На рисунке 1 показана механика линейной пространственной фильтрации с использованием маски фильтра 3×3 . В точке (x, y) на изображении отклик, полученный с помощью этой маски, равен:

$$R = w(-1, -1)f(x - 1, y - 1) + w(-1, 0)f(x - 1, y) + \dots + w(0, 0)f(x, y) + \dots + w(1, 0)f(x + 1, y) + w(1, 1)f(x + 1, y + 1)$$

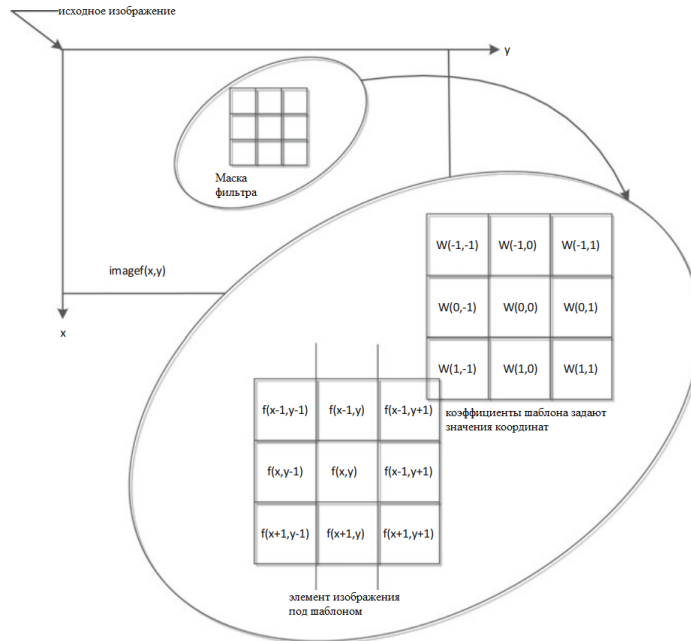


Рис. 1. Механика линейной пространственной фильтрации с использованием фильтрующей маски 3×3

В методе невзвешенного усреднения по окрестностям каждый коэффициент в маске равен 1.

$$\frac{1}{9} \times \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

Рис. 2. Невзвешенная средняя по окрестностям маска 3×3



Рис. 3. Эффект усиления метода усреднения по окрестностям

Другой метод среднего значения по соседству называется средневзвешенным, где все коэффициенты маски могут иметь разные веса.

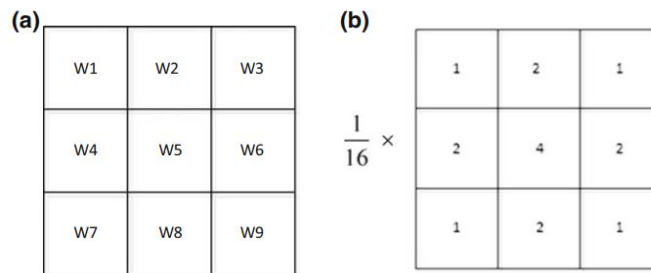


Рис. 4. (а) – маска фильтра взвешенного усреднения. (б) – пример

Для данного изображения $f(x, y)$ размером $m \times n$, процесс фильтрации взвешенного усреднения через фильтр размером $m \times n$ (m и n нечетные) может быть задано по следующей формуле:

$$g(x, y) = \frac{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t)}{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t)},$$

где $a = \frac{(m-1)}{2}$, $b = \frac{(n-1)}{2}$.

Маска на рисунке 4(б) увеличивает вес центрального пикселя и уменьшает вес диагональных пикселей для уменьшения размытия при сглаживании. Статистическая фильтрация по порядку использует окно W с нечетным числом пикселей, сортирует значения оттенков серого и заменяет исходное значение на значение k -й позиции [2]. Фильтрация усреднением может привести к размытию деталей, но полностью удаляет шум.



Рис. 5. Исходное изображение с шумом соли и перца и обработанное изображение с использованием метода усредненной фильтрации

Адаптивный фильтр, частота которого может автоматически изменяться в зависимости от входного сигнала, имеет более широкий спектр применения. Без каких-либо предварительных знаний о сигнале и шуме адаптивный фильтр автоматически настроит параметры, используя полученные ранее параметры, чтобы реализовать оптимальную фильтрацию.

Адаптивный фильтр — это фильтр Винера (оценивает локальное среднее значение и дисперсию вокруг каждого пикселя), который может регулировать свои собственные характеристики передачи для достижения оптимизации.

$$\mu = \frac{1}{NM} \sum_{n_1, n_2 \in \eta} a(n_1, n_2)$$

и

$$\sigma^2 = \frac{1}{NM} \sum_{n_1, n_2 \in \eta} a^2(n_1, n_2) - \mu^2,$$

где η — это $N \times M$ локальная окрестность каждого пикселя на изображении А. Затем создается попиксельный фильтр Винера, используя оценки:

$$b(n_1, n_2) = \mu + \frac{\sigma^2 - v^2}{\sigma^2} (a(n_1, n_2) - \mu),$$

где v^2 — дисперсия шума. Если дисперсия шума не задана, алгоритм использует среднее значение всех локальных оцененных дисперсий. Эта фильтрация реализована в MATLAB image processing toolbox с использованием функции `wiener2`, когда локальное изменение изображения невелико, функция может быть обработана относительно большим образом, тогда как выполняется меньшее сглаживание [3]. По сравнению с другими адаптивный фильтр может сохранять границы и высокочастотные компоненты изображения, но он более затратен по времени выполнения.

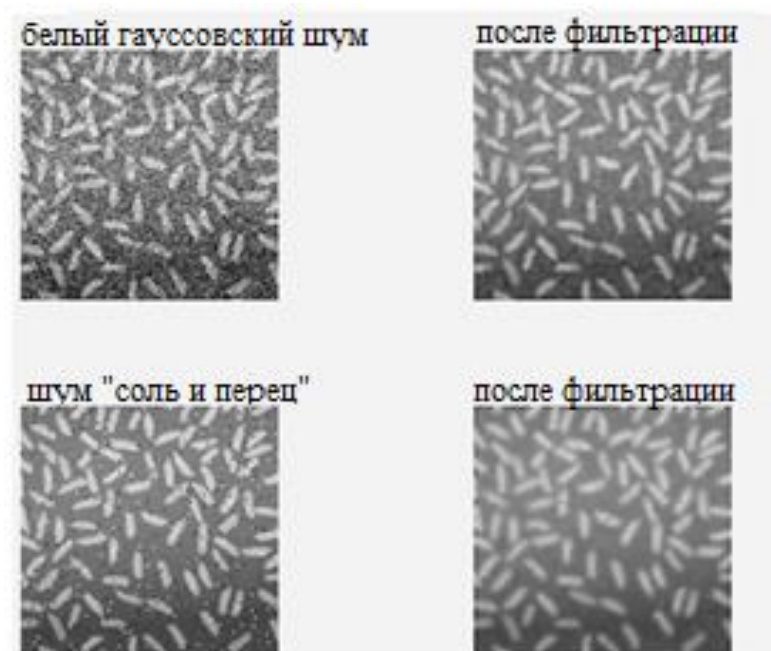


Рис. 6. Результат реализации

Таким образом, фильтрация шума на цифровом изображении является важной задачей для обеспечения качественного просмотра и передачи медиаконтента. Рассмотренные методы показывают наилучшие результаты, что обуславливает их применение.

Список используемых источников:

1. Gonzalez RC, Woods RE / Digital image processing. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. – 2002
2. Vaseghi SV / Advanced digital signal processing and noise reduction. In: Advanced digital signal processing and noise reduction. Wiley – 2000. –С. 187-192.
3. Zhang P, Li F / A new adaptive weighted mean filter for removing salt-and-pepper noise. С. 21-182.

Morozova E., Fedorov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Filtering noise in digital images.

Filtering noise in digital images is an important task to ensure high-quality viewing and transmission of media content. There are several filtering methods, including mean value methods and adaptive filters, which are more versatile and can automatically adjust their frequency depending on the input signal. They can adapt to the statistical characteristics of unknown or random changes in signals and noise to achieve optimal filtering without prior knowledge of the signal and noise.

Key words: noise, filtering, digital images, winner.

УДК: 004.422.81
ГРНТИ: 28.17.23

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

С. В. Попков

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

Профессиональное акустическое проектирование — это залог успешной эксплуатации того или иного помещения, где качественный звук и отсутствие внутренних и внешних звуковых помех стоят на первом месте. Правильное акустическое оформление всегда будет привлекать к себе внимание посетителей в кинотеатрах, концертных залах, театрах, клубах, а также позволит создать комфортную акустическую среду для посетителей и клиентов и повысить популярность и рейтинг заведения.

моделирование, акустика помещений, моделирование в акустике

В настоящее время акустическое проектирование выполняется с использованием автоматизированного акустического программного обеспечения.

Автоматизированное акустическое программное обеспечение/Computer-Aided Theatre Technique (ААПО/САТТА) - это программные приложения и инструменты, специально разработанные для оказания помощи в различных аспектах акустического проектирования, моделирования, анализа и измерений.

В ААПО может входить:

Акустическое моделирование: создание модели акустической среды, такой как театры, здания или открытые пространства. Модели имитируют распространение звука с отражениями, дифракцией и другими акустическими явлениями.

Анализ акустики помещения: ААПО может имитировать акустические характеристики помещений. Затем можно анализировать и определять время реверберации, показатели разборчивости речи и прогнозируемое качество звука.

- Проектирование звуковой системы: программные средства имитируют распространение звука и помогают при проектировании систем звукоусиления. Акустическое программное обеспечение может имитировать источники шума, прогнозировать уровни шума и оценивать воздействие шума на окружающую среду или рецепторы человека.

- Виртуальная акустическая реальность: Некоторые передовые программные приложения обеспечивают виртуальную акустическую реальность, где пользователи могут моделировать слуховую среду с помощью наушников или иммерсивных аудиосистем. VAR позволяет субъективно

оценивать акустический дизайн, имитировать виртуальную реальность и аурализацию помещений.

В настоящее время имеются зарубежные ПО, реализующие эти возможности. Некоторые из них.

CARA CAD

Программное обеспечение для акустики помещений пытается использовать компьютерное моделирование для замены дорогостоящих профессиональных инструментов, используемых профессионалами. В основе CARA лежит метод визуализации источника звука в сочетании с процедурой обратного отслеживания. CARA - это набор небольших программ, разработанных для решения каждой задачи, необходимой для процесса анализа помещения:

- CARA CAD для создания виртуального дизайна вашей комнаты
- Дизайнер громкоговорителей CARA
- CARA CALC для расчета акустики помещения

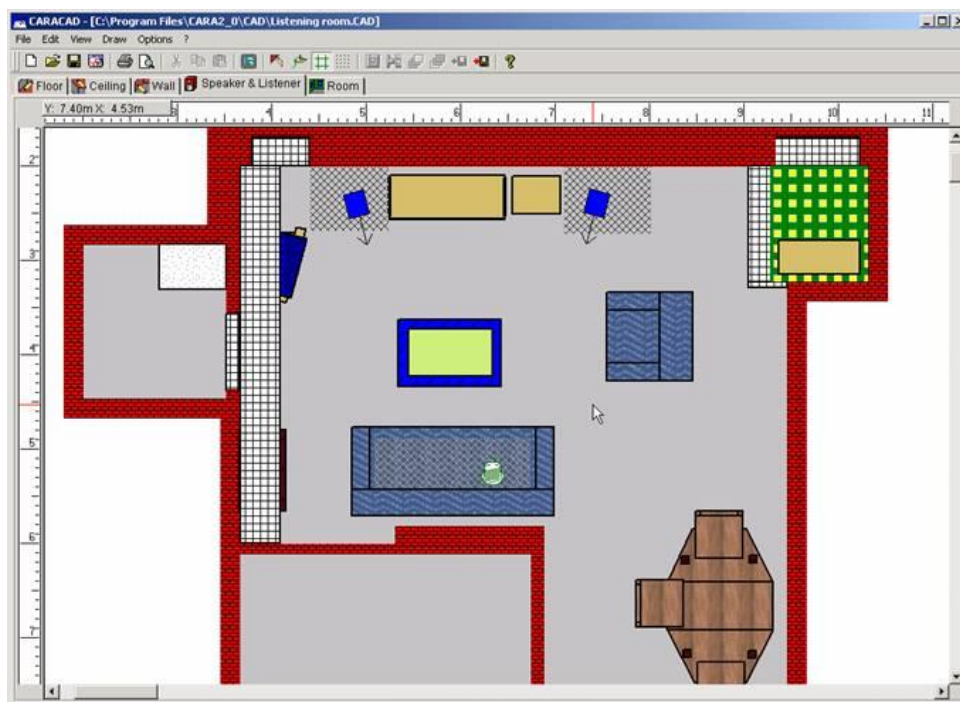


Рис. 6. Вид планировки помещения CARA CAD

CARA имеет специальную функцию Auralization, которая изменяет выбранный пользователем входной волновой файл, заставляя его представлять то, как этот волновой файл будет звучать в спроектированном помещении. Специальный проигрыватель позволяет прослушивать и сравнивать исходный волновой файл с измененным.

EASE 5

Представляет собой установленный стандарт в области электро- и акустического моделирования помещений во всем мире. Современная платформа EASE 5 сочетает в себе высокоточный и проверенный механизм

расчета с интуитивно понятным пользовательским интерфейсом и новыми инструментами, обеспечивающими эффективные рабочие процессы, адаптированные к различным сценариям использования. EASE 5 обеспечивает широкое применение - от иммерсивного дизайна в развлекательных заведениях до разборчивости речи в аэропортах и SPL-покрытия в торговых центрах.

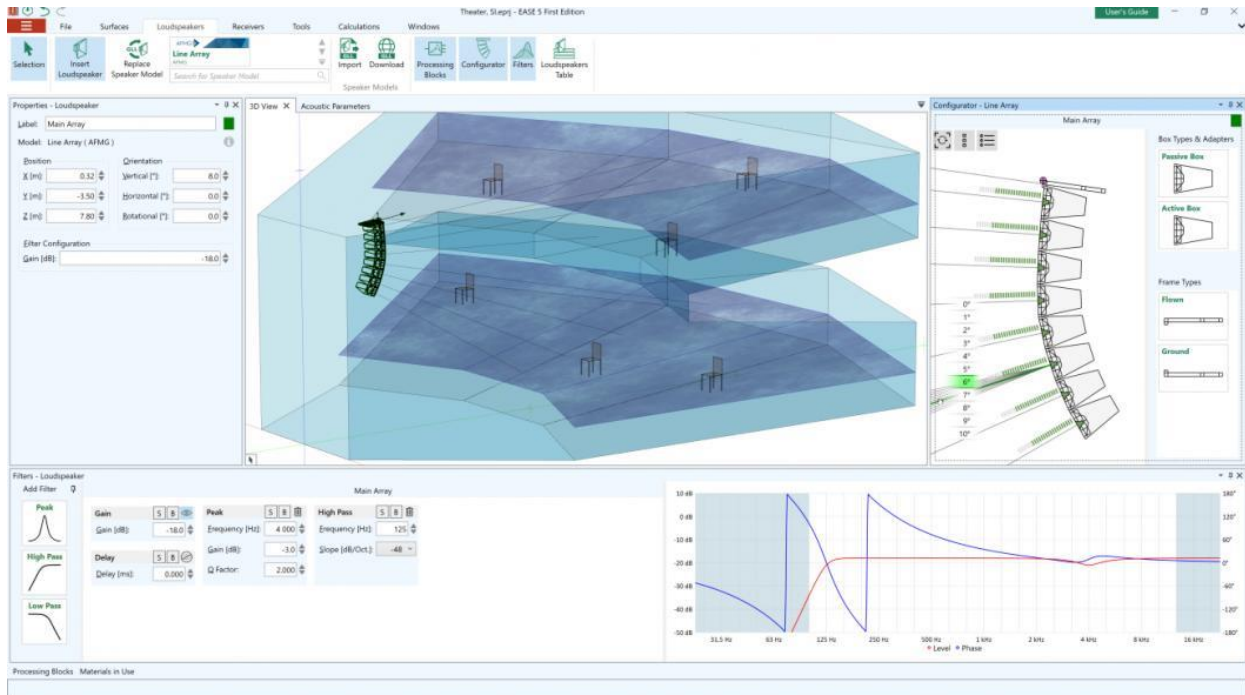


Рис. 7. Интерфейс EASE 5

ODEON

ПО для акустики помещений. Используется для моделирования внутренней акустики зданий. Может моделировать акустические воздействия. ODEON использует метод источника изображения в сочетании с модифицированным алгоритмом трассировки лучей. ODEON известен своим простым рабочим процессом, быстрым временем расчета и высокой точностью.

ULYSSES

ULYSSES - очень ценный инструмент для быстрого и безопасного принятия решений в новых зданиях, реконструкции и модернизации. С помощью ULYSSES можно легко и быстро рассчитать и спланировать акустические системы, конференц-системы PA и системы голосовой сигнализации для эвакуации (SAA в соответствии с DIN VDE 0833-4, EN ISO 50849).

Наименование ПО	EASE 5	ULYSSES	ODEON	CARA
Тип лицензии	временная	постоянная	постоянная	постоянная
Преимущества	Широкие возможности	Скорость моделирования	Широкие возможности	Доступность
	Современный интерфейс	Простота использования	Скорость моделирования	
Стоимость	JR, 1 год 690 €	От 1000 € (за 3 лицензии)	Basics: 5000 €	До 100 \$ за лицензию
	Standart, 1 год 690 €		Industrial: 7000 €	
	Pro, 1 год 2450 €		Auditorium: 14000 €	
			(за лицензию)	

Рис. 8. Параметры акустического ПО

Для реализации программного обеспечения для акустического проектирования необходимо обеспечение базовых возможностей проектирования, а именно:

- моделирование плоскостей и их изометрическое отображение.
- создание базы акустических материалов и систем.
- расчёт базовых параметров акустики помещения: реверберации, разборчивости речи и прогнозирования качества звука.
- Моделирование звукового поля на основании распределённой сетки параметров звука в точках помещения.
- Предоставление средства аурализации для обеспечения возможностей прогнозирования качества воспроизводимых данных.

Список используемых источников:

1. G. M. Naylor, ODEON—Another hybrid room acoustical model, Applied Acoustics, Volume 38, Issues 2-4, pp.131-143, 1993.
2. DIVA Web Site [Электронный ресурс]. <http://www.rhintek.com/cara/> (дата обращения 06.11.2023)
3. CARA Web Site [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bksv.com/> (дата обращения 05.11.2023)
4. Özgür Enis, “Design and Development of an Architectural Acoustic Design Software”, MSc thesis, Dokuz Eylül University, Department of Computer Science and Engineering ,200.
5. Lehnert Hilmar, Systematic Er the ray-tracing algorithm, Algorithm Acoustics, Volume 38, pp. Issues 2-4, 207-221, 1992.
6. EASE 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afmg.eu/en/ease> (дата обращения 13.11.2023)

Popkov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Software for acoustic design of premises.

Professional acoustic design is the key to the successful operation of a particular room, where high—quality sound and the absence of internal and external sound interference are in the first place. Proper acoustic design will always attract the attention of visitors in cinemas, concert halls, theaters, clubs, and will also create a comfortable acoustic environment for visitors and customers and increase the popularity and rating of the institution.

Key words: modeling, acoustics of rooms, modeling in acoustics.

УДК 004.921
ГРНТИ 19.61.31

ВИРТУАЛЬНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СТУДИЯ

А. А. Посметьев, Д. А. Татаренков, Д. Д. Федотов, М. Д. Хрипунов

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

Виртуальный продакшн (Virtual Production) – технология, появившаяся совсем недавно, и объединяющая в единую систему съёмочное оборудование и технологии виртуальной реальности, благодаря чему человек или объект помещается в 3D сцену виртуального пространства в реальном времени.

Virtual Production, видеопроизводство, теле вещание, AR, XR, трекинг

Современные технологии, особенно в области компьютеризации, привели к распространению виртуальной реальности в различных областях. Одной из сфер, где виртуальность стала неотъемлемой частью, является кино и телевидение. Виртуальный продакшн (*Virtual Production*) – это технология, позволяющая создавать визуальные эффекты в режиме реального времени.

В основе виртуального видеопроизводства лежит идея отслеживания положения (трекинга) камеры и переноса её перемещений в созданную с помощью специального ПО трехмерную сцену. Таким образом, операторы могут снимать кадры сразу на фоне проекта, а аниматоры - управлять персонажами и создавать эффекты. Виртуальный мир транслируется в реальный с помощью больших LED экранов высокого разрешения. Альтернативой дорогим LED экранам является применение хромакея.

Технология виртуального видеопроизводства позволяет существенно сократить сроки и затраты на производство фильмов и телепередач. С ее помощью можно ускорить весь процесс создания кино и телепрограмм, начиная с подготовительных работ и заканчивая процессом постобработки. Кроме того, виртуализация видеопроизводства дает возможность снять даже самые сложные и фантастические сцены, которые были недоступны ранее. Уже сейчас многие ведущие западные кинокомпании, такие как Disney или Amazon используют эту технологию для производства своих фильмов и сериалов. Нашлось ей место и на телевиденье: виртуальные студии, основанные на данной технологии, широко используются в том числе и в России, например, при съёмке программ комментирования и аналитики спортивных событий и некоторых развлекательных программ.

Для создания виртуальной среды наиболее популярным вариантом является использование игровых движков, таких как Unreal Engine 5. Unreal Engine 5 – это мощный и удобный игровой движок, который позволяет создавать виртуальные миры для игр, а также для фильмов и телепередач. Он основан на языке программирования C++, имеет открытый исходный код и

поддерживает фотореалистичный рендеринг в реальном времени [1]. Данное ПО имеет большое количество инструментов и плагинов для создания и настройки элементов виртуального мира, таких как освещение, текстуры, поведение персонажей и многое другое, в том числе уже готовые инструменты для реализации виртуальной видеосъёмки, как например *Live Link*.

Одним из главных элементов виртуального видеопроизводства является трекинг камеры - отслеживание перемещений камеры во время видеосъёмки. Это необходимо для того, чтобы виртуальная среда могла точно отображать движение камеры на экране. Для трекинга камеры используются специальные датчики-трекеры, основанные на использовании ИК-излучения. Существуют специализированные системы трекинга, использующие активные излучатели и базовые станции (*HTC Mars*) [2], или использующие систему отражающих меток (*stype RedSpy*) [3]. Кроме того, возможно использование систем трекинга, изначально используемых для других сфер деятельности, как например VR очков.

Существует два способа совмещения виртуальной среды с реальным миром: непосредственно в сцене с помощью размещения позади актеров экрана, на который транслируется компьютерная графика, причём для экономии ресурсов в высоком разрешении может выводиться только та часть изображения, что находится в поле зрения камеры. Достоинствами данного метода являются реалистичное падение света с экранов на актёров, быстрое действие и удобство для участников сцены, однако стоимость открытия такого павильона начинается от 90 млн. рублей. Альтернативой этому является использование хромакея, что также имеет свои достоинства и недостатки, как например возможность быстро переснимать и изменять любой кадр вовремя и после съёмок, так как данные о перемещении камеры хранятся независимо от виртуальной сцены.

Основными преимуществами данной технологии является значительное удешевление процесса съёмки из-за экономии на декорациях и перемещения съёмочной группы, использование технологии виртуального продакшена выигрывает также и перед классическим процессом создания компьютерной графики на этапе постпродакшена за счет более удобных инструментов работы в 3D пространстве и возможности увидеть результат сразу в момент проведения съёмки.

Технология виртуального видеопроизводства может быть использована не только в кино и телевидении, но и в других отраслях, таких как архитектура, музыкальные клипы, обучение и т. д. Эта технология позволяет создавать виртуальные среды, где можно показывать товары и услуги, имитировать сценарии криминальных дел или создавать тренировочные симуляторы. Еще одной перспективной возможностью этой технологии является создание интерактивных фильмов и телевизионных программ, где зритель может активно участвовать в происходящем на экране, взаимодействуя с персонажами и влияя на исход сюжета.

В настоящее время в России существует несколько крупных студий, использующих технологию виртуального видеопроизводства, в том числе и для проведения прямых трансляций. Две из них находятся в Санкт-Петербурге. В целом по миру рынок данной области видеопроизводства уже оценивается в 3 млрд. долларов и продолжает расти [4].

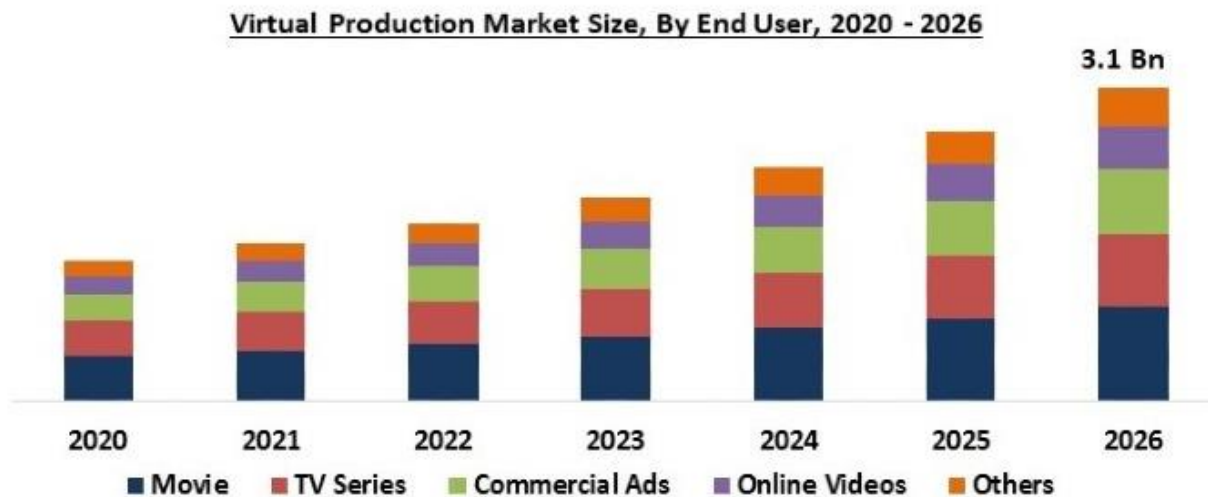


Рис. 1. Оценка рынка виртуального видеопроизводства по годам и областям применения

В заключение можно сказать, что технология виртуального продакшена — это не только новое слово в кинематографии, но и первоочередное направление в развитии медиаиндустрии в целом. Ее возможности постоянно расширяются, и эта технология с каждым годом набирает все большую популярность и значимость в мире.

Список используемых источников:

1. Официальный сайт Unreal Engine (unrealengine.com).
2. HTC Mars documentation (vive.com/us/support/camtrack).
3. Системы трекинга stype (aioka.tv/ru/sistemy-trekinga-stype).
4. Статистика отрасли: Global Virtual Production Market By Component (Software, Hardware and Services), By Type (Post-production, Production and Pre-production), By End User (Movie, TV Series, Commercial Ads, Online Videos and Others), By Region, Industry Analysis and Forecast, 2020 - 2026 (kbvresearch.com/virtual-production-market/).

Posmetyev A., Tatarenkov D., Fedotov D., Khripunov M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Virtual tv studio.

Virtual production is a technology that has appeared quite recently and combines filming equipment and virtual reality technologies into a single system, thanks to which a person or object is placed in a 3D scene of virtual space in real time.

Key words: *virtual Production, video production, broadcasting, AR, XR, tracking.*

УДК 621.377.22
ГРНТИ 47.55.35

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОБАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ РЕВЕРБЕРАЦИИ К АНАЛОГОВОМУ СИГНАЛУ

Н. А. Петрова

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

Применение искусственной реверберации необходимо в задачах преобразования аудио-пространства. Она используется практически во всех сферах создания медиа-контента: в музыке, в кино, в играх. Реверберация очень важна в создании виртуального пространства. В данной работе рассматривается вариант преобразования аналогового устройства, в результате которого появится возможность менять выходной звуковой сигнал, имитируя различные аудио-пространства.

роль реверберации в создании виртуального аудио-пространства

С виртуальным пространством человек сталкивается не только в играх и VR. Специально созданное виртуальное пространство окружает зрителей в кинозале и слушателей на концерте. Цель виртуального пространства – перенести человека в определенные условия, отличные от реальных. И важная часть создания виртуального пространства заключается в проработке его аудио-составляющей.

Реверберация – процесс затухания и отражения звука в помещении. Реверберационная картина каждого помещения уникальна. Поэтому, например, при записи музыкальных концертов, большое внимание уделяется тому, в каком помещении они будут записаны. Большой популярностью для записи различных музыкальных композиций пользуются различные храмы, соборы или здания театров. Акустика таких помещений, как правило, обогащает звучание различных инструментов, добавляя определенные частотные компоненты. Но при неправильно подобранном характере реверберационного процесса, музыка может звучать сухо, одни инструменты могут полностью перекрывать другие или же действовать на слушателя раздражающе.

Но, что если предоставить слушателю возможность выбрать пространство, в котором был записан звуковой сигнал? Для имитации различных помещений и условий прослушивания потребуется добавлять искусственную реверберацию к выходному сигналу. Вариант реализации этой функции в аудиоустройстве будет рассмотрен далее.

Обработка исходного аналогового сигнала

В качестве исходного устройства для дальнейшей модификации выбран аналоговый электрофон Вега-108 Стерео [1]. Основные параметры электрофона указаны в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Параметры электрофона Вега-108 Стерео

Параметр	Значение
Полоса воспроизводимых частот, Гц	63...18000
Коэффициент гармоник по электрическому напряжению, %	0,7
Уровень фона, дБ	< -60
Номинальная выходная мощность, Вт	>10
Потребляемая мощность от сети, Вт	< 20

С выхода головки звукоснимателя (ГЗ) Audio-Technica AT91 [2] аналоговый сигнал с амплитудой 3,5 В поступает на блок предусилителя (ПУ), который производит первичную обработку сигнала: ослабляет низкие частоты (до 63 Гц) и снижает уровень фона [3]. Далее необходимо преобразовать аналоговый сигнал в цифровой.

Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование

Есть два варианта размещения аналого-цифрового преобразователя (АЦП): в составе основного процессора, на котором будет производиться обработка сигнала с помощью алгоритмов реверберации, либо в качестве отдельного модуля. Выбран второй вариант размещения АЦП, так как обработка музыкального сигнала должна производиться непрерывно и в режиме реального времени, что может негативно сказаться на производительности основного процессора.

В качестве аналого-цифрового преобразователя и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) будет использоваться модуль Pmod I2S2 [4]. Данный модуль имеет два аналоговых интерфейса TRS (3,5 мм) и два цифровых интерфейса с протоколом I2S. На рисунке 1 представлено изображение модуля.

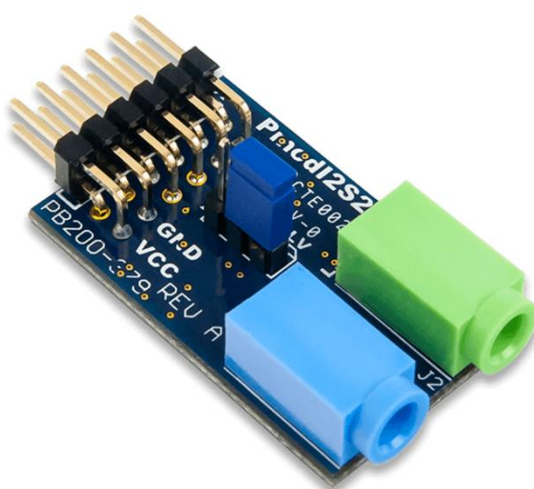


Рис. 1. Конвертер Pmod I2S2

Параметры АЦП (CS5343) и ЦАП (CS4344) в составе модуля указаны в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Параметры модуля АЦП/ЦАП

Параметр	Единицы измерения	АЦП	ЦАП
Частота дискретизации	кГц	96	96
Разрядность	бит	24	24
Динамический диапазон	дБ	98	105
Коэффициент нелинейных искажений (THD+N)	дБ	-92	-90
Напряжение питания	В	3,3	5

Обработка цифрового аудиосигнала

Для задания параметров обработки сигнала к основной схеме будет подключен персональный компьютер (ПК) со специальным графическим интерфейсом.

Программируемая логическая интегральная схема, на которой будет производиться обработка цифрового сигнала и к которой будет подключаться ПК, должна выполнять следующие задачи:

- Хранение базы данных импульсных характеристик;
- Связь с устройством, через которое задаются параметры обработки и хранение данных о выбранной конфигурации;
- Обработка сигнала в соответствии с выбранными характеристиками;
- Свертка входного аудиосигнала с выбранной импульсной характеристикой в реальном времени.

На данном этапе работы предполагается, что в качестве алгоритма реверберации будет использоваться алгоритм, использующий свертку сигнала с заданной импульсной характеристикой [5].

Для обработки цифрового сигнала в режиме реального времени требуется выбрать аппаратное обеспечение, способное обеспечить требуемую частоту дискретизации и скорость обработки. Информация о частоте дискретизации сама по себе не может быть использована для выбора процессора – сложность архитектуры также является важным фактором. Требования к высокой пропускной способности данных и к сложности алгоритмов обработки должны сходиться с требованиями по энергопотреблению [6].

В качестве процессора для обработки аудиосигнала подойдет цифровой сигнальный процессор (DSP) с тактовой частотой не менее:

$$f_T = f_s * \beta = 96 * 10^3 * 24 = 2,3 \text{ МГц},$$

где f_s – частота дискретизации и β – разрядность цифрового сигнала (таблица 2).

В качестве программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) под рассмотренные задачи требуется плата, оборудованная необходимыми интерфейсами, а именно:

– 2 интерфейса для входного и выходного цифрового сигнала с протоколом I2S;

– 1 интерфейс для связи с устройством управления с протоколом USB.

Более детальный выбор конфигурации аппаратного обеспечения цифровой части устройства будет возможен после подсчета требуемой производительности исходя из сложности алгоритма обработки сигнала.

Обработка сигнала после добавления реверберации

После добавления реверберации к сигналу, он поступит на модуль ЦАП, рассмотренный выше. Затем аналоговый сигнал идет на блок усилителя звуковой частоты (УЗЧ) электрофона, главная задача которого - усиление сигнала для последующей подачи на акустическую систему.

В качестве такой акустической системы была выбрана 2-х полосная система с пассивным излучателем 15АС-408 [7]. Основные характеристики акустической системы:

- Полоса воспроизводимых частот: 63...20000 Гц;
- Номинальное среднее звуковое давление: 1 Па;
- Номинальная мощность: 15 Вт;
- Номинальное электрическое сопротивление: 4 Ом.

Общая структурная схема

Схема устройства, состоящего из компонентов, рассмотренных выше, имеет аналоговую и цифровую часть. Аналоговая часть состоит из электрофона и акустической системы. Здесь будет производиться: чтение сигнала с пластинки, первичная обработка сигнала, усиление сигнала после добавления реверберации, воспроизведение сигнала. Задачи, выполняемые цифровой частью системы рассмотрены выше.

На рисунке 2 показана общая структурная схема разработанной системы добавления искусственной реверберации к аналоговому сигналу.

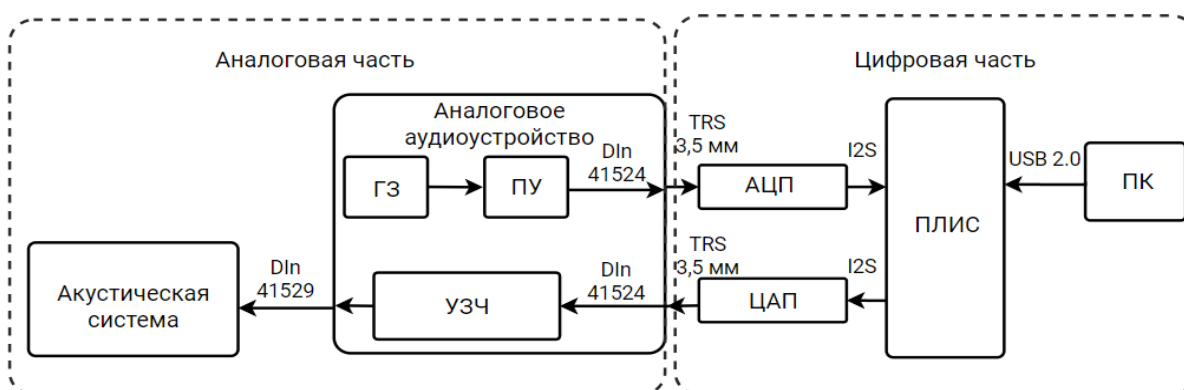


Рис. 2. Структурная схема тракта добавления реверберации к аудиосигналу

Заключение и дальнейшая работа

В данной работе был рассмотрен вариант схемы устройства для добавления искусственной реверберации к аналоговому сигналу. Для дальнейшей реализации устройства следует решить следующие задачи:

- Изменить выбранный алгоритм реверберации для обработки сигнала в реальном времени;
- Выбрать конфигурацию ПЛИС;
- Написать программу (графический интерфейс) для задания параметров;
- Согласовать программную и аппаратную части;
- Собрать результирующий вариант схемы устройства;
- Провести тестирование работы устройства и написанного алгоритма реверберации.

Помимо этого, возможно добавление других алгоритмов реверберации для обработки сигнала.

Список используемых источников:

1. Электрофон Вега-108 Стерео. Руководство по эксплуатации. // М.: Бердский радиозавод, 1979. 9 с.
2. Головка звукоснимателя Audio-Technica AT91. Руководство по эксплуатации. М.: Audio-Technica Corporation, 2017. 2 с.
3. Электрофон Вега-108 Стерео. Схема электрическая принципиальная. // М.: Бердский радиозавод, 1979. 1 с.
4. Справочное руководство Pmod I2S2 [Электронный ресурс] // Digilent Reference. URL: <https://digilent.com/reference/pmod/pmodi2s2/reference-manual> (дата обращения 15.10.2023).
5. Stephen G. McGovern. Fast image method for impulse response calculations of box-shaped rooms/ Stephen G. McGovern // Journal of Applied Acoustics. – 2009.– vol 70- 182-189 с.
6. Comparison study of hardware architectures performance between FPGA and DSP processors for implementing digital signal processing algorithms: Application of FIR digital filter / Omar Diouri, Ahmed Gaga, Hamid Ouanan, Saloua Senhaji, Sanaa Faquir, Mohammed Ouazzani Jamil // Results in Engineering. – 2022.– vol 16 – 12 с.
7. Акустическая система 15АС-408. Руководство по эксплуатации. // М.: Бердский радиозавод, 1979. 5 с.
8. DIN-разъемы. Технические характеристики // М.: Grieder Bauteile, 2018. 10 с.
9. Владимир Севостьянов. Коммутация, часть 2а. Разъемы [Электронный ресурс] // Музыкальное оборудование. URL: <https://muzoborudovanie.ru/equip/studio/comm/comm/comm2.php> (дата обращения 20.10.2023).
10. Интерфейс I2S. Спецификация // М.: Philips Semiconductors, 1986. 7 с.

Petrova N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A device for adding artificial reverberation to an analog audio signal.

The use of artificial reverberation is necessary in the tasks of converting audio space. It is used in almost all areas of media content creation: in music, in movies, in games. Reverberation is very important in creating a virtual space. In this paper, a variant of converting an analog device is considered, as a result of which it will be possible to change the output audio signal, simulating various audio spaces.

Key words: artificial reverberation, audio effect, FPGA, signal processing algorithm, electrophone, hardware implementation, analog signal.

УДК 681.3
ГРНТИ 47.14.17

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОГНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Н. С. Фисечко, И. Н. Чернов

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

Традиционные способы обнаружения возгораний основаны на тепловых датчиках или аспирационных сенсорах химического анализа проб воздуха, скорости срабатывания перечисленных систем порой недостаточно для своевременного устранения пожара.

Решением этой проблемы может послужить рассмотренный в докладе способ обнаружения огня, основанный на математическом анализе кадров видеопотока.

оптоэлектронные системы, возгорание, камера, алгоритм

Оптоэлектронные системы наблюдения применяются в качестве интегрированных систем, а также самостоятельных изделий. Они широко используют оптоэлектронные средства, обеспечивающие поиск, распознавание и выделение наиболее приоритетных объектов [1].

Традиционные способы обнаружения возгораний основаны на тепловых датчиках или аспирационных сенсорах химического анализа проб воздуха, скорости срабатывания перечисленных систем порой недостаточно для своевременного устранения пожара [2].

В рамках работы рассматривается решение проблемы на основе анализа и обработки оптоэлектронной информации цветного изображения. Такая видеосистема может быть подключена к камерам видеонаблюдения для детектирования возникающих предаварийных ситуаций – возгорания [3].

В предлагаемом алгоритме обнаружения огня можно выделить пять основных этапов:

- обнаружение движения [3];
- сравнение яркости кадра с пороговым значением;
- анализ площади выделенных объектов;
- анализ смещения центра выделенных объектов;
- анализ цветовой составляющей изображения.

Рассмотрим более детально работу алгоритма. Поиск движения определяется меж кадровой разностью двух соседних кадров.

$$Motion_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & |Frame_{h,w}(n) - Frame_{h,w}(n-1)| > m_{thr} \\ 0, & |Frame_{h,w}(n) - Frame_{h,w}(n-1)| \leq m_{thr} \end{cases},$$

где $Motion_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, определяющая наличие движения в кадре, относительно предыдущего; $Frame_{h,w}(n)$ – кадр

видеопоследовательности; n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра; m_{thr} – минимально допустимая абсолютная разность между двумя соответствующими пикселями, при которой текущая точка будет считаться движущейся (задается пользователем).

Результатом работы первого этапа является бинарная матрица, в которой пиксели равные 1 соответствуют наличию движения в кадре, а равные 0 гласят о его отсутствии.

Вторым этапом обнаружения является выделения ярких областей в кадре.

$$Brightness_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & Frame_{h,w}(n) > b_{thr} \\ 0, & Frame_{h,w}(n) \leq b_{thr} \end{cases}$$

где $Brightness_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, определяющая наличие ярких областей в кадре; $Frame_{h,w}(n)$ – кадр видеопоследовательности; n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра; b_{thr} – минимально допустимая яркость пикселя, при которой текущая точка будет считаться яркой (задается пользователем).

Результатом работы второго этапа является бинарная матрица, в которой пиксели равные 1 соответствуют яркой области в кадре, а равные 0 гласят о его отсутствии.

Третий этап напрямую зависит от предыдущего.

Бинарная матрица, полученная во время второго этапа ($Brightness_{h,w}(n)$) разбивается на области (областью считается набор пикселей равных 1, непосредственно граничащих друг с другом) и дальнейший анализ проводится обособленно для каждой области. Все полученные участки характеризуются своей площадью S_k (k – номер области), не каждая из которых подходит для дальнейшего анализа, необходимо удаление слишком маленьких областей.

$$Square_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & S_k(n) > S_{thr} \\ 0, & S_k(n) \leq S_{thr} \end{cases}$$

где $Square_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, содержащая в себе только области S_k , превышающие пороговое значение площади S_{thr} (задается пользователем); n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра.

На следующем этапе для каждой из областей на матрице $Square_{h,w}(n)$ производится анализ смещения центра.

Для каждой области на текущем кадре определяются центроиды по ширине и высоте, соответствующие координатам взвешенного центра области.

$$C_w(k, n) = \frac{M_{10}}{M_{00}};$$

$$C_h(k, n) = \frac{M_{01}}{M_{00}};$$

где $C_w(k, n)$ – центроид по ширине кадра; $C_h(k, n)$ – центроид по высоте кадра; M_{10}, M_{01} – моменты первого порядка; M_{00} – момент нулевого порядка; k – номер области; n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра.

Далее координаты центров областей текущего кадра нужно сопоставить с координатами центров областей предыдущего кадра, однако число областей (и их нумерация) может меняться от кадра к кадру, поэтому поиск соответствия по номеру области k будет некорректным, поэтому вводится некий диапазон возможного отклонения положения центра l (задается пользователем), то есть число пикселей, на которое может сместиться каждая из координат.

$$Offset_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & C_w(k, n) \in C_{wk}(n-1) \pm l, C_h(k, n) \in C_{hk}(n-1) \pm l \\ 0, & C_w(k, n) \notin C_{wk}(n-1) \pm l, C_h(k, n) \notin C_{hk}(n-1) \pm l \end{cases},$$

где $Offset_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, содержащая только области, смещение которых удовлетворила условию; $C_w(k, n)$ – центроид по ширине кадра; $C_h(k, n)$ – центроид по высоте кадра; k – номер области; n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра; $C_{wk}(n)$ – набор значений центроидов всех областей по ширине кадра $C_{wk}(n) = C_w(1, n), \dots, C_w(\max(k), n)$; $C_{hk}(n)$ – набор значений центроидов всех областей по высоте кадра $C_{hk}(n) = C_h(1, n), \dots, C_h(\max(k), n)$, сравнение происходит с каждым значением.

Пятый и заключительный этап – анализ цветовой составляющей кадра.

Для начала следует представить кадр в удобной для анализа форме, для этого необходимо перевести цветовое пространство RGB (*Red, Green, Blue*) в HSI (*Hue, Saturation, Intensity*), анализу подвергается составляющая тона (*Hue*), необходимо выделить диапазон D (задается пользователем) наиболее соответствующий цвету огня.

$$Hue_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & Hue(Frame_{h,w}(n)) \in D \\ 0, & Hue(Frame_{h,w}(n)) \notin D \end{cases}$$

где $Hue_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, содержащая результат проверки цветового тона кадра n на входение в диапазон D , $Hue(Frame_{h,w}(n))$ – составляющая цветового тона кадра n .

Итоговое решение обнаружения огня принимается, исходя из следующего условия:

$$Result_{h,w}(n) = \begin{cases} 1, & Motion_{h,w}(n) = 1, Offset_{h,w}(n) = 1, Hue_{h,w}(n) = 1 \\ 0, & Motion_{h,w}(n) = 0, Offset_{h,w}(n) = 0, Hue_{h,w}(n) = 0 \end{cases}$$

где $Result_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, в которой отражен итоговый результат обработки; $Motion_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, определяющая наличие движения в кадре, относительно предыдущего; где $Offset_{h,w}(n)$ –

бинарная матрица, содержащая только области, смещение которых удовлетворила условию (6); $Hue_{h,w}(n)$ – бинарная матрица, содержащая результат проверки цветового тона кадра n на входжение в диапазон D ; n – номер кадра; h – высота кадра; w – ширина кадра.

Пример работы алгоритма обнаружения огня приведен на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Исходный кадр



Рис. 2. Результат работы алгоритма по обнаружению огня

Таким образом, рассмотренный алгоритм дает возможность осуществлять детектирование огня практически мгновенно, позволяя своевременно отреагировать на возгорание и принять необходимые меры. Результаты работы алгоритма на наборе тестовых видео приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты работы алгоритма

№ тестового видео	Количество кадров в видео	Количество кадров с огнем (определено человеком)	Количество кадров найденного огня (определено алгоритмом)	Точность обнаружения, %	Есть ли в видео огонь?
1	600	480	270	56	Да
2	1890	0	0	100	Нет
3	3120	0	0	100	Нет
4	960	450	360	80	Да
5	1200	600	450	75	Да
6	570	240	150	63	Да
7	1410	1080	840	78	Да
8	1020	540	450	83	Да

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что алгоритм детектирования позволяет определить наличие огня с точностью не менее 56 %, анализ всех видео происходил с одними и теми же вариативными параметрами, корректный подбор которых в конкретных ситуациях сможет лишь положительно повлиять на точность детектирования.

Список используемых источников:

1. Н. С. Фисечко, И. Н. Чернов Разработка алгоритма детектирования огня с использованием черно-белой оптоэлектронной системы // Сборник научных статей АПИНО. - СПб.: Научный журнал Информационные технологии и телекоммуникации, 2023. - С. 533-536.
2. Батчер Е. Опасность дыма и дымозащита / Е. Батчер, А. Парнэлл // Пер. с англ. Е.Ш. Фельшмана; под. ред. В.М. Есина. – М.: Стройиздат, 1983. – 152 с.
3. Кузнецов А.О., Мусалимов В.М., Саенко А.П., Трамбицкий К.В. Применение алгоритмов анализа изображений для обнаружения пожаров // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55, №6. – С. 51-56.

Fisechko N., Chernov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a fire detection algorithm using an optoelectronic system.

Traditional methods of fire detection are based on thermal or aspiration sensors for chemical analysis of air samples, the speed of response of these systems is sometimes insufficient for timely elimination of fire.

This problem can be solved by the fire detection method discussed in the report, based on mathematical analysis of video stream frames

Key words: *Optoelectronic systems, fire, camera, algorithm.*

2.2. Подвижная связь и радиодоступ

УДК 621.391.1
ГРНТИ 49.43.29

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЗАИМНЫХ МЕЖКАНАЛЬНЫХ ПОМЕХ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТЯХ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

М. С. Бабенко

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

В настоящее время актуальным направлением в области разработки робототехнических комплексов является организация совместного применения нескольких идентичных сетей управления БЛА, развернутых в едином воздушном и наземном пространстве.

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию качества передачи данных в воздушно-наземной сети управления БЛА при совместной работе нескольких идентичных низкоскоростных сетей обмена данными

БЛА, взаимные помехи, качество передачи данных

Рассматриваемая низкоскоростная сеть обмена данными (далее по тексту - НСОД) используется для управления БЛА и представляет собой совокупность:

- наземных станций (далее по тексту - НС);
- бортовых станций (далее по тексту - БС);
- каналов связи, образованных вышеперечисленными станциями.

Совокупность станций, размещенная на земле и в воздухе, образует низкоскоростную сеть обмена данными с динамически изменяемой топологией. Сеть работает в синхронном режиме под управлением мастер-станций (далее по тексту - МСт).

Мастер-станция синхронизирует обмен в группе ведомых станций (далее по тексту - ВСт), которые в текущей топологии подчинены ей. В качестве мастер-станции может выступать любая станция сети.

Сеть работает с временным разделением каналов и временным дуплексированием, то есть МСт распределяет тайм-слоты работы на прием и передачу для каждой из подчиненных ей ведомых станций.

Наделение станции правами МСт и ВСт производится вручную оператором сети.

В абсолютном большинстве случаев, в качестве МСт выступает наземная станция

Практика работы выявила серьезный недостаток, проявляющийся в случае близкого расположения нескольких наземных станций.

Если несколько наземных станций расположены на расстоянии 10...100 м. друг от друга, то несинхронная работа МСт приводит к взаимным помехам между различными сетями [1].

С целью изучения этого явления и выработки мер противодействия был проведен натурный эксперимент.

Было развернуто пять низкоскоростных сетей обмена данными. Каждая сеть состояла из одной НС и одной БС.

НС являлась мастер-станцией, бортовые - ведомыми станциями.

Все пять НС были развернуты в одну линию с одинаковыми расстояниями между ними. Расстояние между НС должно быть равным 20 м.

НС были развернуты на крыше одного многоэтажного здания для обеспечения прямой радиовидимости между всеми МСт и всеми НС

Все БС (5 комплектов) были развернуты на расстоянии около 1 км от НС. Расстояние между БС было в пределах 200-300 м. Каждой из пяти сетей был назначен частотный план из шести частот ППРЧ. Частоты ППРЧ были распределены между модемами:

- сеть 1 – 909,0; 911,0; 913,0; 915,0; 917,0; 919,0;
- сеть 2 – 909,4; 911,4; 913,4; 915,4; 917,4; 919,4;
- сеть 3 – 909,8; 911,8; 913,8; 915,8; 917,8; 919,8;
- сеть 4 – 910,2; 912,2; 914,2; 916,2; 918,2; 920,2;
- сеть 5 – 910,6; 912,6; 914,6; 916,6; 918,6; 920,6.

Такое распределение частот типично для применения НСОД и исключает взаимные соканальные помехи между сетями [2].

Все НС и БС работали на антенны с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости (несимметричный четвертьволновой вибратор).

Все НС в режиме передачи работали на полной мощности ($2Вт = 33$ дБм).

Все НС в режиме передачи работали на мощности минус 7 дБм, что имитировало расстояние между НС и БС равное 100 км.

Выходная мощность равная минус 7 дБм обеспечивалась специальной прошивкой БС.

Информационной нагрузкой всех БС был стандартный полетный контроллер от БЛА «Феникс».

От НС к БС передавались команды управления. От БС к НС передавались данные телеметрии.

Эксперимент заключался в постепенном увеличении количества рядом расположенных НС (работающих в режиме мастер-станции).

Критерием качества связи служил процент пакетов, доставленных без искажений.

Процент пакетов, доставленных без искажений, индицируется в СПО управления НСОД в реальном времени с шагом 5%.

Критерием неработоспособности НСОД служило уменьшение количества доставленных без искажения пакетов до 30 %.

Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Оценка процента доставленных пакетов в условиях влияния близкорасположенных мастер-станций

Включенные станции	Процент доставленных пакетов в сети 1	Процент доставленных пакетов в сети 2	Процент доставленных пакетов в сети 3	Процент доставленных пакетов в сети 4	Процент доставленных пакетов в сети 5
Сеть 1	100	-	-	-	-
Сеть 1 Сеть 2	75	70	-	-	-
Сеть 1 Сеть 2 Сеть 3	25	15	40	-	-
Сеть 1 Сеть 2 Сеть 3 Сеть 4	15	5	20	15	-
Сеть 1 Сеть 2 Сеть 3 Сеть 4 Сеть 5	5	0	5	0	0

В результате эксперимента было выяснено, что включение более чем двух несинхронных близкорасположенных МСт, приводит к взаимным интермодуляционным помехам, делающим обмен данными во всех сетях невозможным [3].

Вопрос оценки и прогнозирования межканальных помех в системах передачи данных подробно рассматривался во многих работах [1-5].

Но, в процессе поиска, не удалось найти работ, оценивающих интермодуляционные помехи в системах связи с архитектурой, описанной в эксперименте:

- временное разделение каналов и временное дуплексирование;
- совместная работа нескольких наземных станций на малом расстоянии друг от друга (от 5 м.);
- необходимость обеспечения устойчивой связи, одновременно в нескольких сетях с абонентами, находящимися на большом расстоянии (до 100 км).

Поэтому, был проведен самостоятельный анализ причин возникновения интермодуляционных помех.

Установлено, что причиной являются интермодуляционные помехи, наводимые работающим передатчиком одной из МСт в то время, как остальные МСт работают на прием.

Следующим этапом эксперимента стало определение расстояния, на котором действуют интермодуляционные помехи.

Для этого группа из двух передатчиков (Сеть1 и Сеть2) продолжила работу, находясь на расстоянии 20 м друг от друга, а передатчик Сеть 3 пошагово удалялся, с фиксацией процента доставленных пакетов. Результат представлен в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Интенсивность интермодуляционных помех в зависимости от расстояния между МСт

Расстояние передатчика Сеть3 от группы Сеть1+Сеть2, м	Процент доставленных пакетов в сети 1	Процент доставленных пакетов в сети 2	Процент доставленных пакетов в сети 3
20	25	20	35
50	60	55	45
100	65	60	80
200	65	70	100

Из результата эксперимента следует, что МСт нужно разносить на местности не менее, чем на 200 м друг от друга. Однако, это часто бывает невозможным по условиям применения комплексов с БЛА. Для обеспечения возможности совместной работы нескольких НСОД с близкорасположенными МСт, необходимо разработать систему синхронизации всех наземных МСт, находящихся в общей зоне радиовидимости [4].

Принцип работы системы синхронизации

Цель разработки системы синхронизации: добиться, чтобы все близко расположенные НС (работающие в режиме МСт) одновременно работали на передачу и на прием.

НСОД имеет временное разделение каналов и временное дуплексирование.

Поэтому, достаточно будет синхронизировать передающие тайм-слоты всех близкорасположенных МСт.

При этом, приемные тайм-слоты, также, будут синхронизированы.

Это приведет к исключению ситуаций, когда одна МСт работает на передачу, в то время, когда другие работают на прием. (будет исключена возможность поражения приемных трактов интермодуляционной помехой).

Практически, передающие тайм-слоты близкорасположенных МСт легко синхронизировать, назначив одну из них супервизором (супервизор мастер-станция (СМСт)).

Также, в заголовке пакетов, излучаемом СМСт, необходимо выделить метку, указывающую принадлежность этого пакета к СМСт (за счет резервных комбинаций, заложенных в структуру заголовка).

Упрощенный алгоритм синхронизации

1. Супервизор излучает пакеты на передачу в штатном режиме. Но, в его заголовке присутствует метка супервизора
2. Обычная мастер-станция перед началом излучения сканирует весь частотный диапазон в поисках пакета с меткой супервизора
3. В случае обнаружения пакета с меткой супервизора, МСт синхронизирует свои передающие тайм-слоты с передающим тайм-слотом супервизора
4. В результате, все МСт, принимающие пакеты супервизора будут синхронно излучать (каждая на своей частоте) и синхронно принимать пакеты. Все сети связи будут синхронизированы, что исключит интермодуляционные помехи в приемных трактах МСт.

Требования к системе синхронизации

1. Система синхронизации должна работать в автоматическом режиме. Без участия операторов отдельных НСОД, но с их уведомлением.
2. Система синхронизации должна затрачивать минимум общего частотно-временного ресурса.
3. Система синхронизации должна быть устойчива к внешним попыткам деструктивных действий [5].

Список используемых источников:

1. Бочаров А. А., Хакимуллин Р. Х., Самуляк А. Е., Боровицкий В. А. Анализ межканальных помех в сети передачи данных робототехнического комплекса // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2016. Том 6. № 2. С. 17-26.
2. Жуков В. И., Хвостов О. И., Голубев А. М. Оценка межканальных помех в системе передачи данных робототехнического комплекса // Труды Института математики и механики УрО РАН. Урал компьютерной математики. 2020. Том 26. № 2. С. 65-77.
3. Кухаренко А. П., Михаленко Р. Д. Влияние взаимных межканальных помех на пропускную способность сети передачи данных в робототехническом комплексе // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Системный анализ, управление и информационные технологии. 2019. № 32 (1369). С. 404-409.
4. Львов Ю. В., Федотова Л. М. Взаимное влияние каналов связи в робототехнических системах // Труды Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе. 2018. Том 10. № 2. С. 101-106.
5. Масловский А. А., Кириенко С. В. Моделирование взаимных межканальных помех в системе передачи данных робототехнического комплекса // Вестник Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана. Серия "Естественные науки". 2021. № 2. С. 144-150.

Babenko M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Assessment of the influence of mutual interchannel interference on the quality of data transmission in control networks of robotic complexes.

Nowadays, an actual direction in the field of robotic complexes development is the organization of joint application of several identical UAV control networks deployed in a single air-ground space.

This paper is devoted to the experimental study of the quality of data transmission in an air-ground UAV control network when several identical low-speed data exchange networks work together

Key words: UAV, mutual interference, data transmission quality.

УДК 621.396.99
ГРНТИ 49.43.29

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВЯЗИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕФАРМИНГА ЧАСТОТ В СЕТЯХ UMTS/LTE

Е. Д. Винник

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

В последнее время наблюдается огромный прирост интернет-трафика через мобильные сети. Наибольшую скорость передачи данных, а соответственно и объемы передаваемого трафика способна обеспечить технология LTE. В связи с этим операторы современных гетерогенных сетей GSM/UMTS/LTE активно применяют рефарминг частот, используемых сегментом UMTS. Таким образом, возникает задача контроля изменений качества обслуживания абонентов вследствие процедур рефарминга.

рефарминг частот, LTE, UMTS, KPI, мобильные сети

В данный момент все больше абонентов предпочитают использовать мобильные устройства для получения медиаконтента. По статистике Ericsson [1], объемы данных, передаваемых с использованием мобильных устройств, с каждым годом неуклонно растут (рис.1).

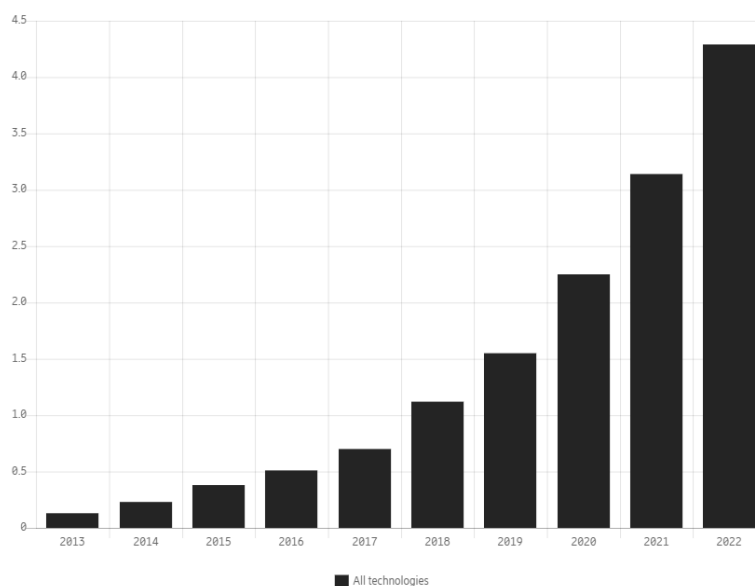


Рис. 1. График данных в мобильных сетях по центральной и восточной Европе, Эбайт/год

Переиспользование частот стало возможным после принятого в июле 2017 года решения Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) о технологической нейтральности диапазона 2100 МГц [2]. Это дает возможность операторам провести рефарминг на сетях UMTS, которые работают в диапазоне 2100 МГц.

Рефарминг – это процедура замены используемой радиотехнологии на выделенных оператору связи радиочастотах. При проведении рефарминга на сетях 3G важно учитывать изменение ключевых показателей качества (KPI – Key Performance Indicator) не только в сегменте 4G, но и в сети 2G, так как преимущественно в данный момент сети UMTS являются голосовой подложкой, то есть сеть используется для увеличения голосовой емкости на сети.

При проведении рефарминга необходимо разделить выбранный участок сети на кластеры, чтобы избежать массовой деградации показателей на сети.

При разделении области на кластеры важно добавлять между ними так называемые буферные зоны, в которых переключение на LTE будет выполнено в самый последний момент, так как при одновременном переключении всех кластеров, может наблюдаться дополнительная интерференция между оборудованием разных стандартов, которая может привести к снижению ряда KPI сети.

Для выбора показателей качества, по которым будет оцениваться эффективность рефарминга необходимо рассмотреть основные KPI, которые используются в мобильных сетях LTE (рис. 2).

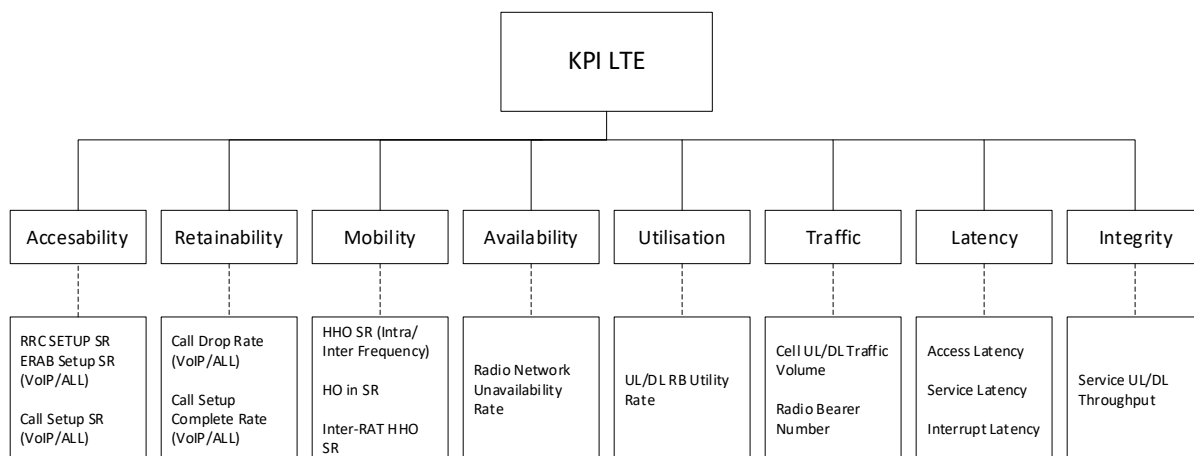


Рис. 2. Показатели качества (KPI) LTE

При проведении рефарминга преимущественно затрагивается стабильность сети и скорость передачи данных, поэтому при анализе качества связи целесообразно использовать следующие группы KPI: Accessability KPI (показатели доступности сети), Retainability KPI (показатели устойчивости сети), Integrity KPI (Показатели пользовательской передачи данных на сети) [3].

Из групп KPI, которые были описаны выше, выделены KPI, по которым будет вестись оценка эффективности рефарминга, представленные в таблице 1:

ТАБЛИЦА 1. Показатели эффективности рефарминга

KPI	Пояснение
RAB Drop Rate	Процент разрывов канала радиодоступа
CunSSR	Процент неуспешных установлений соединения
Call Drop Rate	Процент потерянных вызовов
PS ul_dl throughput	Общий объем переданного трафика
UL_DL_speed	Скорость передачи данных в UL/DL

RAB Drop Rate – при рефарминге частот увеличивается нагрузка на сегменты 3G и 4G (голос и пакетные данные соответственно), поэтому необходимо контролировать состояние радиоканала, чтобы при переиспользовании частот данный показатель не ухудшался как на оставшейся части сети 3G, так и в сегменте LTE

Call unsuccessful success rate – при перераспределении нагрузки необходимо учитывать успешность подключений абонентов, так как как будет увеличена нагрузка на другие сегменты сети, даже при увеличении емкости LTE. Данный показатель не должен деградировать после проведения рефарминга.

Call Drop Rate – данный показатель необходимо рассматривать для всех стандартов связи, так как при уменьшении полосы сегмента UMTS, голосовая нагрузка на сети 2G и 4G возрастет и необходимо оценить, сможет ли базовая станция обслуживать увеличенное число абонентов без разрывов канала на данных сетях. Данный показатель не должен деградировать после проведения рефарминга.

Пользовательская скорость – при переиспользовании частот UMTS важно получить прирост скорости передачи данных на сетях LTE, что является ключевым показателем эффективности рефарминга.

Как только процедуры рефарминга будут завершены, необходимо оценить изменение всех вышеперечисленных показателей за период в 7 дней, чтобы убедиться в корректности настроек сетевых параметров, выполненных в процессе рефарминга.

Список используемых источников:

1. Ericsson mobility report. Интернет ресурс. <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report> - 2023.
2. Технологическая нейтральность. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Интернет ресурс. <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/478/> - 2017.
3. Huawei Technologies Co., Ltd.. HUAWEI RAN KPI for Performance Management – 2006 С. 12-20, 44-45

Vinnik E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Selection of indicators to assess the quality of communication during frequency reforming in UMTS/LTE networks.

Recently, there has been a huge increase in Internet traffic via mobile networks. LTE technology is capable of providing the highest data transmission speeds and, consequently, volumes of transmitted traffic. In this regard, operators of modern heterogeneous GSM/UMTS/LTE networks actively apply reforming of frequencies used by UMTS segment. Thus, there arises the task of controlling changes in the quality of customer service due to reforming procedures.

Key words: *frequency reforming, LTE, UMTS, KPI, mobile networks.*

УДК 621.372
ГРНТИ 47.45.29

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ АФАР

С. А. Контемиров, Е. В. Кравец

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

Цель работы – определить особенности реализации приемопередающего модуля активной фазированной антенной решетки, применяемой в радиолокации. В статье рассматриваются основные конструкторские решения построения активных фазированных антенных решеток, приемопередающего устройства и особенности функционирования. Уделяется внимание технологическим новшествам в микроволновой технике при конструировании приемопередающих модулей.

конструктивные особенности приемопередающего модуля, активная фазированная антенная решетка, состав передающего канала, оптимизация

Приемо-передающие модули представляют собой ключевой элемент фазированных антенных решёток. Основные функции приемопередающего модуля (ППМ): усилить мощность излучаемого сигнала, обеспечить нужное для приёма отношение сигнал/шум и задавать направление луча.

Сама концепция ППМ зародилась в 70-х годах прошлого столетия, а мотивация к разработке была обусловлена военным применением. Однако, концепции пришлось подождать десять лет до того, как появились первые интегральные схемы на арсениде галлия.

Многие крупные частные предприятия, выполняющие заказы министерства обороны, в том числе Hughes, Texas Instruments, Westinghouse, разрабатывали модули в 80-х.

Классический ППМ, который позволил создавать высокоэффективные АФАР в СВЧ-диапазоне, изначально стоил около 1000 долларов за единицу, что ограничивало широкое применение этой технологии. После длительной разработки DARPA сумела снизить стоимость до 100 долларов за единицу.

Размеры модулей должны соответствовать шагу решетки антенны, который, в свою очередь, зависит от рабочей частоты. По правилам модули должны стыковаться так, чтобы выходы были на расстоянии в пол длины волны. Например, на 10 ГГц это 1,5 см. В зависимости от конструкции системы, модуль должен быть примерно пол длины волны в ширину и сильно меньше в высоту, так как часто ППМ монтируются на раму или требуют наличия радиатора охлаждения, который занимает довольно большой процент от разрешённой высоты.

В состав модуля входит активный элемент – усилитель, который делает это устройство электродинамически невзаимным. Поэтому для обеспечения

возможности работы устройства, как на приём, так и на передачу в нём разделяют передающий и приёмный каналы. Разделение осуществляется либо коммутатором, либо циркулятором. На рисунке 1 указана функциональная схема приёмо-передающего модуля.

В состав приёмного канала входят следующие устройства:

- Устройство защиты приёмника – обычно либо разрядник, либо другое пороговое устройство, предотвращающее перегрузку приёмного канала.

- Малошумящий усилитель – два, или более каскадов активного усиления сигнала.

- Фазовращатель – устройство фазовой задержки сигнала в канале для задания фазового распределения по всему раскрытию решётки.

- Атенюатор – устройство задания амплитуды сигнала для задания амплитудного распределения по раскрытию решётки.

Состав передающего канала схож с составом приёмного канала. Отличие заключается в отсутствии устройства защиты и меньших требованиях к усилителю по шумам. Тем не менее, передающий усилитель должен обладать большей выходной мощностью, чем приёмный.

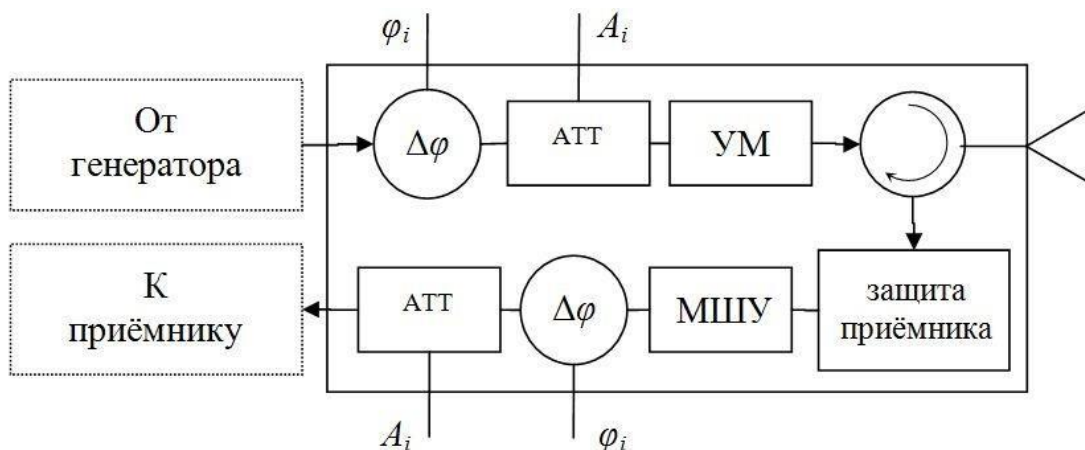


Рис. 1. Функциональная схема приёмо-передающего модуля

Дуплексер - это устройство, которое позволяет использовать одну антенну и для приема, и для передачи сигнала. Это может быть ферритовый циркулятор или двухканальный переключатель. Поскольку циркулятор не является микросхемой на кристалле, он не требует герметизированной среды, поэтому часто размещается вне основного блока.

Вследствие того, что при больших углах сканирования КСВ антенны может быть довольно высоким, отражённая волна через циркулятор попадает в приёмный усилитель, который может выйти из строя от такой нагрузки. Для преодоления этой проблемы в практике часто используется вентиль, который функционирует как согласованная нагрузка как для усилителя, так и для антенны, обеспечивая независимость от значений КСВ.

При работе в режиме передачи, в ходе которого выключается малошумящий усилитель (МШУ), вход усилителя не согласован. Однако,

данная проблема может быть устранена установкой вентиля. Иногда вентиль и циркулятор объединены в одном корпусе, формируя так называемый 4-портовый циркулятор, где четвертый порт нагружен на согласованную нагрузку.

Ограничительное устройство применяется для защиты МШУ во время передачи от случайных сигналов, а также исполняет важную роль как согласованная нагрузка для циркулятора во время передачи, обеспечивая поглощение отраженной мощности.

Следует отметить, что малошумящий усилитель должен быть правильно нагружен во время передачи, чтобы обеспечить выходную мощность и минимизировать потери сигнала. Оптимальное размещение усилителя возможно ближе к антенне, сокращая длину передающей линии, и минимизируя добавляемый шум.

Таким образом, использование вентиля и ограничительного устройства способствует эффективному функционированию системы, обеспечивая согласование нагрузки, защиту отраженной мощности и минимизацию потерь сигнала.

Иногда МШУ могут быть сконструированы таким образом, что они согласованы при отключении питания. Включение такой функции согласования нагрузки в МШУ позволяет избежать необходимости использования вентиля, так как усилитель мощности всегда будет "видеть" 50 Ом.

В перспективе возможно МШУ будут делать не на арсениде, а на нитриде галлия, что позволит избежать использования ограничителя. Последние разработки показывают, что возможно создание МШУ на GaN, которое выдерживает входную мощность до 10 Вт, в то время как МШУ на GaAs едва ли выдерживают 100 мВт.

Фазовращатель применяется для добавления инкремента фазы для каждого элемента антенной решетки с целью отклонения луча в разных направлениях. Применение сдвига фазы является неотъемлемым приемом как при приеме, так и при передаче. Фазовращатель может представлять собой пассивное или активное устройство. Точность фазы фазовращателей ухудшается при низком коэффициенте стоячей волны. При проектировании модулей необходимо учитывать этот факт, и фазовращатель следует размещать между блоками, обладающими хорошей согласованностью. Как правило, один из выходов ФВ соединён с аттенуатором, который всегда хорошо согласован.

Усилитель мощности - обычно самый дорогой блок в модуле. Он также является источником значительного тепла, поэтому должна быть предусмотрена эффективная система охлаждения. В типичном случае усилитель мощности состоит из двух усилителей, соединенных с использованием квадратурных мостов или делителей Вилкинсона. Применение квадратурных делителей обеспечивает согласованную нагрузку

для усилителя мощности и повышает его защиту от изменений импеданса других блоков.

В настоящее время применяются усилители мощности, основанные на кристаллах нитрида галлия, в то время как использование арсенида галлия становится все менее распространенным. Использование нитрида галлия позволяет создавать более компактные усилители с более высокой мощностью, что приводит к экономическим выгодам. Кроме того, усилители на основе нитрида галлия характеризуются более низким протекающим током благодаря высокому напряжению стока. Арсенидные усилители сталкиваются с проблемой возникновения пробоя между стоком и затвором при модуляции стока.

Аттенюатор необходим для создания спадающего распределения, чтобы уменьшить боковые лепестки диаграммы направленности. Обычно это делается только в режиме приёма, так как в режиме передачи обычно требуется излучить как можно больше мощности. Как правило, используют дискретные аттенюаторы.

Регуляторы напряжения обычно используются для "очистки" напряжения питания блоков ППМ. Часто ток, необходимый для питания решётки довольно большой. Линейные регуляторы делают напряжение чистым, хотя и теряют около 1,5 В.

Напряжения питания блоков обычно включают в себя: напряжение стока УМ и отдельно МШУ, а также общее напряжение затвора. Напряжение затвора - отрицательное.

Переключение между режимами приема и передачи в ППМ осуществляется путем отключения питания стока. В то время как теоретически возможно модулирование усилителей путем управления затвором, на практике это редко используется из-за внезапных шумов, которые могут иметь более значительное влияние, чем шумы на стоке.

Обычно используют MOSFET транзисторы с р-каналом для включения и выключения усилителей из-за низкого сопротивления и отсутствия необходимости в источниках питания, которые требуют транзисторы с n-каналом.

В целях максимально быстрого переключения режимов, используют накопители заряда, так как усилители находятся довольно далеко от источников питания.

Важным аспектом проектирования усилителей является создание герметичного корпуса, который должен быть изготовлен из материала, обладающего необходимыми свойствами, чтобы предотвратить повреждения чувствительных кристаллов GaN/GaAs в результате термического расширения или сжатия.

Корпус обычно имеет наибольшую массу в процентном соотношении от всего модуля. В наземных системах это обычно не так важно, а вот при

проектировании самолётной или космической системы, очень важно сделать корпус как можно более лёгким.

Обычно используют керамические подложки. В качестве линий передачи используют микрополосковые или копланарные линии, которые характеризуются высокой эффективностью передачи сигнала и минимальными потерями.

В целом, ППМ играют важную роль в создании высокоэффективных антенных систем фазированных антенных решеток. Они обеспечивают усиление сигнала, улучшение качества приема и передачи, а также управление направлением луча. Однако, необходимо продолжать исследования и разработки, чтобы дальше снизить стоимость и улучшить характеристики ППМ для применения в различных областях, включая оборонную и коммуникационную индустрии.

Список используемых источников:

1. Smith, J. R. "Phased-Array Antennas for Wireless Communications." IEEE Transactions on Antennas and Propagation 45.10 (1997): 1488-1500.
2. Верба В.С. Обнаружение наземных объектов. Радиолокационные системы обнаружения и наведения воздушного базирования. - М.: Радиотехника, 2007, 360 с.
3. Бердыев В.С., Левитан Б.А., Тушнов П.А., Шишлов А.В. Повышение эффективности передающих АФАР за счет управления выходной мощностью каналов приемопередающих модулей // Радиотехника. 2016, № 10. С. 88-99.
4. Парнес Я.М., Киселев И.Г., Комиссаров А.С., Волков В.В., Березняк А.Ф., Вьюгинов В.Н., Грозина М.И., Добров В.А., Земляков В.Е., Зыбин А.А., Савин А.М., Шифман Р.Г. Конструктивно-технологические и метрологические особенности разработки мощных ППМ АФАР S- и C-диапазона. С.-П: Светлана-Электрон прибор, 2016. С. 19-24.
5. Balanis, Constantine A. "Antenna Theory: Analysis and Design." John Wiley & Sons, 2019.

Kontemirov S., Kravets E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Features of the implementation of the transceiver AFAR module.

The purpose of the work is to determine the features of the implementation of the transceiver module of an active phased array antenna used in radar. The article discusses the main design solutions for the construction of active phased array antennas, a transceiver device and features of operation. Attention is paid to technological innovations in microwave technology in the design of transceiver modules.

Key words: *design features of the receiving and transmitting module, active phased array antenna, composition of the transmitting channel, optimization.*

УДК 621.376
ГРНТИ 49.43.00

МЕТОДЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СИГНАЛА С ДРОБНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЕЦИМАЦИИ

К. А. Родина

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

Рассмотрены методы изменения частоты дискретизации сигналов с рациональным коэффициентом децимации. Проанализированы особенности реализации двух алгоритмов преобразования скорости: каскадные соединения систем интерполяции и децимации, а также полифазные структуры.

преобразование частоты дискретизации, полифазные фильтры, цифровая обработка сигналов, интерполяция, децимация

Одной из актуальных практических задач, решаемых в цифровой обработке сигналов является преобразование частоты дискретизации. Целью данной процедуры обычно является сопряжение двух систем, которые имеют разные частоты дискретизации. Если скорости двух рассматриваемых систем оказываются кратными друг другу, то принято использовать прореживание или интерполяцию. Повышение или понижение частоты дискретизации на рациональный коэффициент L/M , называемое передискретизацией (resampling), реализуется каскадным соединением систем интерполяции с коэффициентом L и децимации с коэффициентом M [1]. Каждая из данных процедур сопровождается побочным эффектом: процесс повышения дискретизации создает копии сигнала в новом спектре, а операция понижающей дискретизации сдвигает все высокочастотные компоненты, которые не могут быть представлены с новой частотой дискретизации, в нижнюю часть спектра.

Существует множество методов изменения частоты дискретизации сигнала, позволяющих устранить побочные эффекты преобразования. В рамках данной работы будут рассмотрены такие алгоритмы, как:

- Каскадное соединение систем интерполяции с коэффициентом L и децимации с коэффициентом M . При этом фильтрация сигнала проводится между интерполяцией и децимацией. Важным недостатком данного метода является то, что фильтрация проводится на повышенной в M число раз частоте, следовательно, увеличивается вычислительная сложность процесса.

- Полифазные структуры многоскоростных систем, предполагающих, что операция интерполяции и прореживания происходит параллельно. Важной особенностью такого метода является разложение фильтра высокого порядка на L параллельных фильтров, работающих на низкой частоте. Достоинством полифазного прореживающего фильтра является то, что выполняется только

действительно необходимое количество вычислений. Это значит, что в процессе прореживания никакие вычисленные отсчеты не отбрасываются [2].

Для проведения сравнительного анализа вышеописанных методов рассмотрим один из вариантов постановки задачи передискретизации.

Задан непрерывный частотно модулированный сигнал (2FSK) с тактовой частотой 11,52 МГц, подвергшийся дискретизации с частотой дискретизации 57,6 МГц. Необходимо осуществить процедуру изменения частоты дискретизации сигнала на частоту 34,56 МГц, не требующую больших вычислительных ресурсов.

Основным параметром процедуры изменения частоты дискретизации является коэффициент передискретизации, описываемый выражением:

$$D = \frac{Fs_{in}}{Fs_{out}} = \frac{57,6 \cdot 10^6}{34,56 \cdot 10^6} = 1,6667, \quad (1)$$

где Fs_{in} – входная частота дискретизации, а Fs_{out} – выходная частота дискретизации.

Для решения поставленной задачи, используя метод последовательной интерполяции и децимации, необходимо в начале увеличить частоту дискретизации в три раза, а потом понизить в пять раз.

Одним из самых простых способов увеличения частоты дискретизации является добавление в первоначальную последовательность дискретизированного сигнала нулевых отсчетов. При этом частота дискретизации сигнала станет равна 172,8 МГц, но период повторения спектра останется прежним. После этого необходимо пропустить полученный сигнал через фильтр нижних частот с частотой среза $\frac{Fs_{in}}{2}$. Чтобы предотвратить появление ложных частотных составляющих, перед прореживанием следует пропустить сигнал через еще один фильтр нижних частот с частотой среза, равной новой частоте Найквиста. Параметры используемых фильтров отражены в таблице 1. После обработки сигнала вторым фильтром, чтобы продецимировать полученную последовательность, берется каждый пятый отсчет.

ТАБЛИЦА 1. Параметры спроектированных фильтров нижних частот

Параметр фильтра	ФНЧ 1	ФНЧ 2
Частота дискретизации	172,8 МГц	57,6 МГц
Частота полосы пропускания	9,6 МГц	11,52 МГц
Частота полосы задерживания	28,8 МГц	17,28 МГц
Ослабление в полосе задерживания	60 дБ	60 дБ
Ослабление в полосе пропускания	1 дБ	1 дБ
Порядок фильтра	60	19

Теперь рассмотрим структуру полифазного фильтра. В данной работе приводится следующий вариант построения полифазного фильтра (рис. 1).

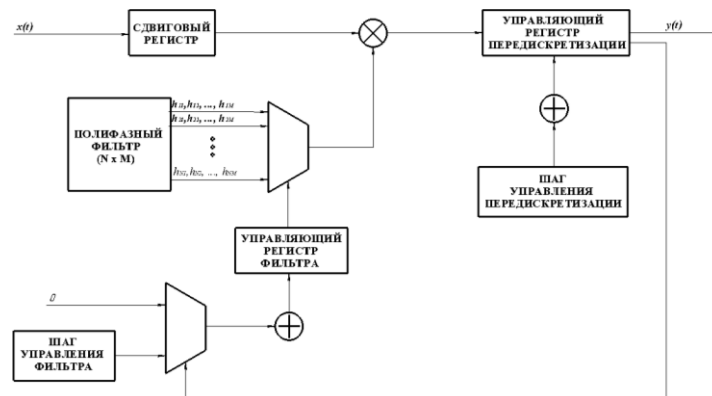


Рис. 1. Структурная схема полифазного фильтра

Полифазный фильтр представляет собой матрицу, состоящую из N строк, отвечающих за перестроение по фазе, и M столбцов, определяющих импульсные характеристики каждой строки. Управляющий регистр фильтра, который отвечает за выбор необходимой строки, представляет собой аккумулятор, с шагом управления фильтра, равному дробной части коэффициента передискретизации. Управляющий регистр передискретизации – это главный модуль, решающий два вопроса: будет ли осуществляться смена строки фильтра, и будет ли выдаваться отсчет на выход. Данный блок представляет собой аккумулятор с шагом, равным $1/D$. Если в аккумуляторе появляется целая часть – он обнуляет свое значение, выдает отфильтрованный отсчет на выход, и посылает команду на смену строки полифазного фильтра.

Проектирование полифазного фильтра осуществлялось в среде моделирования MATLAB с помощью встроенного конструктора фильтров Filter Designer. Параметры используемого полифазного фильтра представлены в Таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Параметры спроектированного полифазного фильтра

Параметр фильтра	Значение параметра
Частота дискретизации	924,6 МГц
Частота полосы пропускания	5,8 МГц
Частота полосы задерживания	11,53 МГц
Ослабление в полосе задерживания	60 дБ
Ослабление в полосе пропускания	1 дБ
Порядок фильтра	319

Частота дискретизации фильтра определяется входной скоростью $F_{S_{in}}$ и необходимым количеством строк N :

$$F_{s_{filter}} = F_{s_{in}} \cdot N. \quad (2)$$

Чем больше строк будет определено, тем выше точность восстановления. Спроектированный полифазный фильтр в данной работе состоит из 16 строк, каждая из которых имеет 20 импульсных характеристик.

Чтобы проанализировать эффективность рассмотренных методов, добавим к испытательному сигналу шум и оценим помехоустойчивость системы. Результаты расчёта представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Оценка помехоустойчивости системы BER в результате изменения частоты дискретизации с помощью каскадного соединения систем интерполяции и децимации, а также с помощью полифазных фильтров

SNR	BER	
	Каскадное соединения систем интерполяции и децимации	Полифазный метод
2	0,0382	0,0079
3	0,0233	0,0045
4	0,0119	0,0022
5	0,0054	0,0004
6	0,0022	0,0002

На основе проведенного анализа двух алгоритмов изменения частоты дискретизации с дробным коэффициентом децимации, можно подчеркнуть ряд преимуществ использования полифазного фильтра: уменьшение вычислительной нагрузки системы, упрощенное проектирование фильтров, а также улучшение помехоустойчивости системы.

Список используемых источников:

1. Солонина А. И. С60 Цифровая обработка сигналов в зеркале MATLAB: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 560 с.
2. Ричард Лайонс Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. — 656 с.: ил.

Rodina K.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Methods for changing the sample rate of a signal with a fractional decimation factor. Methods for changing the sampling frequency of signals with a rational decimation coefficient are considered. The features of the implementation of two speed conversion algorithms are analyzed: cascade connections of interpolation and decimation systems, as well as polyphase structures.

Key words: *sampling rate conversion, polyphase filters, digital signal processing, interpolation, decimation.*

2.3. Проектирование и технология радиоэлектронных средств

УДК 621.396.674

ГРНТИ 47.45.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ВСЕНАПРАВЛЕННОЙ АНТЕННЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗЛУЧАТЕЛЯ ВИВАЛЬДИ

В. Р. Данченков

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

Горизонтально поляризованные всенаправленные антенны необходимы в системах беспроводной связи для достижения полного охвата окружающих территорий. Для построения антенны с требуемыми характеристиками используется круговой массив из излучателей Вивальди. В САПР на основе метода конечных разностей во временной области проведено компьютерное моделирование антенны.

антенна, всенаправленная, горизонтальная поляризация, широкополосная, Вивальди

Известно, что для построения горизонтально поляризованной всенаправленной антенны можно использовать конически расположенные логопериодические антенны [1] или рамочные антенны [2]. Однако, рамочные антенны ограничены в применении из-за узкой полосы рабочих частот, а логопериодическая антенна не имеет ярко выраженную неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости.

В свою очередь, круговой массив излучателей Вивальди может удовлетворить всем заданным требованиям.

Модель единичного излучателя Вивальди представлена на рис. 1. На рис 2. представлены характеристики коэффициента отражения в зависимости от частоты.

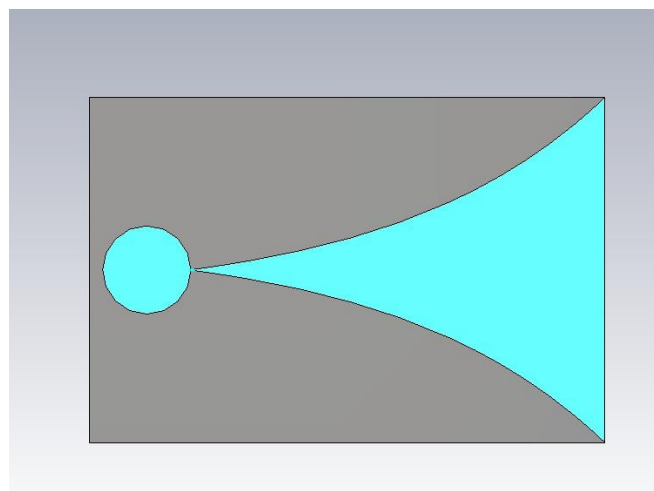


Рис. 1. Внешний вид единичного излучателя

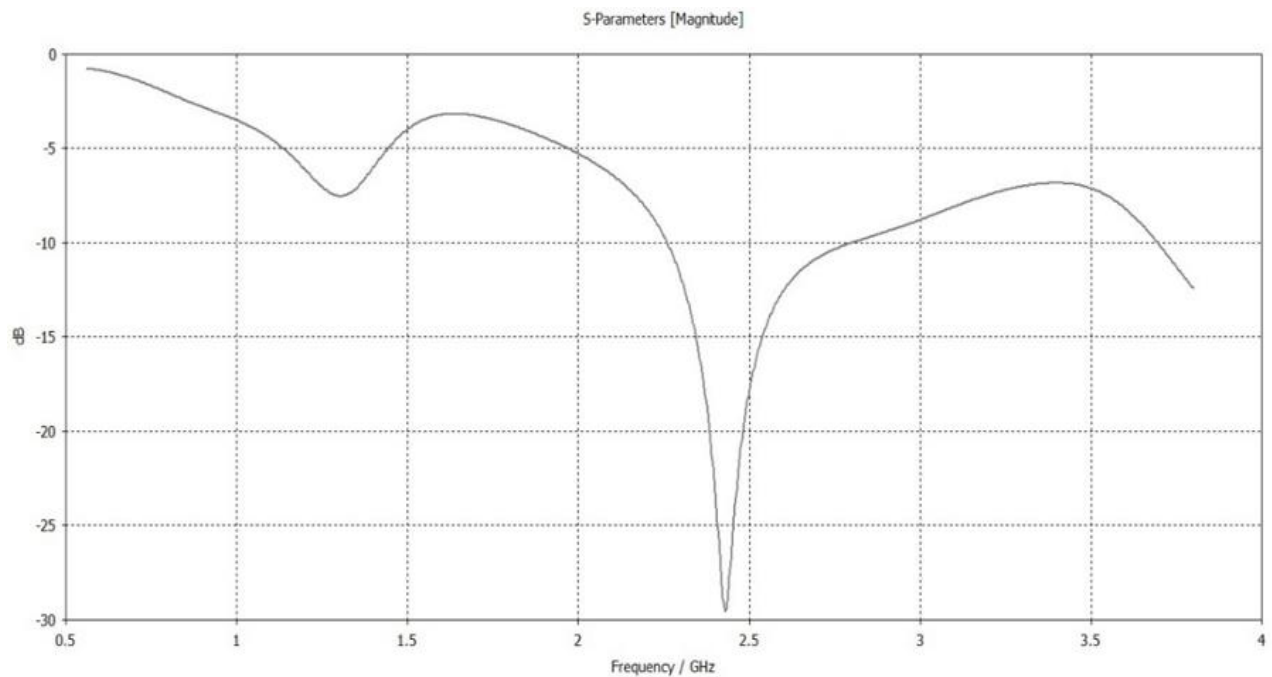


Рис. 2. Частотные характеристики коэффициента отражения излучателя

Как видно из представленных иллюстраций антенна на нижней границе полосы частот плохо согласована, в силу резкого возрастания реактивного сопротивления. На рис 3. И рис 4. Показаны предлагаемый вариант соединения [3] и коэффициент отражения элемента при данном соединении соответственно.

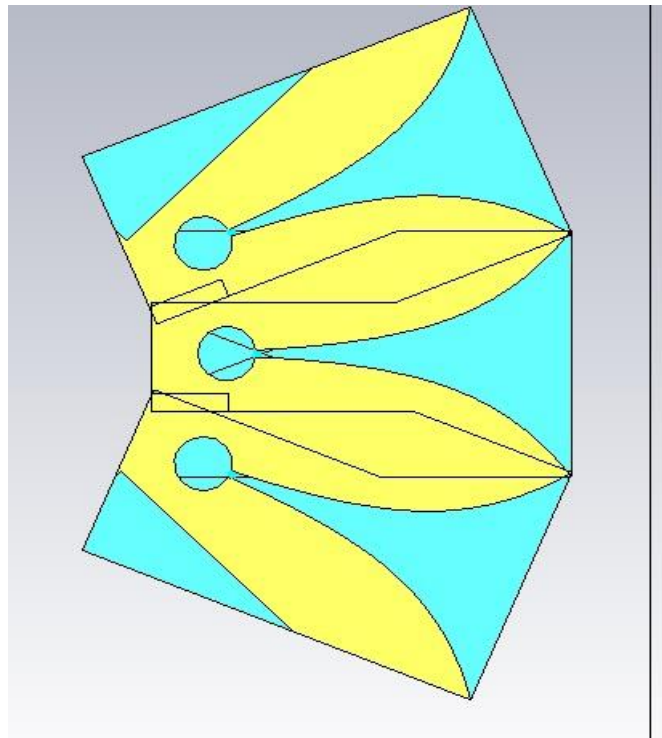


Рис. 3. Предлагаемая схема соединений излучателей

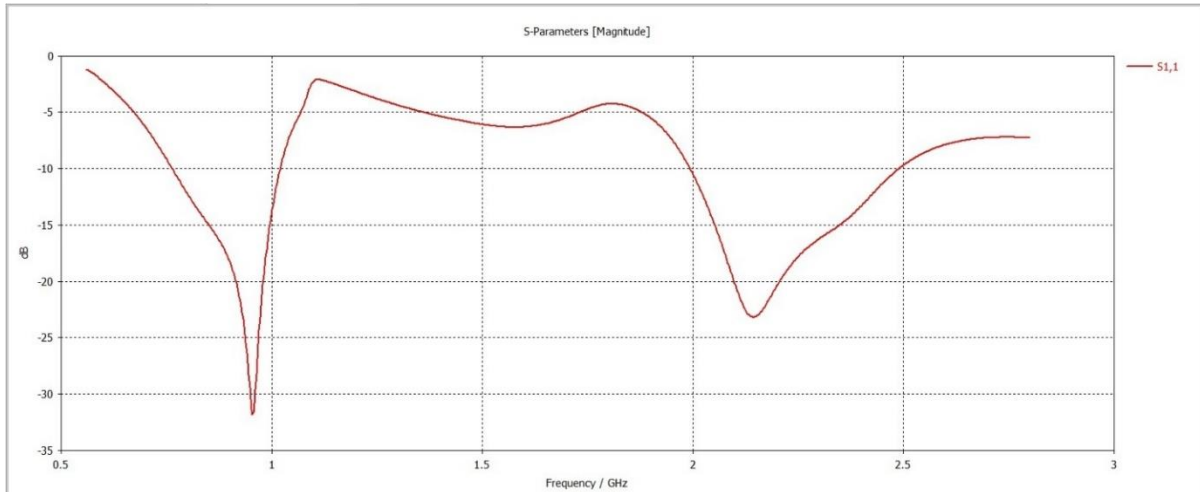


Рис. 4. Частотные характеристики коэффициента отражения излучателя с учетом соседних излучателей.

Из-за влияния соседних излучателей полоса пропускания расширяется на нижних частотах [4]. На основе этого эффекта осуществляется дальнейшая разработка кругового массива. Предполагаемый вид антенны и коэффициент отражения с учётом взаимного влияния элементов друг на друга, но без реальной фидерной части представлен далее на рис. 5. и рис 6. соответственно.

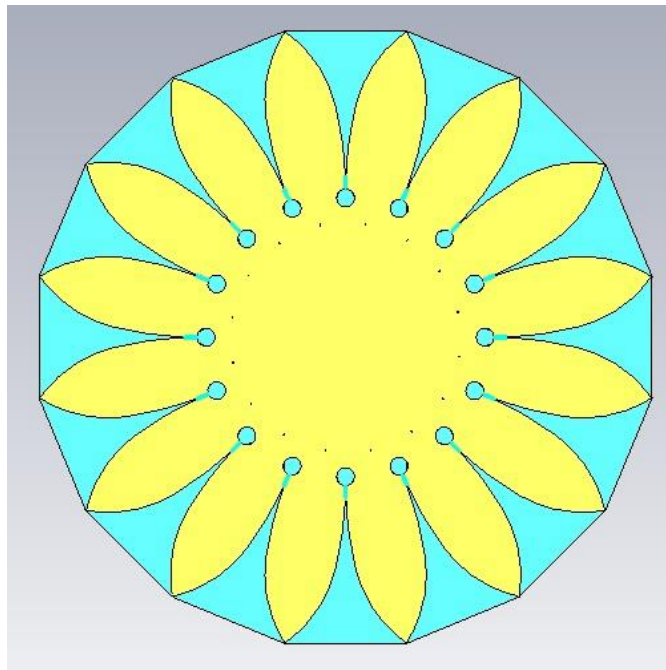


Рис. 5. Внешний вид антенны

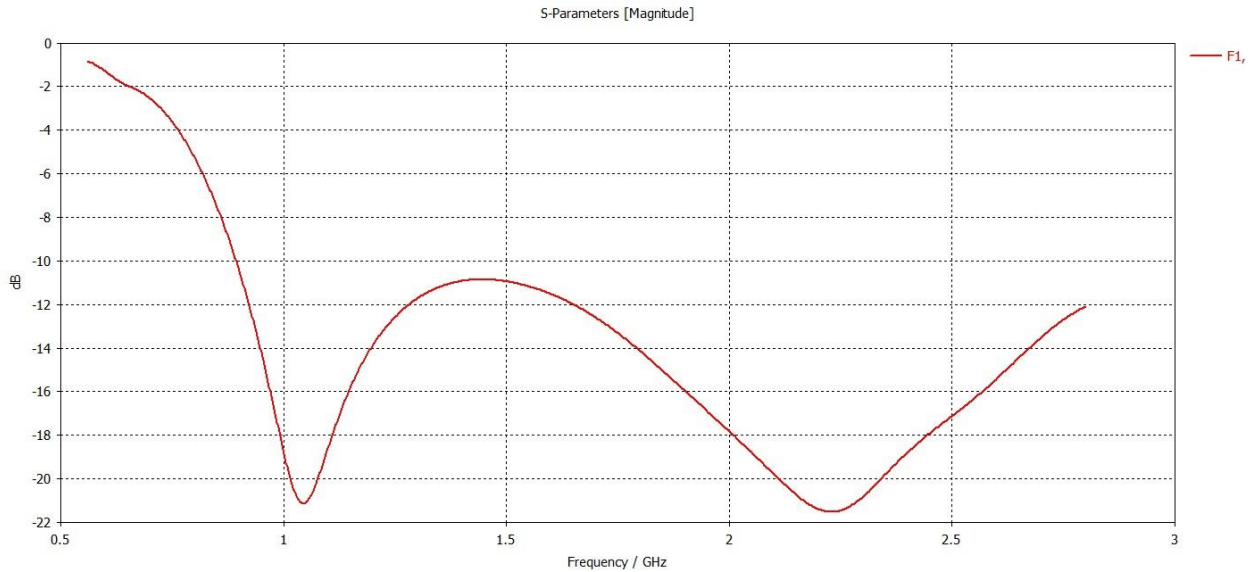


Рис 6. Частотные характеристики коэффициента отражения антенны

Диаграммы направленности в горизонтальной и вертикальной плоскости на частоте 0.7 ГГц и 2.7 ГГц представлены на рис. 7 и рис 8.

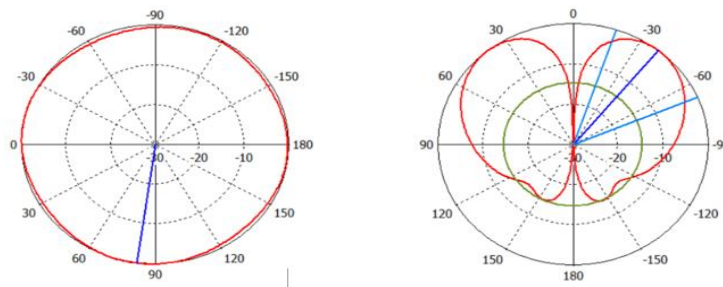


Рис 7. Диаграмма направленности антенны в гор. и верт. плоскости на частоте 0.7 ГГц

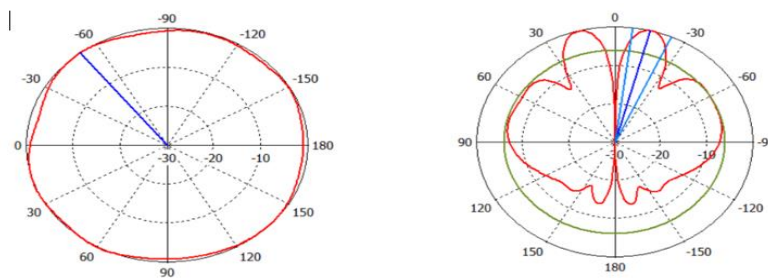


Рис 8. Диаграмма направленности антенны в гор. и верт. плоскости на частоте 2.7 ГГц

Из полученных результатов можно сделать вывод, что на основе излучателя Вивальди можно построить всенаправленную широкополосную антенну горизонтальной поляризации. Поэтому стоит продолжать дорабатывать и развивать данную структуру, исследуя возможности максимального расширения полосы пропускания, сдвига вниз нижней частоты [5] и проектирования устройства фидера антенны.

Список используемых источников:

1. K. Mohammadpour-Aghdam, S. Farsi, H. Aliakbarian, R. Faraji-Dana, G. A. E. Vandenbosch and W. De Raedt, "Broadband Log-periodical antenna with omni-directional radiation pattern in the horizontal plane," Proceedings of the Fourth European Conference on Antennas and Propagation, Barcelona, Spain, 2010, pp. 1-4
2. C. -H. Ahn, S. -W. Oh and K. Chang, "A Dual-Frequency Omnidirectional Antenna for Polarization Diversity of MIMO and Wireless Communication Applications," in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 8, pp. 966-969, 2009, doi: 10.1109/LAWP.2009.2030135.
3. H. Liu, Y. Liu, W. Zhang and S. Gao, "An Ultra-Wideband Horizontally Polarized Omnidirectional Circular Connected Vivaldi Antenna Array," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 65, no. 8, pp. 4351-4356, Aug. 2017, doi: 10.1109/TAP.2017.271795
4. Y. Dong, J. Choi and T. Itoh, "Vivaldi Antenna With Pattern Diversity for 0.7 to 2.7 GHz Cellular Band Applications", in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 17, no. 2, pp. 247-250, Feb. 2018, doi: 10.1109/LAWP.2017.27833234.
- 5 Tseng V, Chang CY. Linear Tapered Slot Antenna for Ultra-Wideband Radar Sensor: Design Consideration and Recommendation. Sensors (Basel). 2019 Mar 9;19(5):1212. doi: 10.3390/s19051212. PMID: 30857330; PMCID: PMC6427251.

Danchenkov V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of the possibilities of constructing an omnidirectional horizontal polarization antenna based on a Vivaldi element.

Horizontally polarized omnidirectional antennas are necessary in wireless communication systems to achieve full coverage of surrounding areas. To build an antenna with the required characteristics, a circular array of Vivaldi emitters is used. In CAD, based on the finite difference method in the time domain, a computer simulation of the antenna was carried out.

Key words: antenna, omnidirectional, horizontally polarized, wideband, Vivaldi.

УДК004.492.2
ГРНТИ 47.01.11

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМЕЩЕНИЯ РЭС НА ОДЕЖДЕ

А. С. Литвинов, А. А. Морозов

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

Размещение радиотехнических устройств на одежде - это новое направление в науке и технике, получившее ввиду своей актуальности очень активное развитие. При этом, при её создании необходимо учесть множество факторов, от которых напрямую зависит долговечность готового изделия. На основе полученных данных станут возможными разработка более эффективных технологий и увеличение количества областей, в которых потенциально можно применить данную технологию.

умная одежда, умная ткань, 3D-печать, носимые устройства, гибкие антенны

Идея о создании «умного текстиля» ещё в конце 1990-х годов получила активное развитие. Фактором, отличающим «умный текстиль» от обычного было выбрано реагирование материала на радиоизлучение. При этом, первое общедоступное поколение таких предметов одежды только частично удовлетворяло поставленной задаче. Среди электронных устройств, внедрённых в одежду, были:

- Микрофон;
- Проводная гарнитура;
- Пульт дистанционного управления;
- Мобильный телефон;
- MP3-плеер.

Важно отметить, что для каждого из вышеперечисленных устройств, в одежде имелся специальный карман – именно такое конструкторское решение было предложено в одежде, созданной Levi's при сотрудничестве с Philips.

В начале 2000-х годов были разработаны ткани, в которые были размещены датчики и другие электронные устройства. Изделия, разработанные в лабораториях Georgia Tech, Университета Пизы и Гентским университета удовлетворяли предоставленным требованиям.

Некоторые проблемы оказались более сложными для решения, чем предполагалось. Среди них были проблемы интеграции, соединения и стерильности. Последний недостаток было необходимо исправить особенно тщательно, поскольку большая часть проектов в области создания умной одежды нацелены на её применение в области здравоохранения.

Наиболее продвинутым проектом в области размещения электронных устройств на одежде является ProeTEX (защитный электронный текстиль). Этот европейский проект направлен на исследование и разработку материала

для "умного" текстиля с улучшенными характеристиками, текстильные датчики, связь через текстиль.

Одним из основных направлений исследований в данной тематике стало исследование особенностей размещения антенн на ткани. Ранее этот вопрос решался несколькими способами, среди которых:

- Жёсткое размещение антенн;
- Вшивание токопроводящей нити;
- Использование фольгированного скотча.

В рамках данной научной работы предлагается иной подход к размещению антенны. Сама спиральная антенна будет размещаться в гибком пластиковом корпусе, изготовленном с использованием 3D-принтера, работающего по технологии FDM. Поскольку целью данной работы является подбор оптимального конструкторского решения в области размещения антенны на ткани, с целью сокращения временных затрат расчёт параметров антенны не проводился.

В качестве основы для исследования первоначально была выбрана 3D-модель, которая после изготовления может сгибаться. Главный недостаток такой модели – неспособность сгибаться под большими углами, что можно увидеть на тестовой распечатке, представленной на рис. 1. Именно этот факт привёл к пересмотру выбора основы.

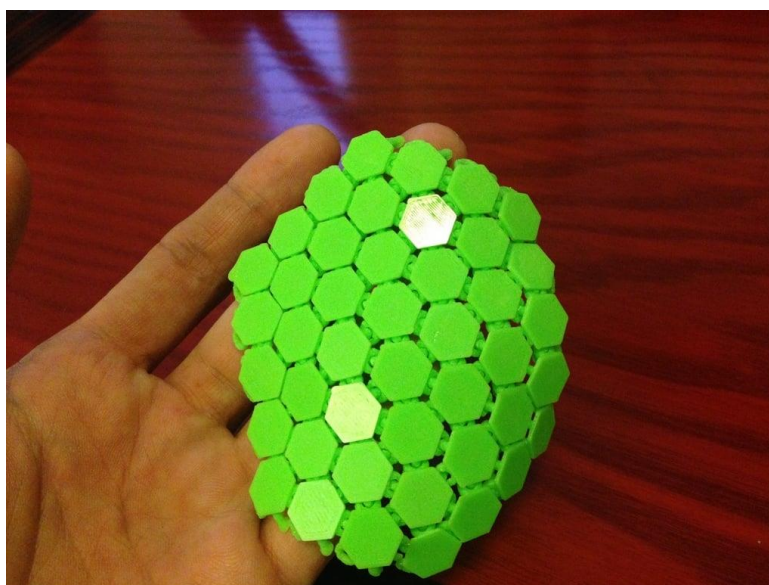


Рис. 1. Шестигранная цепь

В САПР КОМПАС-3D был создан эскиз спиральной антенны, состоящий из двух одинаковых спиралей, развёрнутых друг относительно друга на 180° и соединённых прямой линией. Эскиз представлен на рис. 2. Размещение микроконтроллера подразумевается в центре спирали.

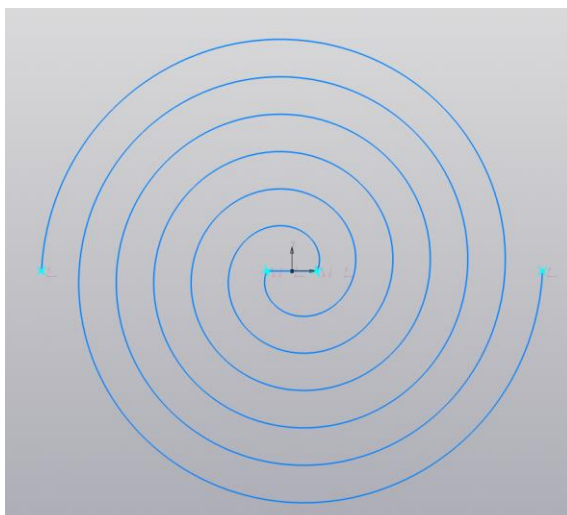


Рис. 2. Эскиз спиральной антенны

Далее была сконструирована 3D-модель корпуса, в котором будет размещаться эта антенна (рис. 3).

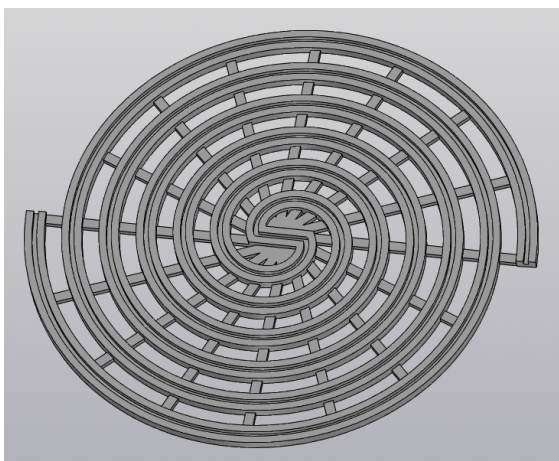


Рис. 3. Корпус спиральной антенны

После завершения процесса печати в паз, размеры которого можно увидеть на разрезе, представленном на рис. 4, вкладывается токопроводящая нить.

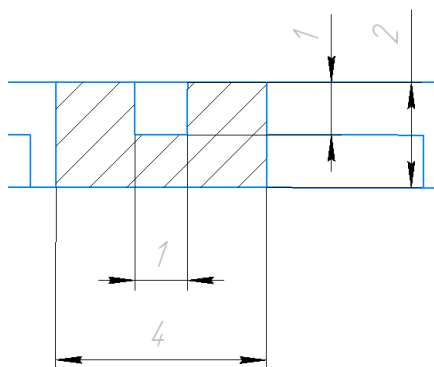


Рис. 4. Разрез корпуса

Размещённая таким способом нить будет достаточно защищена от механических воздействий. Также, кроме ручного вкладывания нити в паз, предлагается автоматизировать процесс за счёт использования заранее вырезанного на ЧПУ-оборудовании токопроводящего слоя, изготовленного, к примеру, из фольгированного скотча. Подробное изучение данного метода изготовления антенны планируется в будущих исследованиях.

Список используемых источников:

1. Xiaoming Tao. Handbook of Smart Textiles: handbook/ Tao Xiaoming – Hong Kong Springer reference, 2015.
2. Kiourti, A., and J. L. Volakis, High-Geometrical-Accuracy Embroidery Process for Textile Antennas with Fine Details book, 2015.
3. Kiourti A., “Flexible, Thin Film and Wearable Antennas,” in Antenna Engineering Handbook, 2018.

Morozov A., Litvinov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of the features of the technology of placing res on clothing.

The placement of radio-technical devices on clothing is a new direction in science and technology, which has received a very active development due to its relevance. At the same time, when creating it, it is necessary to take into account many factors that directly affect the durability of the finished product. Based on the data obtained, it will be possible to develop more efficient technologies and increase the number of areas in which this technology can potentially be applied.

Key words: *smart clothing, smart fabric, 3D printing, wearable devices, flexible antennas.*

2.4. Радиотехнические системы и антенны

УДК 004.932.2
ГРНТИ 49.40.02:

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УЛУЧШЕНИЯ РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Д. А. Барабанщиков, В. И. Тимченко

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

При реализации алгоритмов обнаружения объектов с использованием оптико-электронных средств разработчики сталкиваются с трудностями, связанными с недостаточной точностью определения контура объекта. Особенно это важно при распознавании предаварийных ситуаций. Одним из параметров, влияющим на точность обнаружения объекта, является его контур. Для решения данной проблемы разработан алгоритм, повышающий резкость изображения. Применение данного алгоритма позволяет повысить не только точность обнаружения, но и распознавание объектов на изображении.

обработка изображений, точность обнаружения, резкость, контур объекта.

Одной из ключевых характеристик, определяющих цифровое изображение, является его резкость. Резкость - это четкость границ между участками изображения с различной яркостью. Данный параметр имеет существенное значение при реализации различных алгоритмов цифровой обработки изображений. Недостаток резкости приводит к размытию картинки, а следствие - к затруднениям работы алгоритмов обнаружения или различения (распознавания) объектов.

Одним из эффективных методов повышения резкости изображений является метод применения нерезкой маски. Принцип его работы представлен в виде формулы [1]:

$$y(n, m) = x(n, m) + \lambda z(n, m), \quad (1)$$

где $x(n, m)$ – исходное изображение, λ – коэффициент усиления, $z(n, m)$ – нерезкая маска, $y(n, m)$ – выходное изображение.

В классическом методе нерезкая маска определяется как разность между исходным изображением и его копией, размытой с помощью свертки с ядром Гаусса [2]. Процесс получения размытого изображения представлен на рисунке 1. Ядро Гаусса на рисунке 2.

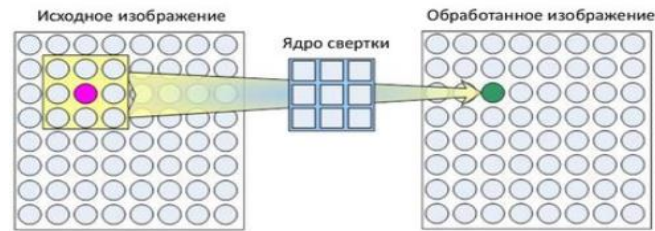


Рис. 1. Схема получения размытого изображения в результате свертки матриц

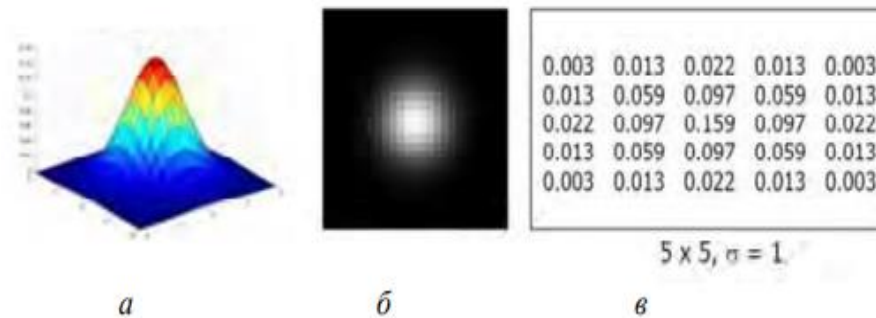


Рис. 2. Представления функции Гаусса: а – в виде поверхности; б – в виде полутонового изображения; в – в виде маски с коэффициентами

Маска нерезкости представляет собой изображение, прошедшее через фильтр верхних частот. Высокочастотной составляющей на изображении является резкое изменение яркости. Ей соответствуют шумы и контуры объектов. Влияние шумов не рассматривается, так как данный алгоритм применяется после предварительной фильтрации. Результаты обработки изображены на рисунке 1. Очевидно, что контур огня улучшенного изображения выделен наиболее четко, по сравнению с исходным изображением. Улучшение резкости при помощи классической нерезкой маски в среднем позволяет увеличить вероятность обнаружения огня до 6,8 %, но значение данного параметра зависит от условий съемки.



Рис. 2. Результаты работы алгоритма улучшения резкости изображения в среде Matlab

Для формирования улучшенной нерезкой маски были использованы методы выделения высокочастотной составляющей изображения на основе дискретных дифференциальных операторов: Собеля, Лапласа, Превитта и другие [3]. В отдельных случаях с их помощью вероятность обнаружения можно повысить до 10%, при этом ложных срабатываний не происходит.

Также были применены различные алгоритмы размытия изображений для формирования нерезкой маски. При удачном подборе коэффициентов размытия точность получается в среднем на 1,4% хуже, чем при использовании дифференциальных операторов.

При реализации необходимо учитывать сложность алгоритма, а время обнаружения предаварийной ситуации должно быть минимальным. По этой причине были выбраны алгоритмы размытия на основе свертки матриц, применительно к классической нерезкой маске, так они не требуют высоких вычислительных затрат [1].

Список используемых источников:

1. Peter Corke Robotic Vision Fundamental Algorithms in MATLAB // ISBN 978-3-030-79175-9, 2022.
2. Рафаэл С. Гонсалес, Ричард Е. Вудс Цифровая обработка изображений // МИР 3-е издание, 2019 г.
3. Wilhelm Burger, Mark J. Burge Digital Image Processing, An Algorithmic Introduction // Third edition, Springer, 2022

Barabanshikov D., Timchenco V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of an algorithm for image sharpness improvement to recognize pre-emergency situations.

When implementing detection algorithms using optical-electronic means, developers encounter difficulties associated with the insufficient accuracy of the algorithm. This is especially important when recognizing pre-emergency situations. One of the parameters that affects the accuracy of object detection is its contour. To solve this problem, an algorithm has been developed that increases image sharpness. The use of this algorithm allows you to increase the accuracy of detection and recognition of objects in the image.

Key words: image processing, detection accuracy, sharpness, object contour.

УДК 621.396.673
ГРНТИ 47.45.29

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРОСОВЫХ АЭРОСТАТНЫХ АНТЕНН

М. Г. Борисов, К. О. Коровин

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

Использование диапазона очень низких частот (ОНЧ) (сверхдлинных волн) ориентировано в первую очередь на организацию связи с морскими судами, как надводными, так и подводными. Для этих целей могут разрабатываться различные варианты антенно-фидерных систем: стационарные антенно-мачтовые конструкции и передвижные системы. При этом макетирование таких антенных систем является достаточно дорогостоящим, вследствие больших массогабаритных показателей, поэтому требуется точный предварительный электродинамический расчет. В данной статье представлены результаты расчета основных электрических характеристик тросовых аэростатных антенн.

СДВ диапазон, тросовая антенна, аэростатная антенна, сопротивление излучения, коронный разряд, эффективное напряжение, MATLAB

Тросовые антенны представляют собой кабель-трос и устройство его подъема на определенную высоту (БПЛА или аэростат). При этом данный тип антенны представляет собой электрически малую антенну, обладающими такими преимуществами как мобильность, дешевизна конструкции, по сравнению со стационарными СДВ антеннами, а также большая эффективность излучения.

Одним из важнейших параметров антенны СДВ диапазона является коэффициент полезного действия, который характеризует насколько эффективно мощность передатчика преобразуется в мощность излучения. КПД антенного контура вычисляется как отношение сопротивления излучения к полному сопротивлению антенного контура (с учетом потерь в настроенном элементе – удлинительной катушке) и может быть записана в виде формулы, представленной ниже

$$\eta = \frac{R_{\Sigma}}{R_A} = \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} + R_{зем} + R_{удл}}$$

где R_{Σ} – сопротивление излучения,

$R_{зем}$ – потери в земле,

$R_{удл}$ – потери в удлинительной катушке.

Сопротивление излучения аэростатной антенны определяется из формулы, представленной ниже

$$R_{\Sigma} = 40 \cdot \tan^2\left(\frac{k \cdot H}{2}\right)$$

где k – волновое число,

H – высота подъема аэростатной антенны.

Потери в земле зависят от свойств подстилающей поверхности (проводимости почвы, диэлектрической и магнитной проницаемости), а также от устройства системы заземления (количества закопанных проводников, их длина, радиус и материала, из которого они выполнены). Более подробно потери в земле описаны в работах [1,2].

Вследствии того, что аэростатная антенна в СДВ диапазоне является электрически малой антенной и в ней преобладает емкостная составляющая сопротивления для ее настройки с передатчиком используется удлинительная катушка, которая рассеивает на себе часть поступающей мощности, тем самым уменьшая КПД антенного контура. Потери в удлинительной катушке определяется по формуле ниже

$$R_{\text{удл}} = \frac{|X_A|}{Q}$$

где X_A – реактивное сопротивление антенны,

Q – добротность удлинительной катушки.

На основании данных формул в программной среде MATLAB была написана программа, осуществляющая расчет основных характеристик. На рисунке 1 и 2 представлены результаты расчета КПД и полосы пропускания антенной системы для высот $H = 500, 1000, 1500$ и 2000 м в диапазоне частот от 12 до 30 кГц. Характеристики проводимости земли были выбраны на основе среднего значения для России, равного $5 \cdot 10^{-3}$ См/м. В качестве заземления был выбран вариант радиально расходящихся тросов из меди. Радиус троса равен 3 мм.

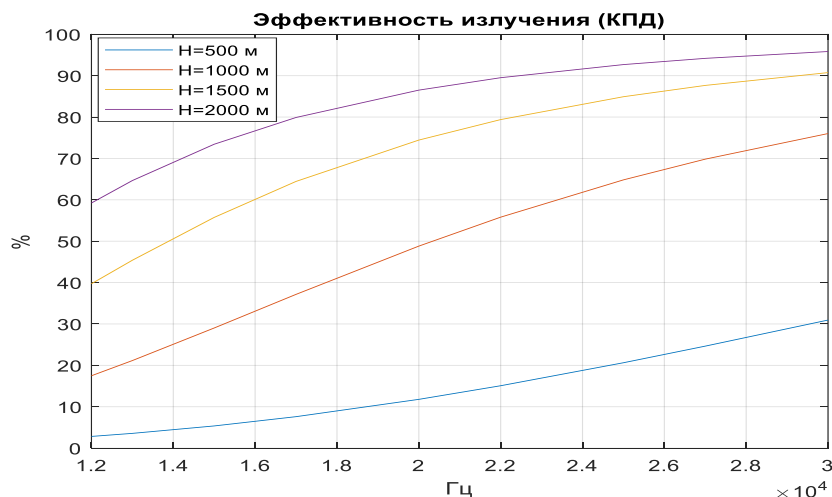


Рис. 9. Зависимость КПД аэростатной антенны от частоты для различных длин троса

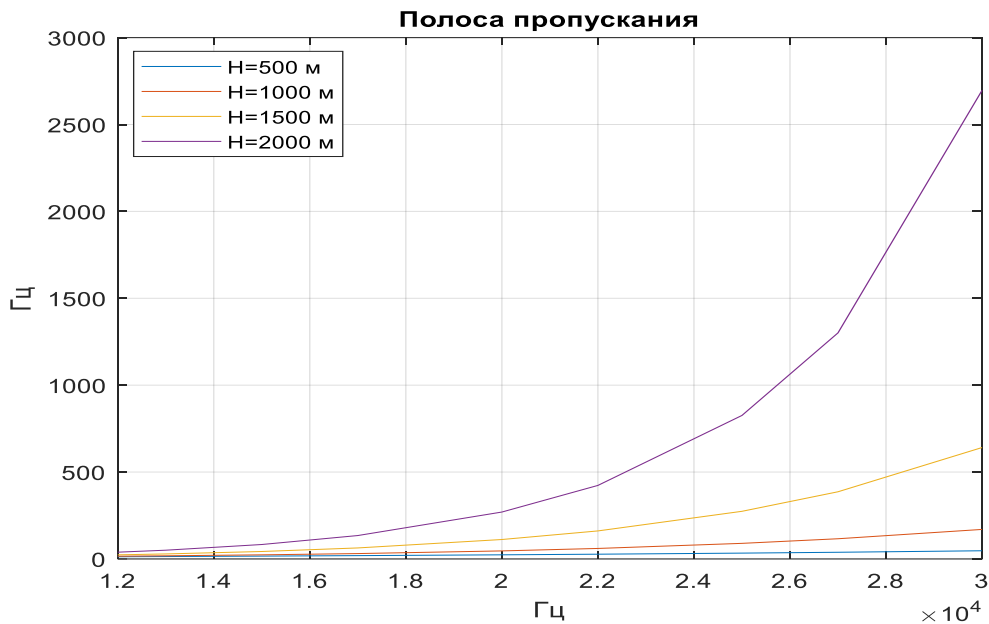


Рис. 10. Зависимость полосы пропускания аэростатной антенны от частоты для различных длин троса

С увеличением высоты подъема троса КПД и рабочая полоса антенны существенно увеличиваются, как видно из рисунков 1 и 2. Очевидно, рационально использовать антенну, поднятую на большую высоту, однако, помимо роста характеристик излучения возрастают массогабаритные характеристики кабеля, а также протекающие в нем токи. В следствии этого требуется использовать более физически и электрически прочный кабель, а также аэростат или БПЛА с большей полезной нагрузкой.

Помимо ограничения на ток, протекающего в тросе, существует ограничения по напряжению в антенне, вызванное коронным разрядом. Это вызвано тем, что с ростом высоты, электрическая прочность воздуха уменьшается, при этом напряжённость поля, из-за повышения эффективности излучения антенны возрастает. Возникновение коронного разряда приводит к дополнительным потерям мощности, а также возникновению широкополосной помехи. [3]

На основании вышеуказанных соображений был выполнен расчет эффективного значения напряжения в верхней точке антенны до начала потерь в короне в сухую погоду и в дождь. Вмещаемая мощность (максимальная подводимая мощность от РПДУ до потерь в короне) от частоты и различных высот подъема антенны для двух вариантов погоды представлены на рисунке 3 и 4.

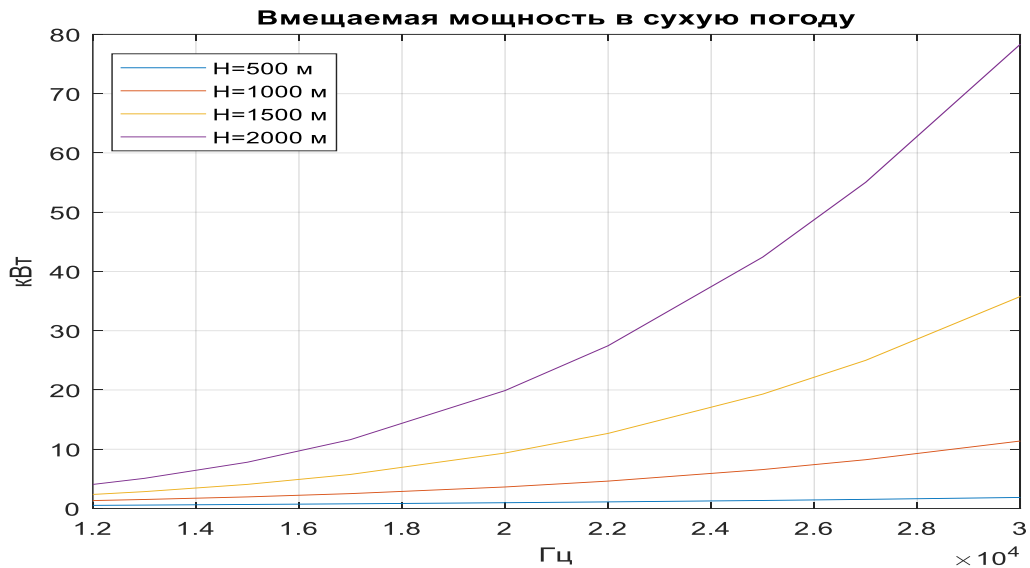


Рис. 11. Зависимость вмещаемой мощности аэростатной антенны от частоты для различных длин троса в сухую погоду

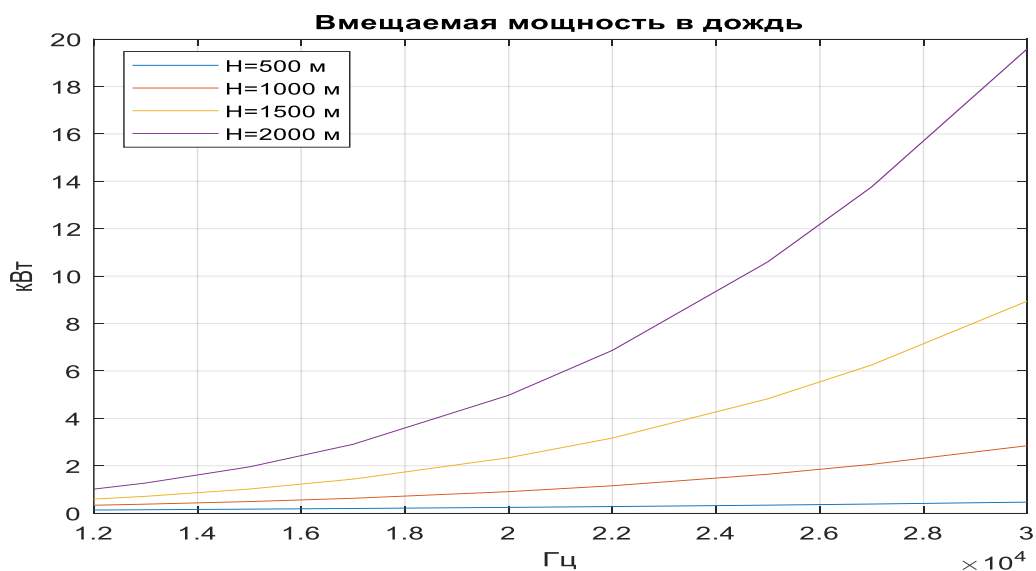


Рис. 12. Зависимость вмещаемой мощности аэростатной антенны от частоты для различных длин троса в дождь

Таким образом, с ростом высоты происходит улучшение основных характеристик тросовой антенны (рост КПД, полосы пропускания, вмещаемой мощности), при этом реализация наиболее эффективной антенны (превышающей некоторую предельную длину троса становится невозможной, так как с ростом высоты происходит увеличение массы кабель-троса и невозможностью его поднятия средствами БПЛА или аэростата.

На основании предложенных формул возможно моделирование антенн тросового типа в СДВ диапазоне с целью оценки основных электрических параметров.

Список используемых источников:

1. Рекомендация МСЭ-R P.368-8. Кривые распространения земной волны для частот между 10 кГц и 30 МГц.
2. ОСТ 4.209.001-78, Антенны передающие ДВ и СДВ диапазонов. Методы расчета электрических параметров. 1978.
3. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. – Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – С. 511.

Borisov M., Korovin K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Calculation of electrical parameters of balloon antennas.

The use of very low frequency range (VLF) is primarily aimed at organizing communication with marine vessels, both surface and submarine ships. For these purposes, various options of antenna-feeder systems can be developed and designed: stationary antenna structures and mobile systems. At the same time, the scale modeling of such antenna systems is quite expensive, due to large weight and dimensions, therefore an accurate preliminary electrodynamic calculation is required. Therefore, this article presents the results of calculating the basic electrical characteristics of cable (balloon) antennas.

Key words: VLF range, cable antenna, aerostat antenna, radiation resistance, corona discharge, effective voltage, MATLAB.

УДК 621.396.67
ГРНТИ 47.45.29

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ КВ-ДИАПАЗОНА

А. Ю. Вымолов, К. О. Коровин

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

Коротковолновая связь в современном мире не утратила своей актуальности и применяется во многих отраслях. Преимуществами являются дальность связи и сравнительная легкость развертывания приёмопередающей системы. При этом, одной из важных задач является обеспечение максимально возможной дальности связи в условиях ограничений подводимой мощности к антенно-фидерным устройствам. Возможным решением данной проблемы может служить использование фазированных антенных решеток различных конструкций и геометрий расположения элементов. Рассмотрена система из 4-х элементной ФАР, обеспечивающей дальность связи свыше нескольких тысяч км.

КВ связь, магистральные линии связи, фазированная антенная решетка

Существует множество различных исполнений антенно-фидерных систем декаметрового диапазона радиоволн, способных работать в широкой полосе частот. Однако, повышение эффективности такой радиосвязи, а именно увеличение дальности, требует значительного повышения мощности передающего устройства, что непременно приводит к усложнению структуры и увеличению габаритов системы и в ряде случаев может быть недопустимым.

Другим способом увеличения дальности связи является пространственное сложение мощности с нескольких антенн с установкой фазовращателей на входе фидерной линии, в результате чего излучаемая фазированной антенной решеткой (ФАР) мощность в определенной точке пространства складывается синфазно. Данный метод рассмотрен в статье на примере ФАР, состоящей из четырех элементов [1].

В качестве элемента рассматриваемой ФАР выбрана коммерчески доступная широкополосная логопериодическая антенна “Сектор” [2], имеющая следующие технические характеристики:

- Диапазон рабочих частот: 5-30 МГц
- Входной импеданс: 50 Ом
- Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН): не более 2,2 в рабочей полосе
- Коэффициент усиления антенны: 6-12,5 дБ

Модель антенны, построенная в программе Altair FEKO, приведена на рисунке 1.

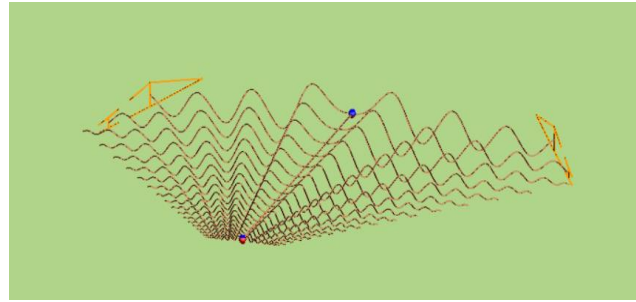


Рис.1. Модель логопериодической антенны

В расчете модели использовались стандартные значения параметров земной поверхности ($\epsilon = 13, \sigma = 0,005$ См/м) с использованием аппроксимирующей модели интервалов Зоммерфельда, материал проводника выбран идеальным. Характеристика коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) одиночной ЛПА приведена на рисунке 2.

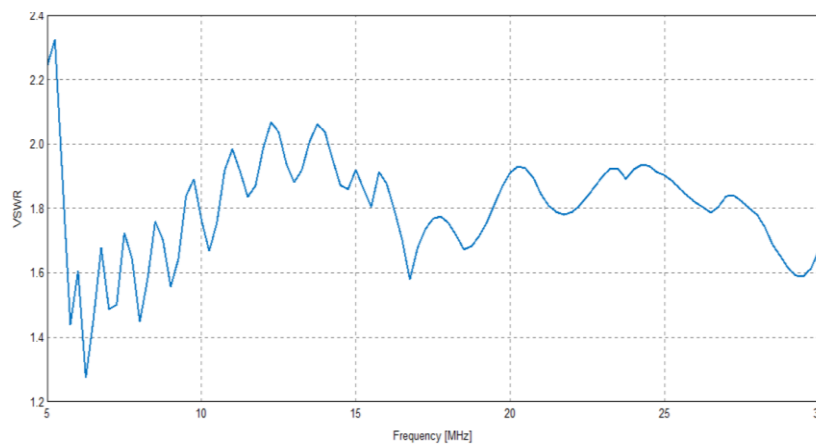


Рис.2. Расчетный КСВН антенны

К рассмотрению представлены два возможных способа размещения элементов ФАР: структура элементов, выстроенных в линию и ромбическая структура размещения, отображенные на рисунках 3а и 3б, соответственно.

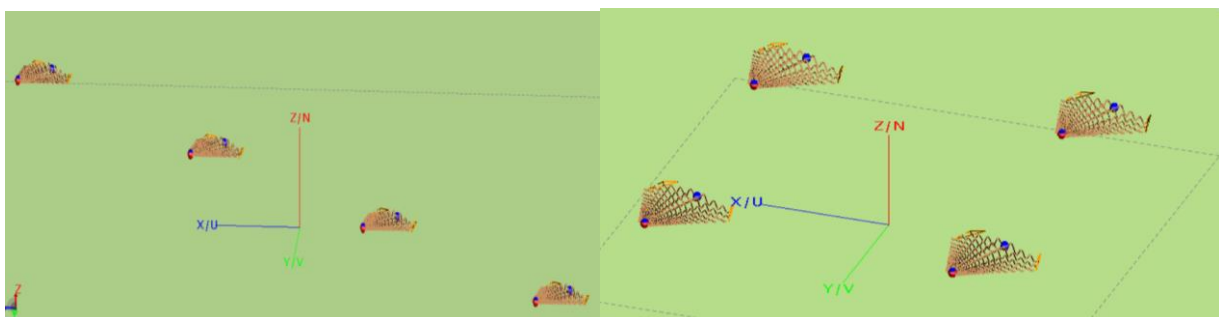


Рис.3. Геометрия 4х элементных ФАР а)линейная ФАР б) ромбическая ФАР

Фазирование элементов осуществлено на основе заданных координат в виде переменных и угла поворота антенн, что позволяет менять направленные свойства и управлять результирующей диаграммой направленности.

Предполагается, что высоты подвеса антенн одинаковы. Один из элементов антенного поля выбран в качестве нулевого с координатами $(x_0; y_0)$, остальные координаты задаются относительно этого элемента, разность фаз в этом случае определяется по формуле:

$$\Delta\psi = r_{xy} * \cos(-\alpha - \arcsin(y_k - y_0) * r_{xy} / \lambda) * 360 * \cos(\theta),$$

где r_{xy} – расстояние между k -м элементом решетки и нулевым, α – азимутальный угол направления излучения ФАР, θ – угол места в максимуме излучения,

Для обеспечения оптимальной работы во всем диапазоне частот выбрано расстояние между соседними элементами ФАР 50 метров, что соответствует половине длины волны на нижней частоте при допущении возможности расширения рабочей полосы до 3 МГц.

Полученные примеры диаграммы направленности (ДН) на частотах 15 и 25 МГц приведены ниже на рисунке 4. Излучаемая мощность одиночной ЛПА приблизительно на 5,5-6 дБи меньше, чем мощность суммарного поля 4-х элементной ФАР, что свидетельствует о правильной фазировке антенн.

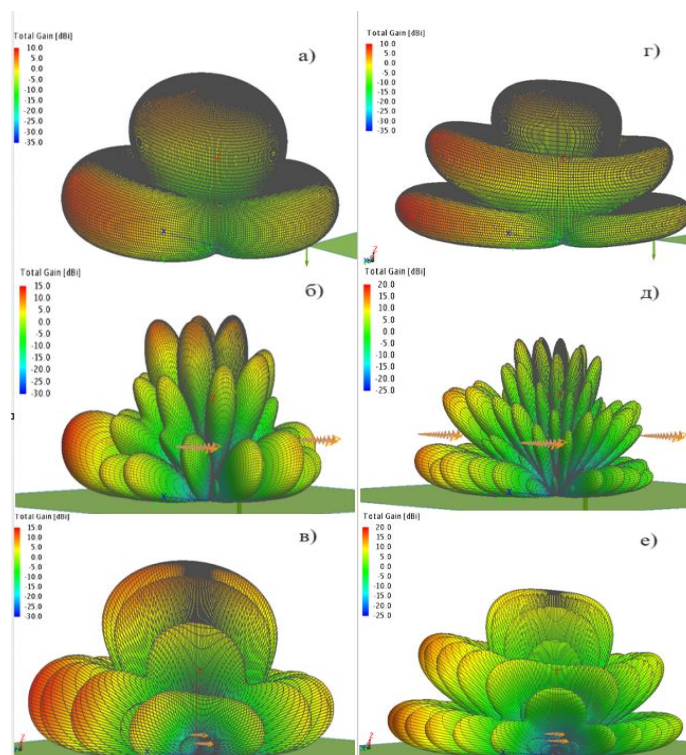


Рис 4. Трехмерные диаграммы направленности для частот 15 и 25 МГц

Линейной ФАР соответствуют ДН на рис 5.в, е. Можно увидеть, что главные лепестки имеют менее выраженный максимум, чем при расположении элементов ФАР в виде ромба (рис. 5.б, д).

Для расчета дальности связи необходимо рассчитать коэффициент усиления (КУ) антенны в максимуме. Графики зависимости коэффициента усиления от частоты для различных конфигураций приведены на рисунке 5.



Рис. 5 Графики зависимости КУ от частоты для одиночного излучателя, линейной и ромбической ФАР

Для оптимизации высоты размещения антенны были проведены расчеты УБЛ для линейной и ромбической ФАР. Результаты приведены на рисунке 6.

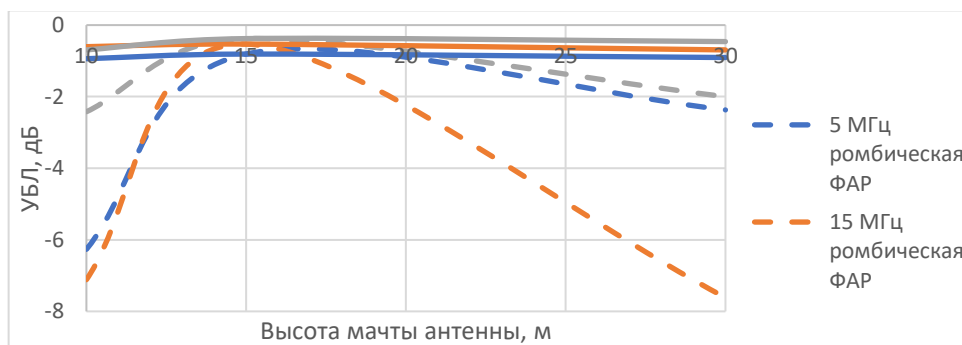


Рис. 6. Зависимость УБЛ от частоты для разных конфигураций ФАР

Заключение

В представленной работе рассмотрены варианты построения 4x элементной ФАР на основе коммерчески доступных антенн.

Расчетное КУ обеих конфигураций ФАР соответствует желаемому результату от 8,5 до 16 дБи.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что линейная ФАР обладает значительно большим УБЛ и имеет более изрезанную ДН в направлении излучения. Кроме того, расположение элементов в линию предполагает наличие обширного свободного пространства для размещения ФАР и усложнение подведения к антеннам фидерных линий с равно амплитудным питанием.

Размещение ромбической ФАР с высотами мачт 10 метров является оптимальным.

Список используемых источников:

1. Пашкевич В.Д., Голубев В.М. / Электроника, фотоника, приборостроение и связь // Проектирование антенных полей передающих радиосистем декаметрового диапазона на основе сверхширокополосных антенных систем: Труды учебных заведений связи. 2022 г. Т.8. № 3.

2. Логопериодическая антенна «Сектор» URL: <https://www.rimr.ru/catalog/afu-ustroystva/povorotnaya-priemperedayushchaya-logoperiodicheskaya-antenna-sektor/>

3. Голубев В.М., Пашкевич В.Д., Проценко М.С. / Разработка и экспериментальное исследование АФАР КВ-диапазона с управляемой диаграммой направленности: Труды учебных заведений связи. 2020 г. Т.6. № 1.

Vymolov A., Korovin K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of options for constructing PAA HF-band.

In the modern world SW-band communication has not lost its relevance. It is used in many industries. The advantages of HF-band are the communication range and the comparative simplicity of development of antenna system. At the same time one of the important tasks is to ensure the maximum possible communication range in conditions of limitations of the supplied power to antenna-feeder devices. Using of the phased antenna arrays of various designs of arrangement can be possible solution to this problem. A system of 4-element PAA providing a communication range of over several thousand kilometers is considered.

Key words: HF-band communication, PAA

УДК 629.7.05
ГРНТИ 47.49.31

АЛГОРИТМ ПОИСКА СИГНАЛОВ В АППАРАТУРЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

В. М. Гиляев, В. И. Тимченко

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

В условиях текущей политической ситуации возникает необходимость в ускоренном развитии отечественных технологий, а не импортных, для их использования в гражданской и военной сферах деятельности. Одной такой технологией является спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. Следует уделить особое внимание к алгоритмам приема и обработки принимаемых сигналов в рамках указанной технологии.

СРНС ГЛОНАСС, алгоритм поиска, НАП

Работы по созданию спутниковой радионавигационной системы (СРНС) второго поколения – российской системы ГЛОНАСС были начаты в середине 1970-х. В 2020 были начаты летные испытания навигационных спутников (НС) пятого поколения «Глонасс-К2», излучающих ансамбль навигационных сигналов в частотных диапазонах L1/L2/L3.

Приемная аппаратура СРНС предназначена для приема и обработки навигационных сигналов от НС с целью определения координат потребителя. Аппаратуру потребителя системы ГЛОНАСС следует рассматривать как комплекс, состоящий из двух блоков цифровой обработки сигналов, где первый блок выполняет обработку и оценку физических параметров сигнала, а второй – информационную (“содержательную” / “смысловую”) обработку принимаемого сигнала.

В системе ГЛОНАСС блок первичной цифровой обработки сигналов выполняет следующие задачи:

- Распараллеливание обработки цифрового сигнала с выхода АЦП на n каналов обработки.
- Корреляционная обработка входного цифрового сигнала в каждом n -м канале.
- Поиск радиосигналов по задержке и частоте.
- Слежение за задержками огибающих принимаемых радиосигналов и их частотой;
- Оценка отношения сигнал/шум $q_{c/n0}$ для принимаемых радиосигналов;
- Режекция узкополосных помех.

В системе ГЛОНАСС блок вторичной цифровой обработки сигналов выполняет следующие задачи:

- Формирование шкалы времени приемника.
- Синхронизация шкал времени приемников в составе СРНС;

- Формирование оценок псевдозадержек, псевдодоплеровских частот и псевдофаз.
- Декодирование эфемеридных данных, альманахов, оцифровок меток времени и т.д. из навигационных сообщений принимаемых радиосигналов;
- Оценка координат потребителя и составляющих его вектора скорости.
- Пользовательские алгоритмы маршрутизации, привязки к опорным точкам.

В данной статье рассматривается решение задачи для блока первичной цифровой обработки сигналов, а именно задача поиска радиосигналов по временной задержке и частоте.

Ранее упомянутую операцию поиска можно разделить на две части:

1. Определение НС, сигналы которых можно обрабатывать для проведения навигационных определений. Уточнение: для решения навигационной задачи необходимо принимать сигналы минимум от 4 НС, реально в зоне видимости конкретного потребителя находится не более 12 НС;

2. Формирование предварительной (грубой) оценки параметров радиосигналов, находящихся в зоне радиовидимости, решаемая на ограниченном интервале времени. Оцениваемые параметры: τ – задержка огибающей, f_d – доплеровское смещение частоты.

В процессе решения задачи поиска радиосигнала весь диапазон поиска разбивается на ячейки разрешения (Рисунок 1).

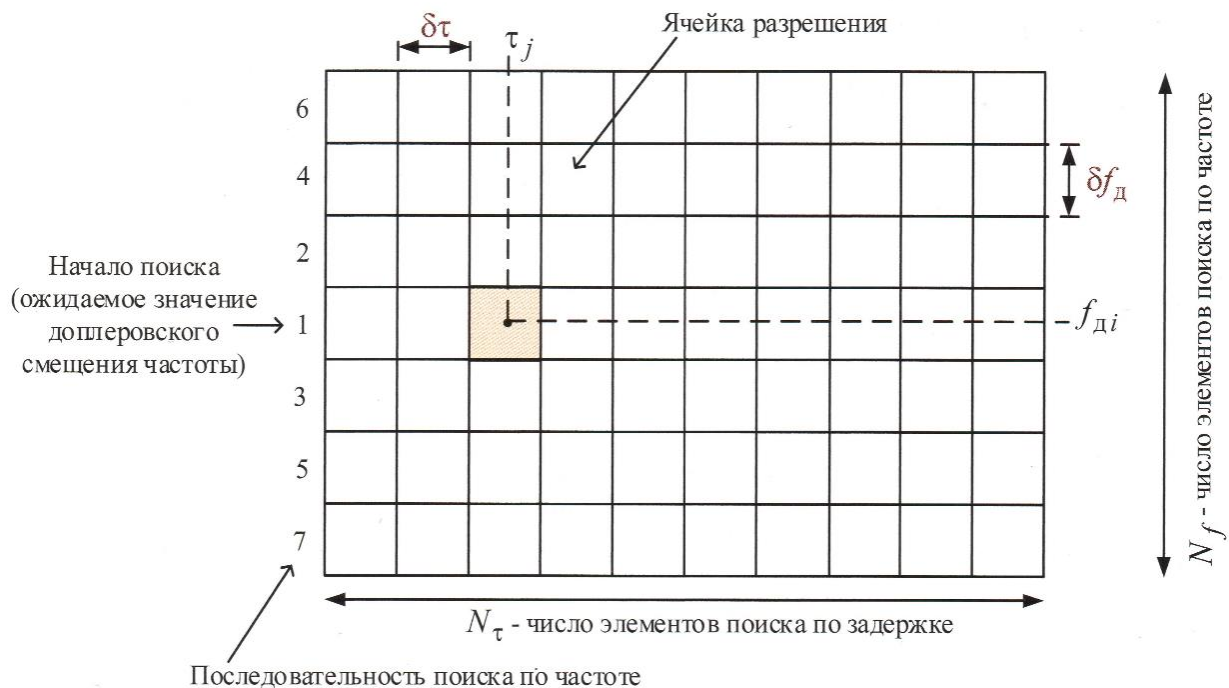


Рис. 1. Схема поиска сигнала по двум параметрам

Размеры одной ячейки разрешения по задержке $\delta\tau$ и δf_d вычисляются по формулам (1) и (2), соответственно. Каждой ячейке разрешения ставится в

соответствие значение «координат» ее центра, например для i -ой ячейки – τ_i , $f_{д,i}$ (см. рис. 1).

$$\delta\tau = \Delta\tau_{ap}/N_\tau \quad (1)$$

$$\delta f_{д} = \Delta f_{ap}/N_f \quad (2)$$

где:

$\Delta\tau_{ap}$ – размер всего диапазона поиска по времени;

Δf_{ap} – размер всего диапазона поиска по частоте.

В процессе поиска анализируются все ячейки разрешения в заданном диапазоне поиска с целью выявления факта наличия радиосигнала того или иного НС и грубой оценки параметров обнаруженного радиосигнала. При этом время обработки сигнала одного НС (T) не должно превышать 10 мс.

Анализ в каждой ячейке разрешения основан на вычислении корреляционных сумм по формуле (3), позволяющих выделить каждый анализируемый сигнал $s_j(t)$ из принимаемой смеси радиосигналов.

$$u_{кор; k} = \sum_{l=1}^M \tilde{y}(t_{k-1,l}) \tilde{s}_j(t_{k-1,l}) T_d \quad (3)$$

где:

M – число периодов $f_{д}$ на длине интервала T ;

$\tilde{y}(t_{k-1,l})$ – аддитивная смесь излучаемого сигнала и шума;

$\tilde{s}_j(t_{k-1,l})$ – излучаемый сигнал;

T_d – период сигнала $f_{д}$.

В результате работы блока поиска формируются грубые оценки задержек $\hat{\tau}_i$ и доплеровских смещений частот $\hat{f}_{д,i}$ для обнаруженных радиосигналов, которые передаются в системы, следящие за задержкой огибающей и частотой соответствующих радиосигналов в качестве начальных параметров.

Список используемых источников:

1. Перов А.И. ГЛОНАСС. Модернизация и перспективы развития. М.: Радиотехника, 2020. 1072 с. ISBN 978-5-93108-198-4.

2. Перов А.И., Харисов В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. М.: Радиотехника, 2010. 800 с. ISBN 978-5-88070-251-0.

3. Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС. Красноярск: СФУ, 2012. 260 с. ISBN 978-5-7638-2639-5.

Gilyaev V., Timchenko V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Algorithm for searching for signals in the consumer equipment of the GLONASS system. In the current political situation, there is a need for accelerated development of non-imported technologies for their use in civil and military spheres of activity. One such technology is satellite radio navigation system GLONASS. Special attention should be paid to the algorithms for receiving and processing received signals within the framework of this technology.

Key words: SRNS GLONASS, search algorithm, CNE.

УДК 004.052.42
ГРНТИ 47.14.23

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ПРОВЕРКИ IP МОДУЛЕЙ ВИДЕООБРАБОТКИ

Е. А. Курбатова, И. Н. Чернов

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

Неотъемлемой частью любой разработки является тестирование устройства. Существуют различные методы тестирования, но самым надёжным способом является аппаратная верификация. В данной статье будет рассматриваться создание стенда аппаратной верификации IP блоков видеоаналитики, реализованных на ПЛИС.

NIOS II, ПЛИС, верификация, тестирование

Как известно, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) применяются во многих устройствах. Например, для выполнения криптографических операций, передачи данных на высоких скоростях, обработки радиолокационной информации, но чаще всего их используют в областях цифровой обработки сигналов и видеоаналитики. Одним из важнейших этапов разработки является верификация. Этот этап необходим для обеспечения качества разрабатываемого устройства, и он занимает значительную часть времени от времени проекта.

Есть два подхода для тестирования микроэлектроники:

- моделирование в симуляторах (таких как ModelSim, QuestaSim);
- эмуляция на дорогостоящем оборудовании для верификации, от таких производителей, как Mentor Graphics, Synopsys и Cadence;
- отработка на собственно разработанных системах.

При тестировании в симуляторах, часто можно столкнуться с такими проблемами, как длительность выполнения симуляции, невозможность учесть нюансы работы с внешними интерфейсами. Обычно используется временное моделирование, которое не учитывает задержки логических элементов, девиацию частоты и температурные характеристики. Для учёта этих характеристик создано функциональное моделирование, но даже оно не способно покрыть все возможные проблемы, которые могут возникнуть при реальном запуске модуля на железе. Моделирование – это самый доступный и простой способ. Минус данного метода в отсутствии учёта реальных факторов, влияющих на работу модуля.

Также выше была упомянута эмуляция. Разработка от Mentor Graphics Velocе 2 представляет собой платформу, которая состоит из аппаратного обеспечения и программного. Аппаратное обеспечение является фермой из множества кристаллов. Программное обеспечение – это виртуальная

лаборатория (VirtualLab) для верификации оборудования, которая позволяет создать виртуальную систему с интегрированными периферийными интерфейсами. Это значит, что разработчикам не нужно тратить время на подключение аппаратных адаптеров скорости к периферии. Виртуальная система разделяет проект на блоки и распределяет их по разным кристаллам. Процесс тестирования проходит на довольно низкой частоте – десятки мегагерц. Значительный минус данного метода – это стоимость аренды оборудования – десятки тысяч долларов в месяц. На рисунке 1 представлен экземпляр платформы Veloce 2 Quattro Emulator. Платформа является неким блоком, в который вложены платы с кристаллами. Между собой платы можно подключать. На рисунке 2 можно увидеть плату с разъёмами, выведенными на корпус.



Рис. 1. Платформа для верификации Veloce 2 Quattro Emulator от компании Mentor Graphics (изображение взято с сайта <https://www.bridgetronic.com/listing/57751/>)



Рис. 2. Одна из плат для Veloce 2 Quattro Emulator (изображение взято с сайта <https://www.ebay.com.my/itm/364053410653>)

При помощи моделирования можно учесть 90% возможных проблем, которые могут возникнуть в ходе использования. Аппаратная верификация закрывает остальные 10%.

Разрабатываемый стенд для проверки IP модулей видеообработки - это универсальная верификационная модель для тестирования конкретных блоков

видеоаналитики, выполненных студентами на ПЛИС. Под универсальностью имеется в виду гибкость и возможность конфигурирования приложения с различными IP блоками. Можно тестировать такие блоки, как блок гамма корректора, блок 2d фильтра, блок генератора и схожие.

В состав стенда входит:

- макетная плата;
- компьютер;
- кабель соединительный для компьютера и макетной платы;
- кабель отладочный;
- монитор;
- кабель соединительный для макетной платы и монитора;
- камера;
- кабель соединительный для камеры и платы;
- программный модуль IP блока видеообработки;
- программный модуль тестирования.

На рисунке 3 представлена схема стенда.

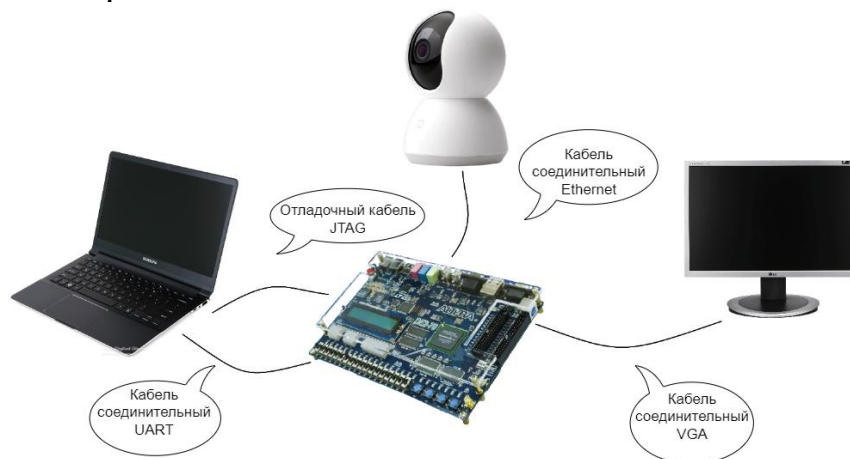


Рис. 3. Схема стенда

На макетную плату будет загружаться прошивка программного модуля тестирования и программного модуля IP блока видеообработки.

Компьютер необходим для прошивки платы и для загрузки нужных изображений для тестирования.

Монитор нужен для отображения выхода IP блока. На выходе предполагается обработанное изображение.

Также есть камера, с которой может поступать изображение.

Требования к отладочной плате:

- наличие системы на кристалле;
- достаточное количество памяти для записи и чтения изображения.

Система на кристалле позволяет сделать код переносимым на разные архитектуры. На данный момент используется архитектура NIOS II от компании Intel. NIOS II – это 32-разрядная микропроцессорная архитектура, разработанная специально для Altera.

В память может быть записано порядка десяти изображений. Будем считать, что изображение будет формата 800x600. Один пиксель весит 3 байта, значит необходимое количество памяти равняется $3 * 800 * 600 * 10 = 1.44 \text{ МБ} * 10 = 14.4 \text{ МБ}$. Для записи с камеры, понадобится всего $3 * 800 * 600 * 2 = 2.88 \text{ МБ}$, так как изображения будут перезаписываться с помощью метода двойной буферизации. Метод позволяет работать с записью и чтением данных, которые осуществляются в реальном времени.

Есть большое количество стендовых плат, которые подходят под данные требования. Например, серии плат тайваньской фирмы Terasic, которые являются особыми партнёрами Intel, представляет большой выбор отладочных плат всех современных семейств сверхбольших интегральных схем (СБИС) Altera.

В наличии была плата DE2-115 со СБИС подсемейства Cyclone IV E. Она будет использоваться в качестве основного модуля. Семейство Cyclone IV отличаются самой низкой стоимостью логического элемента и самым низким энергопотреблением по сравнению с предыдущими поколениями.

На плате имеются выходы для таких интерфейсов, как RS232, VGA, USB 2.0, Gigabit Ethernet и разъём для SD карты. Также на плате имеется внешняя память SDRAM и SRAM на 128 МБ и 2 МБ соответственно. На рисунке 4 представлен образец реальной платы.

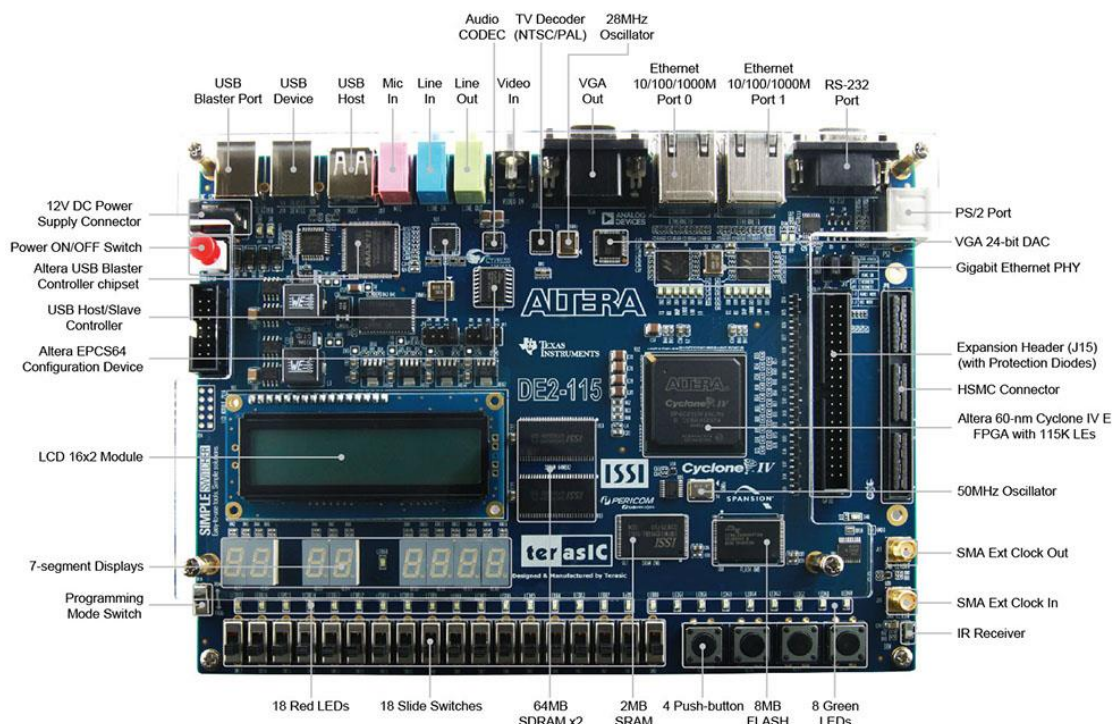


Рис. 4. Плата DE2-115

Для записи и чтения изображения подходит SDRAM. Данная SDRAM имеет ширину шины данных 16 бит и частоту 143 МГц, значит пропускная способность в потоковом режиме = $16 * 143\,000\,000 = 2\,288\,000\,000$ бит * Гц = $2\,288$ МБ/с = 286 МБ/с. Но также нужно учесть процесс инициализации, который занимает определённое время. Будем считать, что с учётом этого процесса скорость будет $0.9 * 286$ МБ/с = 257 МБ/с.

Для передачи изображения с компьютера используется UART с протоколом RS232. Максимальная скорость 115 200 бод. При передаче используется 8 бит информационных и 2 проверочных. Если переводить боды в байт/с, то получится $115\,200$ бод = $115\,200 * 8/10/8 = 11\,520$ байт/с = 11.52 КБ/с. С учётом использования UART одно изображение будет передаваться $1\,440$ КБ / 11.52 КБ/с = 125 с = 2 мин.

При использовании Gigabit Ethernet, скорость передачи может достигать 1 Гбит/с (125 МБ/с), а значит одно изображение будет передаваться 1.44 МБ / 125 МБ/с = 0.01 с.

Передача изображения на монитор будет осуществляться через VGA. Частота обновления кадров равна 60 Гц, изображение весит 1.44 МБ. Скорость передачи равна 1.44 МБ * $60 = 86.4$ МБ/с. То есть одно изображение передаётся за 1.44 МБ / 86.4 МБ/с = 0.015 с.

Блок-схема модуля показана на рисунке 5.

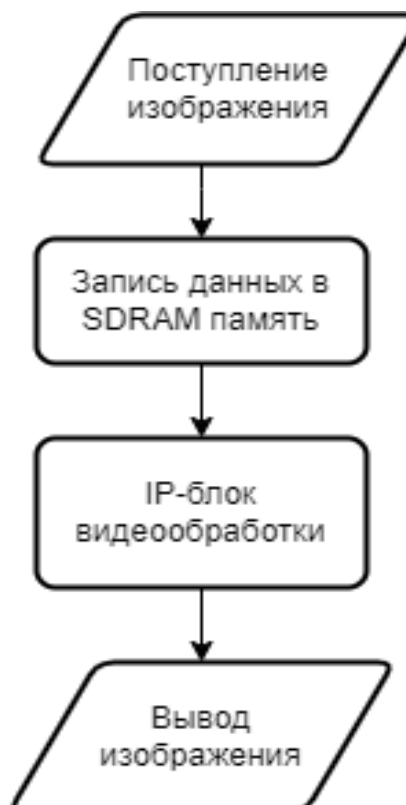


Рис. 5. Блок-схема модуля тестирования

Список используемых источников:

1. Embedded Peripherals IP User Guide
2. Официальный сайт Terasic <https://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&CategoryNo=139&No=502&PartNo=2>
3. А. Лохов Функциональная верификация СБИС в свете решений Mentor Graphics ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес 1/2004
4. Официальный сайт Siemens <https://eda.sw.siemens.com/en-US/ic/verification-and-validation/hardware-assisted-verification/>
5. Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%9B%D0%98%D0%A1>

Kurbatova E., Chernov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a stand for checking ip video processing modules.

An integral part of any development is device testing. There are various methods of testing, but the most reliable way is hardware verification. In this article we will consider the creation of a hardware verification stand for IP video analytics units implemented on FPGA.

Key words: NIOS II, FPGA, verification, testing.

УДК 621.396
ГРНТИ 47.49.29

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ АКТИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

М. А. Мебония

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

Рассмотрен адаптивный алгоритм пространственно-временной обработки сигналов в системах активной радиолокации. За основу взята система радиолокационного опознавания («Свой-чужой») для автоматического выделения необходимого информационного сигнала среди остальных помеховых. За основу взята антенная решетка, где средняя выходная при совпадении фазы опорного сигнала с известными параметрами с фазой помехового сигнала.

активная фазированная антенная решетка, средняя выходная мощность, диаграмма направленности, адаптивный алгоритм пространственно-временной обработки сигналов, система опознавания, MATLAB

Главной задачей при создании адаптивной антенной решетки является улучшение приема полезного информационного сигнала при наличии помеховых сигналов, которые нежелательные и полезной информации не несут. Полезный и помеховый сигнал имеют некоторые разные характеристики, что позволяет, опираясь на эти отличия, улучшить эффективность приема информационного сигнала. [1]

В активной радиолокации есть эталонный сигнал, который всегда известен полностью с точностью до фазы. А другой сигнал является помеховым с какими-то отличиями от эталонного.

В качестве отличия можно рассмотреть фазу сигнала, если она нам известно у полезного сигнала, а нам всегда полностью известен эталонный сигнал в активной радиолокации. Тогда алгоритм улучшения качества приема будет заключаться в том, чтобы любые сигналы, поступающие с другими фазами, отличающимися от эталонного, подавить с помощью формирования нулей диаграммы направленности адаптивной антенной решетки. В данной статье это рассматривается с помощью средней выходной мощности сигнала. [2]

Основой адаптивных алгоритмов являются весовые коэффициенты, которые система использует для обеспечения требуемой пространственной или частотной фильтрации. В нашем случае будет рассмотрен градиентный алгоритм. Градиентные алгоритмы широко распространены для задач адаптивной подстройки весовых коэффициентов систем с антенной решеткой в силу своей универсальности.

В качестве алгоритма адаптации выбран алгоритм минимума среднеквадратической ошибки (МСКО), достоинством которого является простота и хорошая адаптируемость к изменяющимся внешним условиям. Он не требует измерения корреляционных функций и не содержит инвертированных корреляционных матриц, что позволяет его использовать в активной радиолокации для обработки сигналов в режиме реального времени.[1]

В созданном алгоритме рассматривается антенная решетка с 2 элементами, с помощью которой принимается опорный сигнал с известными параметрами с точностью до фазы и помеховый сигнал, фаза которого изменяется от -90° до 90° .

Принимаемый реальный сигнал состоит из суммы эталонного и помехового сигнала с шумом:

$$X = d(t) + s(t) + N$$

где $s(t)$ – помеховый сигнал, N - шумовая составляющая.

Вектор весовых коэффициентов, с помощью которого строится диаграмма направленности:

$$\vec{W}_{k+1} = \vec{W}_k + \mu e_k \vec{X}_k$$

где μ является шагом адаптации, который может быть как постоянным, так и переменным.

Для более наглядного рассмотрения работы алгоритма принимается, что обработке подвергается последовательность отчетов, а не случайный процесс. Тогда задача сводится к тому, чтобы отыскать такие весовые коэффициенты фильтра, чтобы суммарная квадратичная ошибка сигнала после фильтрации была минимальной:

$$F(w) = e_k^2 = \left[d_k - \sum_{i=0}^{N-1} w_i x_{k-i} \right]^2 \rightarrow \min w_k$$

Исследуем результаты использования адаптивной фильтрации для минимизации ошибки и для построения графика средней мощности сигнала на выходе. Моделирование производится в среде MATLAB.

Результаты моделирования

На графике 1 изображен сигнал ошибки при использовании алгоритма LMS с постоянным шагом адаптации.

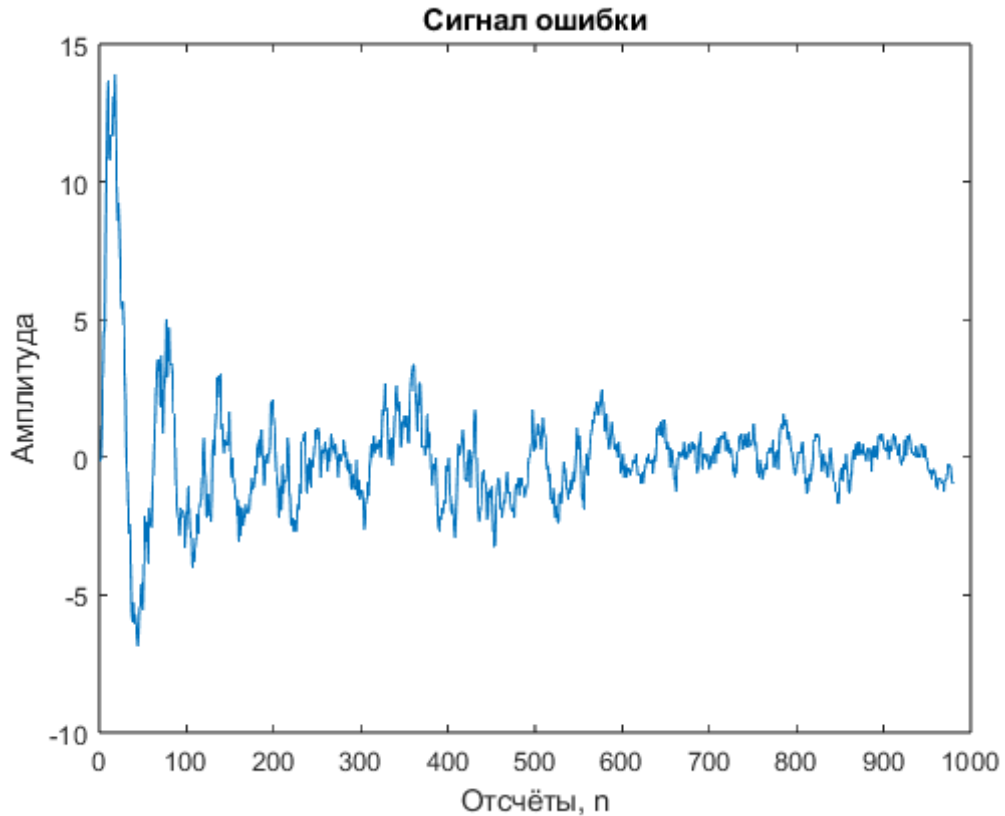


Рис. 13. Сигнал ошибки при использовании алгоритма LMS с постоянным шагом адаптации

На рисунке 2 средняя мощность сигнала на выходе, при фазе опорного сигнала, равной 60° .



Рис. 2. Средняя мощность сигнала на выходе, при фазе опорного сигнала, равной 60°

Уровень средней мощности зависит от угла прихода помехового сигнала, когда помеха близка или равна по фазе к эталонному сигналу, то алгоритм активно подавляет ее мощность, улучшая прием полезного сигнала.

На графике 3 изображена средняя мощность сигнала на выходе, при фазе опорного сигнала, равной 0° . как видно из графика, в угле прихода помеховых сигналов, близких по значению к опорному сигналу, значения мощности.



Рис. 3. Средняя мощность сигнала на выходе, при фазе опорного сигнала, равной 0°

Таким образом, использование адаптивного алгоритма позволяет улучшить прием полезного информационного сигнала при наличии помеховых сигналов, которые нежелательные и полезной информации не несут, устремив к минимуму значения мощности в углах прихода данных сигналов.

Основным достоинством активной радиолокационной системы считают то, что дальность действия ее мало зависит от метеорологических условий и от времени суток. Например, ракеты с такими системами в полете совершенно автономны и позволяют вести атаку с любого направления. Существенным недостатком активной радиолокационной системы самонаведения считается возможность нарушения ее работы различными искусственными помехами: активными. Если не принять специальных мер, то наведению ракеты могут помешать цели, летящие на одном направлении с выбранной. Для улучшения помехозащищенности систем уменьшают ширину диаграммы направленности антенны, применяя различные алгоритмы адаптивной фильтрации, в нашем случае был выбран алгоритм минимума среднеквадратической ошибки (МСКО), который быстро адаптируется в изменяющихся условиях и имеет хорошее быстроедействие.

Список используемых источников:

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Пер. с англ. Под ред. В.А. Лексаченко. М.: Радио и связь, 1986. 446 с.
2. Уиндрои Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989. 440 с.
3. Хансен Р.С, Фазированные антенные решетки, Второе издание,., 2012.
4. Филиппов В.С. Пономарев Л.И. Гринев А.Ю. Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток, 2-е издание, дополненное и переработанное. — Москва: Радио и связь, 1994. — 592 с
5. Воскресенский Д.И. (ред.) Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток. Учебное пособие для вузов. — 4-е издание, переработанное и дополненное. — Москва: Радиотехника, 2012. — 744 с.
6. Колоскин В.А. Потенциальная точность измерения угла при цифровой обработке сигналов в приёмной фазированной антенной решётке. Москва: Московский институт электронной техники, 1974. — 11 с.

Meboniya M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Modeling of adaptive algorithm of spatio-temporal signal processing in active radar systems.

An adaptive algorithm of spatio-temporal signal processing in active radar systems is considered. The system of radar identification ("Friend-foe") is taken as a basis for the automatic allocation of the necessary information signal among the rest of the interference. The antenna array is taken as a basis, where the average output when the angles of arrival of the reference signal with known parameters coincide with the angle of arrival of the interference signal.

Key words: active phased array antenna, average output power, directional pattern, adaptive algorithm of spatio-temporal signal processing, identification system, MATLAB.

УДК 621.396.96
ГРНТИ 47.49.02

КООРДИНАТОМЕТРИЯ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗАМИРАНИЙ

А. Д. Мухина

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

В настоящее время различение сигналов и определение их пространственного положения представляет собой одну из высокоприоритетных задач. Для достижения этой цели применяются разнообразные методы представления сигналов. В статье изучены методы координатометрии, рассмотрены их преимущества и недостатки. В рамках данного исследования была разработана модель в Simulink, которая объединяет алгоритмы сверхразрешения и координатометрии, функционирующие как в каналах с постоянными параметрами, так и в условиях замираний, и проанализированы полученные результаты.

методы координатометрии, методы сверхразрешения, Simulink

Методы координатометрии – важная составляющая современных подходов к определению местоположения цели. При определении местоположения точность определения координат является одной из основных проблем, с которой приходится столкнуться. При этом помехи, шумы, переотражения могут значительно исказить результаты измерений. Таким образом, одной из текущих задач в этой области является поиск эффективных методов устранения помех и шума. Решением проблемы может стать использование методов и алгоритмов, способных корректно обрабатывать сложные сценарии с несколькими лучами и находить оптимальное решение для определения координат источников сигналов.

Под координатометрией будем понимать процесс определения местоположения источников излучения на основе данных, полученных от антенн. В определении направления прихода сигнала могут применяться различные методы координатометрии. Рассмотрим некоторые из них:

1. Триангуляция основана на измерении углов сигнала относительно известных точек. Для этого используется информация с нескольких приемников или антенн, разнесенных на известном расстоянии друг от друга [1]. Достоинства: высокая точность измерений, возможность использовать в сложных условиях (отсутствие прямой видимости), зависит только от угловых данных. Недостатки: необходимо наличие известных точек или объектов для измерения углов, ограниченная максимальная дальность измерения.

2. Временная разность прихода (*Time Difference of Arrival, TDOA*). Достоинства: возможность использовать в пространстве с прямой видимостью, меньшая зависимость от внешних условий. Недостатки: ограниченная максимальная дальность измерения, появление помех и искажений при измерении.

3. Фазовая разность прихода (*Phase Difference of Arrival*, PDOA). Достоинства: возможность измерения больших на большие расстояния, высокая точность, устойчивость к помехам и шумам. Недостатки: точная синхронизация сигнала для измерения фазовых разностей, большая чувствительность приемника для точных измерений.

4. Комбинированный метод использует сочетание двух или более вышеуказанных методов. Преимущества: улучшение точности путем сочетания методов, устойчивость к шумам и помехам, возможность компенсировать ограничения одного метода другим методом. Недостатки: более сложный расчет и обработка данных, наличие нескольких приемникам или источникам сигнала, повышение сложности системы из-за использования нескольких методов.

Каждый из методов имеет свои преимущества и ограничения и их применение зависит от конкретной ситуации и требований к точности определения направления прихода сигнала.

Так, в одном из исследований был предложен метод корреляционной координатометрии источников радиоизлучения, основанный на триангуляционном способе местоопределения [2]. Данный метод позволяет определять координаты источника радиоизлучения в заданном секторе. Основным преимуществом метода является возможность работы в условиях сильных помех и наличия множества источников радиоизлучения. Авторы статьи считают, что корреляционный метод поиска и координатометрии излучающего радиоэлектронного средства в заданном секторе может быть использован в различных областях, включая радиолокацию, радионавигацию и радиоэлектронную борьбу.

В другом исследовании были рассмотрены классические методы обработки координатной информации с применением собственно-структурных алгоритмов [3]. По мнению автора, использование совместно с методами координатометрии методов сверхразрешения позволяет достичь более высокой точности в определении координат источников излучения, чем традиционные методы. Как уже было описано в предыдущих работах [4, 5] использование алгоритмов сверхразрешения позволяет решать задачу приема многолучевого сигнала, а также разрешать близкорасположенные цели. При этом влияние замираний на точность определение углов прихода методами сверхразрешения не столь значительно и позволяет рекомендовать разрабатываемые алгоритмы координатометрии для каналов со случайными параметрами [4, 5].

В данной статье рассматривается метод координатометрии источников излучений на основе методов сверхразрешения и временной задержки. Используются следующие алгоритмы:

- Метод MUSIC (*Multiple Signal Classification*) - метод, основанный на разложении пространственной ковариационной матрицы на собственные векторы и собственные значения.

- Метод Кейпона (Minimum Variance Distortionless Response) - метод, основанный на минимизации дисперсии оценки спектра сигнала.
- Метод Beamscan – самый простой метод формирования луча оценки направления прихода сигнала.

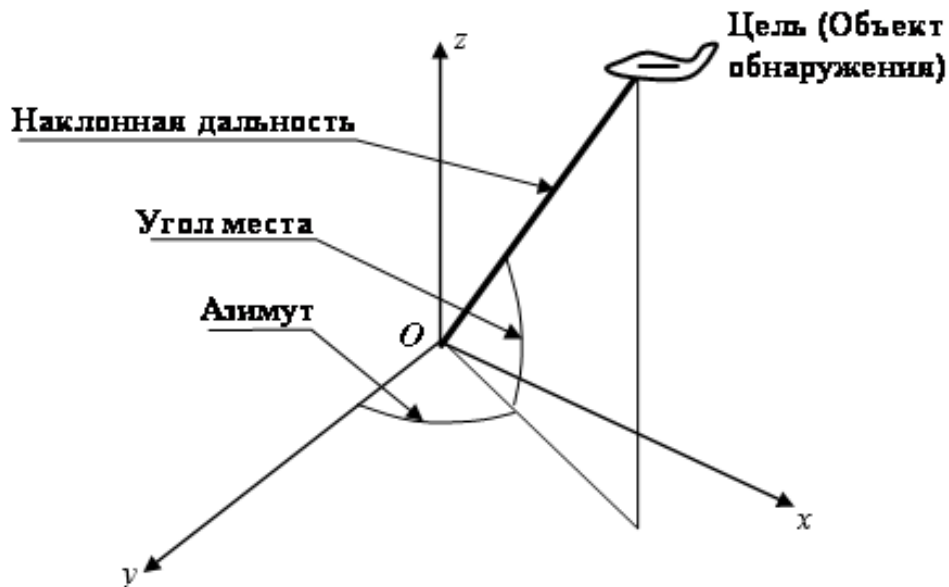


Рис. 1. Теоретические угол места и азимут

Для разработки алгоритма были использованы среды Simulink и MATLAB. Была разработана модель, имитирующая канал, в котором несколько сигналов поступает приёмник. За счет временной задержки, а также способности методов DoA (Direction of Arrival) определять угол места и азимута до цели были высчитаны координаты целей по рис.1. Так как источник сигнала подвижный, была задана траектория движения сигналов. На рис.2 представлены изначальная траектория и местоположения сигналов, определенные каждым из методов сверхразрешения.

Как видно из рис.2 алгоритм Beamscan не справился с задачей различения близкорасположенных целей, тогда как MUSIC и MVDR отобразили оба сигнала.

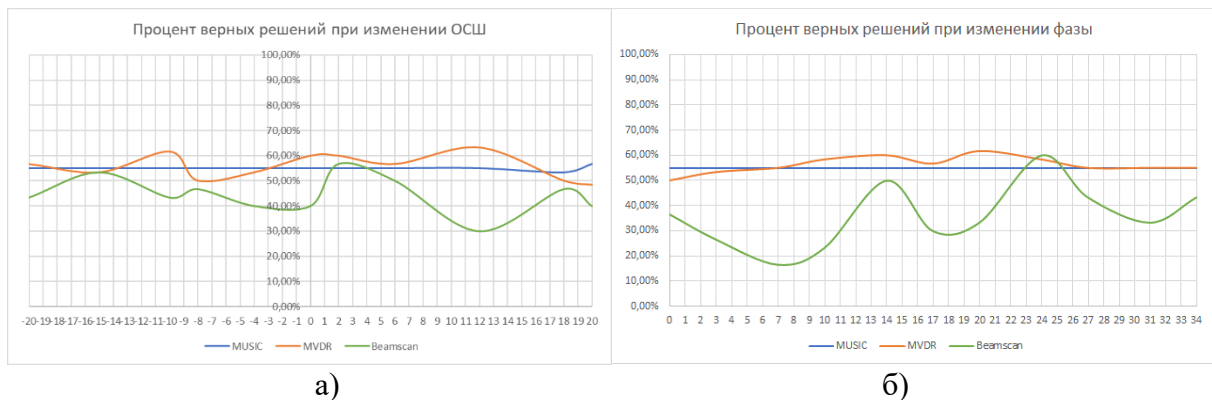
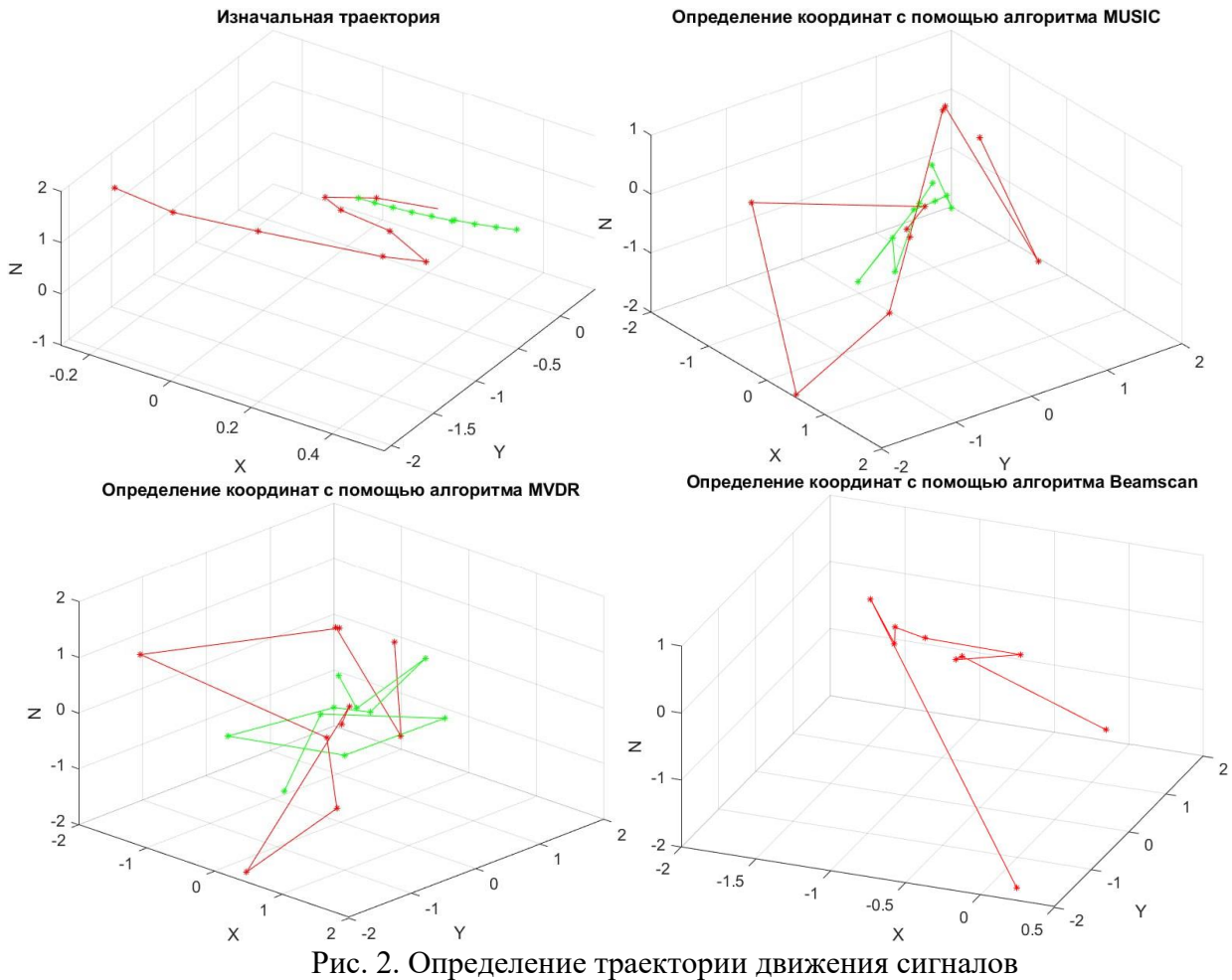


Рис. 3. процент верных решений: а) при изменении отношения сигнал/шум б) при изменении фазы

По итогам экспериментов, при изменении отношения сигнал/шум алгоритм MUSIC проводил оценку координатометрии с наибольшей постоянной точностью – верных определений примерно 55%, при ОСШ -10, 0 – 12 дБ точность алгоритма MVDR выше остальных алгоритмов (рис.3а). В случае, когда в ходе передачи сигнал подвергался фазовым изменениям большей постоянной точностью также обладал алгоритм MUSIC 55% верных определений, но также, как и в первом случае при изменении фазы от 7° до 27° большей точностью обладал метод Кейпона (рис.3б). На основе полученных

результатов при выборе алгоритма, независимо от влияния эффекта многолучевости и значения отношения сигнал/шум, следует выбирать алгоритм MUSIC, если решающей характеристикой является стабильность системы. В противном случае, когда важным параметром является точность, следует отдать предпочтение алгоритму MVDR.

Список используемых источников:

1. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т. – 2011. – 536 с
2. Козирацкий Ю.Л., Паринов М.Л., Мамаджанян Е.А. Корреляционный метод поиска и координатометрии излучающего радиоэлектронного средства в заданном секторе // Журнал СФУ. Техника и технологии. 2016. №8.
3. Хомсков А.Е. Обработка измерительной информации в системах координатометрии радиоэлектронных средств : дис. канд. техн. наук: 05.13.01. - СПб., 2007. - 114 с.
4. Глушанков Е.И., Мухина А.Д. Влияние многолучевости на обнаружение сигналов методами сверхразрешения // Сборник лучших докладов конференции ПКМ-2022. - СПб.: Редакционно-издательский отдел СПбГУТ, 2023. - С. 144-148.
5. Глушанков Е.И., Мухина А.Д. Обнаружение коррелированных сигналов, распространяющихся по многолучевым каналам с релейскими и райсовскими замираниями, методами сверхразрешения // АПИНО 2023. Сборник научных статей. Т. 3. Радиотехнологии связи. Теоретические основы радиоэлектроники и систем связи. Сети связи специального назначения. - СПб.: Редакционно-издательский отдел СПбГУТ, 2023. - С. 172-175.

Mukhina A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Coordination of radiation sources based on super-resolution methods under fading conditions.

Currently, distinguishing signals and determining their spatial position is one of the highest priority tasks. To achieve this goal, various methods of signal representation are used. The article studies the methods of coordination, discusses their advantages and disadvantages. Within the framework of this study, a model was developed in Simulink, which combines super-resolution and coordination algorithms that function both in channels with constant parameters and in fading conditions, and the results obtained were analyzed.

Key words: *coordination methods, super-resolution methods, Simulink.*

2.5. Информационные технологии Арктики

УДК 621.37

ГРНТИ 47.14.17

СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

А. В. Запайщиков, Д. В. Козлов, А. Б. Степанов, К. Е. Тафинцев

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

Данная работа посвящена разработке, созданию и исследованию системы радиосвязи на базе технологии LoRa, включающей в себя два абонентских приёмопередатчика, один ретранслятор радиосигнала и автоматический ультразвуковой датчик расстояния. Проведены испытания данной системы на Онежском полуострове Архангельской области. Максимальное расстояние передачи сообщения при использовании ретранслятора – 4,8 км. Использована мощность излучения в 20 дБмВт на каждом из устройств. Вся система радиосвязи работает на частоте 418 МГц.

приёмопередатчик малой мощности, LoRa, Арктическая зона Российской Федерации, Онежский полуостров, Архангельская область, передача сигналов, ретранслятор, автоматический ультразвуковой датчик расстояния, низкое энергопотребление

Арктическая зона Российской Федерации характеризуется, прежде всего, малой плотностью населения на квадратный километр площади. Одной из наиболее важных проблем в арктических регионах является обеспечение связи. Поэтому актуальной задачей является создание радиотехнических средств связи, способных решить данную проблему.

Цель данной работы заключается в создании системы компактных радиотехнических устройств, обладающих низким энергопотреблением, способных передавать и принимать информацию на необходимые и достаточные для пользователей расстояния в автономном режиме при отсутствии какого либо другого вида связи.

Поставленная цель достигается в рамках следующих задач:

1. Разработка, изготовление и сборка всех необходимых компонентов системы.

2. Проведение необходимых испытаний в рамках Второй Арктической технологической экспедиции СПбГУТ по побережью Белого моря.

На рис. 1 представлена блок-схема системы радиосвязи на базе технологии LoRa.

Абонентские терминалы №1 и №2 являются оконечными устройствами для разработанной системы радиосвязи и предназначены для приёма и передачи информационных сообщений со смартфона.

Ретранслятор необходим для увеличения дальности приёма/передачи сигналов между двумя абонентскими терминалами, так как при передаче

сигналов напрямую с одного терминала на другой максимально возможное расстояние будет меньше.

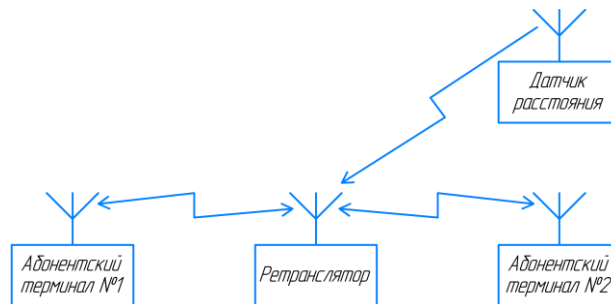


Рис. 1. Блок-схема системы радиосвязи на базе технологии LoRa

В систему радиосвязи добавлен автоматический ультразвуковой датчик расстояния, который передаёт информационные сообщения на абонентский терминал через ретранслятор.

На рис. 2 представлена блок-схема для двух одинаковых приёмопередатчиков, разработанных на базе микроконтроллера Arduino Nano и модуля LoRa.

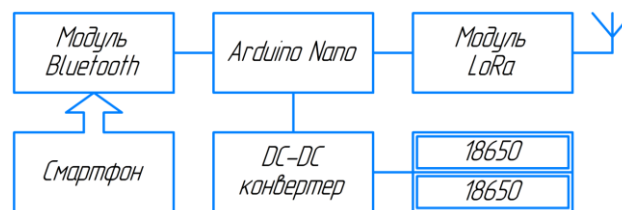


Рис. 2. Блок-схема приёмопередатчика, разработанного на базе микроконтроллера Arduino

Модуль Bluetooth предназначен для приёма данных от источника сообщений (например, смартфона), а также для отправки принимаемых сообщений обратно. Блок Arduino Nano предназначен для обработки принимаемых и отправляемых сообщений от модуля Bluetooth, а также для обработки данных, полученных от внешних датчиков (при их наличии). Блок DC-DC конвертер предназначен для преобразования напряжения питания от аккумуляторов до уровня, необходимого для питания Arduino Nano. Модуль LoRa предназначен для непосредственного осуществления модуляции/демодуляции и передачи/приёма сигнала.

На рис. 3 представлена блок-схема ретранслятора, разработанного на базе микроконтроллера Arduino Uno и модуля LoRa.



Рис. 3. Блок-схема ретранслятора, разработанного на базе микроконтроллера Arduino

Блок Arduino Uno предназначен для корректной переадресации и повторной отправки нужному адресату принимаемых сообщений, полученных от абонентских терминалов или автоматического датчика.

Модуль LoRa предназначен для непосредственного осуществления модуляции/демодуляции и передачи/приёма сигнала.

На рис. 4 представлена блок-схема автоматического ультразвукового датчика расстояния, разработанного на базе микроконтроллера Arduino Uno и модуля LoRa.

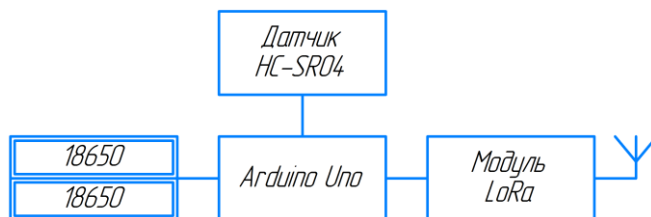


Рис. 4. Блок-схема автоматического ультразвукового датчика расстояния, разработанного на базе микроконтроллера Arduino

Блок Arduino Uno предназначен первичной обработки сообщений с ультразвукового датчика расстояния HC-SR04 и их отправки на модуль LoRa. Модуль LoRa предназначен для непосредственного осуществления модуляции/демодуляции и передачи/приёма сигнала. Блок датчика HC-SR04 предназначен для измерения расстояния до препятствия посредством ультразвуковой волны.

Испытания разработанной системы радиосвязи на базе технологии LoRa были проведены в рамках Второй Арктической технологической экспедиции СПбГУТ по побережью Белого моря. Рабочая частота устройств была выбрана 418 МГц, что обеспечивала согласование с антеннами.

На рис. 5 представлен экран смартфона, который подключен к одному из абонентских терминалов через Bluetooth для приёма/передачи текстовых сообщений.

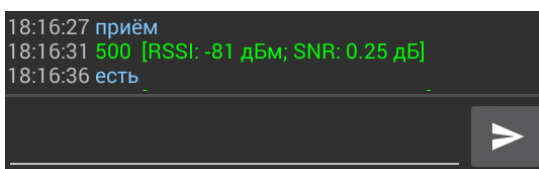


Рис. 5. Терминал на смартфоне, обеспечивающий вывод данных о сообщениях, а также системной информации, такой как RSSI и SNR

Наличие информации о принимаемой мощности сигнала (RSSI, дБм) позволило оценить её потери при распространении в зависимости от дальности расположения приёмопередатчиков друг от друга, а наличие информации об отношении сигнал/шум (SNR, дБ) позволило оценить влияние внешних шумовых излучений на приёмопередатчики.

Исследования были проведены в деревне Летняя Золотица и в деревне Лопшеньга, расположенных на побережье Белого моря.

В Летней Золотице были исследованы только два абонентских терминала, общающихся друг с другом напрямую, без использования ретранслятора. На рис. 6 представлен спутниковый снимок, отражающий полученные результаты. Необходимо отметить, что такие результаты были получены в условиях дождливой погоды.



Рис. 6. Спутниковый снимок д. Летняя Золотица с реально полученными зонами покрытия

Дальность приёма в условиях леса и неровного рельефа составила до 1,2 км, что не является пределом, так как испытания были проведены при использовании только двух абонентских терминалов, общающихся друг с другом напрямую, без использования ретранслятора.

На рис. 7, а) представлен график зависимости мощности, принимаемой на входе абонентского терминала № 2, от расстояния. На рис. 7, б) представлен график зависимости отношения сигнал/шум, рассчитываемого на входе абонентского терминала № 2, от расстояния.

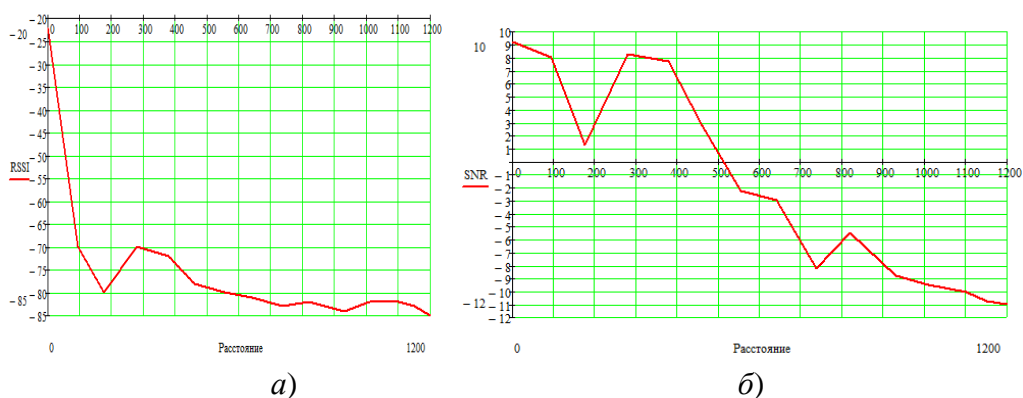


Рис. 7. Графики зависимостей: а) мощности, принимаемой на входе абонентского терминала № 2 (RSSI, дБм), от расстояния, м; б) отношения сигнал/шум, рассчитываемого на входе абонентского терминала № 2 (SNR, дБ), от расстояния, м

В д. Лопшеньга была исследована работа всей системы радиосвязи в целом (с использованием ретранслятора). На рис. 8 представлен спутниковый снимок, отражающий полученные результаты.



Рис. 8. Спутниковый снимок д. Лопшеньга с простой оценкой полученной зоны покрытия

В д. Лопшеньга на берегу был расположен ретранслятор, в зоне покрытия которого работал ещё и автоматический датчик расстояния. На отметке около 1280 метров отношение сигнал/шум стало критически низким, и было принято решение поднять каждый из абонентских терминалов на 2,5 м и 5 м мачты и продолжить дальнейшие исследования уже с ними. Максимальная дальность приёма/передачи в таком случае от ретранслятора до каждого из абонентских терминалов составила 2,4 км. Таким образом, с использованием ретранслятора суммарная дальность составила от 4,8 км до 5,6 км.

На рис. 9, а) представлен график зависимости мощности, принимаемой на входе абонентского терминала № 1, от расстояния. На рис. 9, б) представлен график зависимости отношения сигнал/шум, рассчитываемого на входе абонентского терминала № 1, от расстояния.

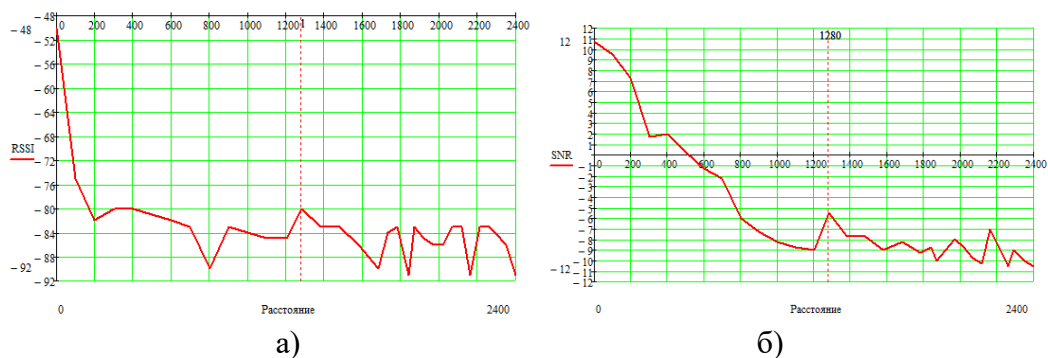


Рис. 9. Графики зависимостей: а) мощности, принимаемой на входе абонентского терминала № 1 (RSSI, дБм), от расстояния, м; б) отношения сигнал/шум, рассчитываемого на входе абонентского терминала № 1 (SNR, дБ), от расстояния, м

В результате использование в системе радиосвязи ретранслятора позволило значительно увеличить радиус покрытия местности данной сетью, организованной на базе технологии LoRa.

Список используемых источников:

1. Козлов Д.В., Степанов А.Б., Владыко А.Г. Разработка и тестирование макета узла SD-IoV на основе приемопередатчика LoRa и микроконтроллера STM32F103. СПбНТОРЭС: труды ежегодной НТК. 2020. № 1 (75). С. 83-84.
2. Владимиров С.С., Владыко А.Г., Караваев Д.А., Помогалова А.В., Степанов А.Б.

Испытательный стенд для исследования сети SD-IoV с технологией LoRa. В сборнике: Модернизация информационной инфраструктуры для сетей 5G/IMT 2020 и для других перспективных технологий в интересах трансформации регионов РОСИНФОКОМ-2019. Сборник научных статей. 2019. С. 21-30.

3. Vladimirov S. S., Karavaev D. A., Stepanov A. B., Yurchenko M. A. and Vladyko A. G., "An Application of LoRa Technology for SD-IoV Network," 2019 11th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICUMT48472.2019.8970938.

Zapayshchikov A., Kozlov D., Stepanov A., Tafintsev K.

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

Radio communication system based on lora technology for the arctic regions.

This work is devoted to the development, creation and research of a radio communication system based on LoRa technology, which includes two subscriber transceivers, one radio signal repeater and an automatic ultrasonic distance sensor. Tests of this system were carried out on the Onega Peninsula of the Arkhangelsk region. The maximum message transmission distance when using a repeater is 4.8 km. The radiation power of 20 dBmW was used on each of the devices. The entire radio communication system operates at a frequency of 418 MHz.

Key words: *low-power transceiver, LoRa, Arctic zone of the Russian Federation, Onega Peninsula, Arkhangelsk region, signal transmission, repeater, automatic ultrasonic distance sensor, low power consumption.*

УДК 004.77
ГРНТИ 49.38.99

РАЗРАБОТКА АГЕНТА СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА МЕТЕОДАНЫХ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРИФЕРИЙНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

О. В. Лукина, С. Г. Некрасов, Р. И. Пупцев

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

В работе рассматривается способ получения метеоданных с применением периферийного Интернета Вещей и технологии Long Range. Прототип состоит из агентов по сбору метеопараметров и базовых станций для передачи данных в центры обработки данных для развертывания самоорганизующейся системы в условиях Арктического региона.

LoRa, метеоданные, микроконтроллер, периферийный интернет вещей

Введение

На сегодняшний день сбор метеопараметров является важной задачей и используется во многих отраслях таких как: прогнозирование погоды, энергетика, агробизнес, туризм и отдых. Для этого необходимо разработать устройство, называемое агентом, которое будет в реальном времени собирать метеоданные. Оно должно обладать самодостаточностью и не требовать частого обслуживания в течении длительного времени. Работать в непригодных погодных условиях, таких как дождь и холод. Передавать данные на относительно большие расстояния. После этого следует создать систему для сбора хранения и анализа получаемых данных. В рамках работы будет проанализирован прототип агента, разработанный Карпычевым М.А., предложены уточненные требования к агенту и системе в целом, а также проведена работа по модернизации прототипа системы по сбору метеоданных.

Актуальность

Предсказание природных условий требует большого количества данных и их обработки. Современные технологии и развитие компьютерных сетей дают возможность создать многоагентную сеть, позволяющую использовать большое количество агентов, установленных в разных местах, что значительно увеличивает точность и своевременность прогнозов. Каждый агент самостоятельно собирает данные и передает на сервер. Такой подход позволяет создать эффективную систему, способную реагировать на изменения в окружающей среде. Дополнительным преимуществом агента является возможность дооснащения его другими датчиками. В случае появления новых видов природных условий или изменения подхода к их прогнозированию, можно легко модифицировать и обновить агента путем

добавления новых датчиков или улучшения существующих. Это значительно снижает затраты на обновление системы и позволяет использовать самые последние технологии в данной области. Кроме того, агенты могут решить проблему удаленных районов, где традиционные методы сбора данных могут быть затруднены или невозможны.

В статье Д.К. Туноголовца [1] используется похожая модель для сбора метеоинформации, но обладает рядом ограничений не позволяющих применить ее в данной области. В другой научной работе [2] рассматривается LORA как средство передачи данных на частоте 433 МГц, а не как комплексная система с базовой станцией.

Требования

Для решения поставленной задачи был сформирован следующий список требований, с учетом климатических условий Арктики:

- Степень защиты от внешних воздействий IP 54, 5 - защита от пыли (частично), 4 - защита от распыления воды.
- Беспроводная передача данных дальнего радиуса действия по радиоканалу на расстояние не менее 2 км.
- Автономная работа не менее 6 месяцев.
- Возможность масштабировать систему и подключать новых агентов.
- Система должна иметь инструменты самодиагностики радиоканала.
- Адресация. Для возможности обслуживания нескольких клиентов одной базовой станцией.
- Морозоустойчивость.

Основная часть

Перейдем к построению прототипа заданной системы, в нем реализованы 2 сущности: агент и базовая станция. Для выбора топологии сети рассмотрим типовую сценарий установки. Базовая станция устанавливается в месте, где имеется постоянный источник питания и выход к сети Интернет. Исходя из условий местоположения, обеспечивается легкодоступность базовой станции для эксплуатации. Агенты устанавливаются в местах наблюдения и в идеальном случае не требуют дополнительного обслуживания на месте до окончания срока проведения замера. Для такой постановки задачи подходит топология типа "звезда". Каждый агент системы будет передавать в симплексном режиме данные на базовую станцию. Выход из строя одного агента не приведет к выходу из строя всей системы. Выход из строя базовой станции приведет к выходу из строя всей системы, однако ввиду ее легкодоступности, имеется возможность произвести ее оперативный ремонт. Однако, требуется минимизировать время реакции на инцидент. Для достижения этой цели в код программного обеспечения базовой станции добавляется функция мониторинга доступности базовой станции. Мониторинг реализован в виде приложения-демона, которое обменивается служебными сообщениями о состоянии базовой станции и агентов с удаленным сервером,

что позволяет оперативно принимать решения о состоянии на сети. Также доработан обработчик сообщений базовой станции, который может производить самодиагностику доступности источника сообщений и сервера обработки информации. При недоступности вышеупомянутых узлов, оператор базовой станции сразу же получит уведомление об этом по локальным каналам связи, в случае недоступности удаленного сервера или же посредством сети Интернет в остальных случаях. Также добавлен резервный источник хранения данных на самой базовой станции. При недоступности сервера обработки данных, базовая станция автоматически начинает запись в базу данных. При восстановлении соединения с сервером, базовая станция передает накопленные данные на сервер.

Рассмотрим подробнее компоненты системы. Базовая станция, показанная на рисунке 1, состоит из трех частей: микроконтроллера, модуля LoRa и микрокомпьютера. Алгоритм работы: модуль LoRa принимает сообщение от другого устройства LoRa, микроконтроллер разбирает полученное сообщение и сравнивает его содержимое с паттерном ожидаемого сообщения. Если сообщение совпадает с паттерном, то микроконтроллер транслирует сообщение через USB-COM порт на микрокомпьютер, который в свою очередь разбирает сообщение из LoRa-сети и формирует запрос на REST API удаленного сервера, который передается посредством закрытого VPN-туннеля через сеть Интернет. После попадания на удаленный сервер, данные записываются в хранилище, откуда попадают на обработку нейросетями.

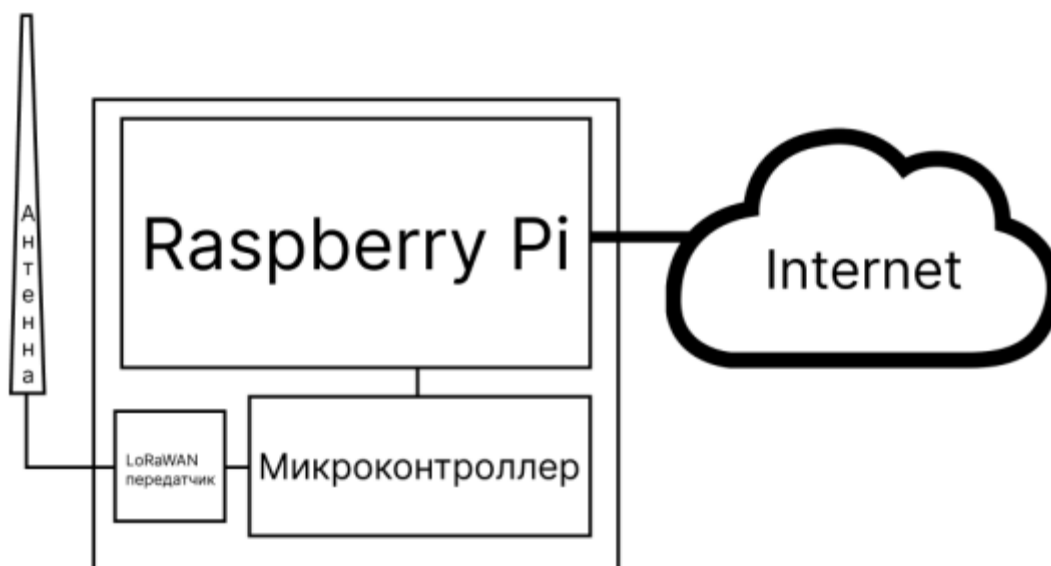


Рис. 1. Схема базовой станции

Агент, представленный на рисунке 2, состоит из трех частей: микроконтроллера, модуля LoRa и набора датчиков. Микроконтроллер опрашивает подключенные датчики с заданным периодом, затем формирует полезную нагрузку для передаваемого сообщения, потом отправляет данные

на модуль LoRa, который в свою очередь отправляет сообщение базовой станции по радиоканалу.

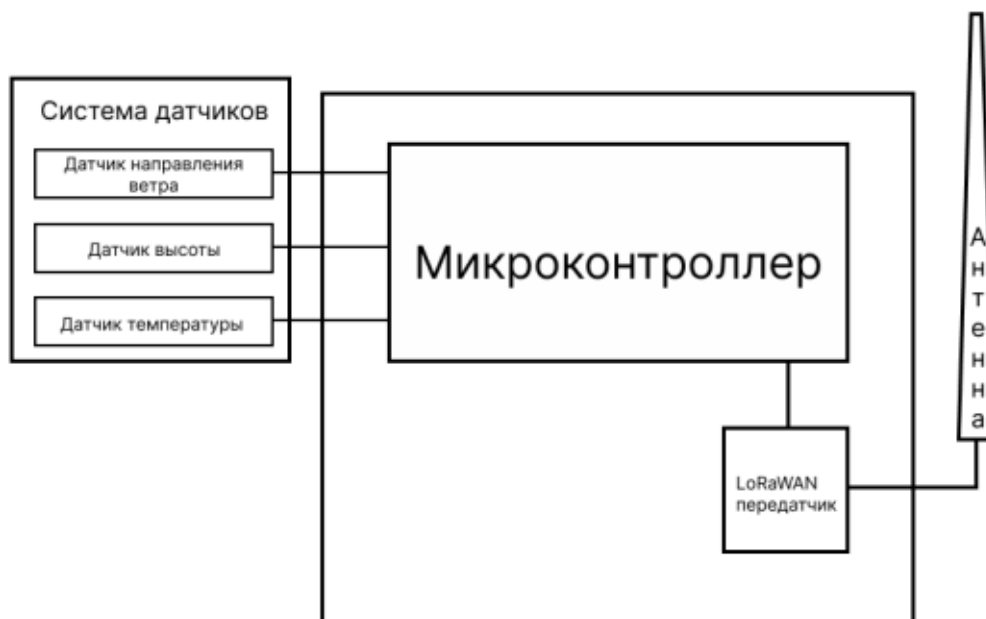


Рис. 2. Схема агента системы

Заключение

Разработан прототип многоагентной и самоорганизующейся сети для сбора метеоданных и прогнозирования природных явлений. Она обладает способностью автоматизированной работы и гибкостью в модификации системы, что делает ее привлекательной для использования в различных регионах с суровыми условиями климата. В дальнейшем необходимо проверить: работоспособность системы в реальных условиях, радиус действия, время работы аккумулятора.

Список используемых источников:

1. Туноголовец Д. К. Оценка применимости технологий LORAWAN для организации резервного канала связи для метеобеспечения аэродромов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. N 5. С. 25-31.
2. Гришин А. П., Гришин А. А., Гришин В. А. Программное обеспечение модуля передачи данных для цифровых технологий сельхозпроизводства // Агротехника и энергообеспечение. 2018. N 4. С. 121-127.
3. Пупцев Р.И. Разработка программно-аппаратного комплекса для применения в области прогнозирования лавинной опасности // Материалы V Байкальской международной научной конференции - стратегической сессии. 2023. С. 183-191
4. Пупцев Р.И. Разработка системы автоматизированного составления прогноза лавинной опасности, с применением современных ИКТ и аппарата нейрокогнитивных архитектур // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022 Т. 4. N 5. С. 244-254

Lukina O., Nekrasov S., Puptsev R.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a system agent for automated collection of meteorological data in arctic regions using internet of things peripheral technologies.

The paper discusses a method of obtaining meteorological data using the Internet of Things (IoT) peripheral and LoRa technology. The prototype consists of agents for collecting weather parameters and base stations for transmitting data to data centers for the deployment of a self-organizing system in Arctic conditions.

Key words: LoRa, Weather data, Microcontroller, Internet of Things (IoT).

УДК 004.032.26
ГРНТИ 28.23.37

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Н. С. Фисечко, Д. А. Хименкова, И. Н. Чернов

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

Традиционные способы обнаружения предаварийных ситуаций основаны на датчиках или сенсорах. Применение таких датчиков не всегда дает информацию о точном месте обнаружения нештатной ситуации и часто требует большое количество времени на срабатывание.

Решение данной проблемы возможно на основе применения системы обнаружения, основанной на нейронных сверточных сетях. Залог успешного использования нейронных сетей заключается в правильном процессе обучения и составлении набора обучающих данных.

распознавание объектов, сверточная нейронная сеть, YOLOv3, Python, dataset

На сегодняшний день большую популярность и распространение получили сверточные нейронные сети (CNN). Они прекрасно себя проявили в области компьютерного зрения, как методы детектирования и распознавания объектов на изображениях или в видеопотоке. Использование CNN на промышленных объектах для обнаружения внештатных ситуаций повышает уровень обеспечения безопасности. Также использование сверточных нейронных сетей для сложных исследуемых объектов выгоднее применения датчиков и сенсоров. Одним из современных детекторов выступает сверточная нейронная сеть YOLO (You Only Look Once - Ты Смотришь Только Один Раз), архитектура которой приведена на рис. 1. [1]

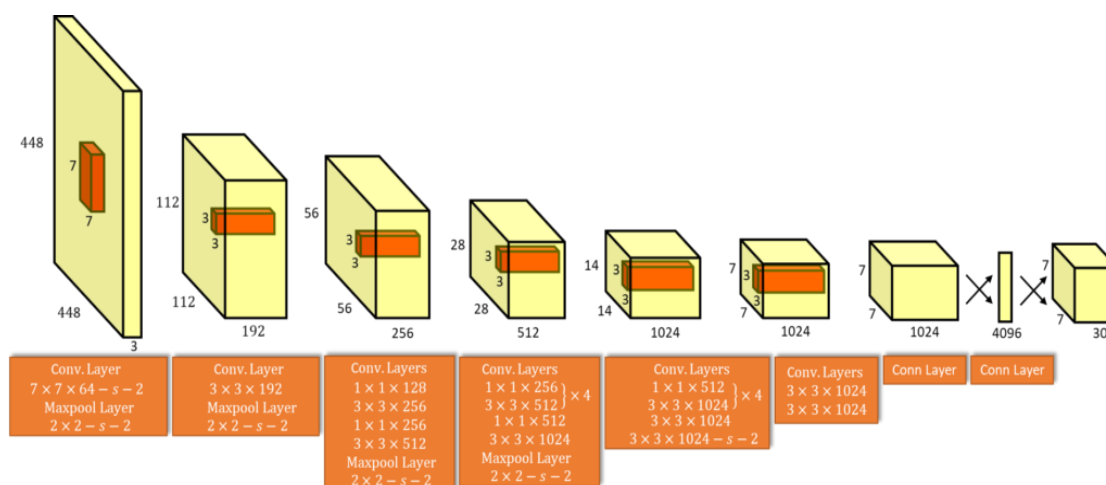


Рис. 1. Архитектура YOLO

Любое обучение нейронной сети начинается с подготовки данных для обучения и валидации. Нейронные сети, независимо от их размера и сложности, являются очень требовательными к объему и разнообразию обучающих данных, которые часто называются «*dataset*». Для получения максимально качественного результата необходимо соблюдать ключевые моменты подготовки набора данных.

1. Разнообразии данных.

Набор изображений для *dataset* должен быть как можно более разнообразным. Добиться вариативности набора данных можно путем использования фотографий, полученных со всех возможных углов съемки, при высокой и низкой освещенности, в разных локациях. Использование различных камер при прочих равных условиях также позволит обогатить набор обучающих данных. Корректное применение вышеперечисленных особенностей формирования *dataset* позволяет увеличить процент распознавания исследуемых объектов после обучения. На рис. 2 приведены результаты распознавания при разных объемах обучающей выборки.

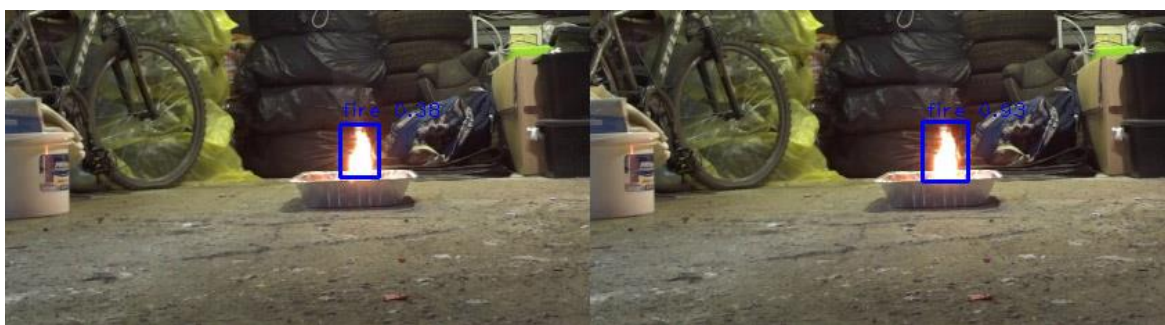


Рис. 2. Результат работы при объеме обучающей выборки 16000 и 32000

2. Положение объекта относительно центра изображения.

Для максимального результата работы необходимо, чтобы в обучающем наборе данных исследуемый объект находился в различном положении относительно центра изображения, таким образом область распознавания будет увеличена. Чаще всего в наборе данных используется изображения с объектом, находящимся по центру, что ведет к запоминанию конкретного месторасположения и в дальнейшем полному отсутствию распознавая в других частях изображения.

3. Разметка *dataset*.

Важным фактором качественного обучения является разметка изображений выборки обучения и валидации. Следует максимально точно выполнить аннотацию объектов, не допуская попадания в область исследуемого объекта факторов, мешающих обучению. Также немаловажным моментом аннотации является выделение всех подобластей исследуемого объекта, если таковые имеются. Чем точнее будет выделен исследуемый объект, тем больше процент распознавания будет после обучения. На рис. 3

приведены примеры правильной и неправильной разметки исследуемого объекта. [3]



Рис. 3. Правильная и неправильная разметка изображения

Существует еще один, более точный, способ локализации исследуемых объектов, суть которого заключается в выделении сложного контура. Это позволяет исключить из выделенной области участки, не относящиеся к исследуемому объекту. Пример такого выделения представлен на рис. 4. В рамках этой работы данный способ не используется. [2]



Рис. 4. Выделение контура

4. Количество классов обучения.

При обучении сверточной нейронной сети на несколько классов необходимо соблюдать равное количество примеров по каждому из них, таким образом обнаружение всех объектов будет одинаково точным. Для получения лучшего результата работы не следует использовать большое количество классов, так как это перегружает *dataset* и ведет к переобучению сети.

5. Формат входных данных.

Весь набор данных: обучающий и валидационный необходимо преобразовать в формат, соответствующий входным слоям сверточной нейронной сети. В случае с *YOLOv3* все входные изображения при обучении должны иметь размер кратный 32x32, данный параметр указывается в начале обучения в файле конфигурации, приведенном на рис. 5. [3]

```
1 [net]
2 # Training
3 batch=64
4 subdivisions=16
5 width=416
6 height=416
7 channels=3
8 momentum=0.949
9 decay=0.0005
10 angle=0
11 saturation = 1.5
12 exposure = 1.5
13 hue=.1
14
15 learning_rate=0.001
16 burn_in=1000
17 max_batches = 16000
18 policy=steps
19 steps=12800,14400
20 scales=.1,.1
```

Рис. 5. Файл конфигурации

6. Использование собственного *dataset*.

Для анализа или прогнозирования, не углубляясь в *Deep Learning* – совокупность методов машинного обучения (с учителем, с частичным привлечением учителя, без учителя, с подкреплением), основанных на обучении представлениям, а не специализированных алгоритмах под конкретные задачи, можно использовать открытые *dataset* общего назначения, но для обучения на конкретные задачи обнаружения объектов необходимо создавать собственный набор данных. [4] Для получения максимального результата требуется учитывать все факторы дальнейшего использования обученной нейронной сети такие как: тип входных данных, место их получения.

При выполнении всех вышеперечисленных условий для подготовки к обучению сверточной нейронной сети на примере *YOLOv3* можно добиться максимального процента точности обнаружения исследуемого объекта. На рис. 6 приведены результаты работы до и после применения всех условий обучения.



Рис. 6. Результат работы до и после применения правильных условий обучения

Таким образом, рассмотрены основные методы правильного обучения сверточной нейронной сети для повышения результата обнаружения объекта. Приведены экспериментальные данные использования вышеуказанных факторов при обнаружении внештатной ситуации – огня.

Список используемых источников:

1. #OD1 YOLO Object Detection // Hacker URL: <https://datahacker.rs/how-to-peform-yolo-object-detection-using-keras/> (дата обращения: 11.11.2023).
2. Instance Segmentation // Ultralytics URL: <https://docs.ultralytics.com/tasks/segment/> (дата обращения: 11.11.2023).
3. AlexeyAB / darknet // GitHub URL: <https://github.com/AlexeyAB/darknet> (дата обращения: 11.11.2023).
4. Рой Дэвис, Мэтью Тёрк Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития. - М.: ДМК Пресс, 2022. - 690 с.

Fisechko N., Khimenkova D., Chernov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Using neural networks to detect pre-emergency situations at industrial facilities. Traditional methods of pre-emergency detection are based on sensors or detectors. Application of such sensors does not always give information about the exact place of detection of abnormal situation and often requires a large amount of time for triggering. This problem can be solved by applying a detection system based on neural convolutional networks. The key to the successful use of neural networks lies in the proper training process and the composition of the training data set.

Key words: object recognition, convolutional neural network, YOLOv3, Python, dataset.

2.6. Экология формирования информационного пространства

УДК 504.07
ГРНТИ 87.25.33

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПО ЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТАМ НА ПРИМЕРЕ АВТОДОРОГИ А120 (БОЛЬШИЕ КОЛПАНЫ – УЛЬЯНОВКА)

А. А. Рубина

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

Были проведены инженерно-экологические изыскания по объекту Автодорога А120 (Большие Колпаны – Ульяновка) в целях дальнейшей реконструкции объекта. Были отобраны пробы почвы (грунта) на химический, санитарно-бактериологический и санитарно-паразитологический, токсикологический и агрохимический анализы. Отобраны пробы поверхностной и грунтовой воды на химический анализ. Проведено обследование территории, что позволило дать полную оценку исследуемой территории.

инженерно-экологические изыскания, линейный объект

Основной целью работы является проведение инженерно-экологических изысканий по объекту: автодорога А120 (Большие Колпаны – Ульяновка).

Объектом проведенных инженерно-экологических изысканий является линейный объект – автомобильная дорога общего пользования федерального значения, проходящая по территории Гатчинского и Тосненского районов Ленинградской области. Видом градостроительной деятельности является реконструкция.

Объект принадлежит к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность. Объект не относится к особо опасным и технически сложным объектам, к опасным производственным объектам.

Территория изысканий расположена на Лужско-Оредежской возвышенности в пределах Северо-Запада Русской платформы, в области южного склона Балтийского щита. Для территории района характерен полого-холмистый равнинный рельеф.

На участке изысканий расположено 5 рек (р. Саблинка, р. Винокурка, р. Полисарка, р. Хенная, р. М. Замостье) и 1 ручей без названия. В соответствии с информацией, предоставленной Федеральным агентством по рыболовству, реки на участке работ относятся к следующим рыбохозяйственным категориям:

- р. Саблинка – первая категория;
- р. Винокурка – первая категория;
- р. Полисарка (Корбинка) – первая категория;
- р. Хенная – первая категория;
- р. Малое Замостье – высшая категория.

Зоны ограничений представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Зоны ограничений участка изысканий в соответствии с Водным Кодексом РФ

Водоток	Длины рек, км	Ширина ВЗ, м	Ширина ПЗП, м	Ширина БП, м
р. Саблинка	22	100	50	20
р. Винокурка	25	100	50	20
руч. Полисарка	15	100	50	20
р. Хенная	10	100	50	5
р. Малое Замостье	11	100	50	20
р. Пижма	10	100	50	20
Ручей без названия	3	50	50	5

На участке изысканий естественный покров распространён неравномерно и нарушен в местах пересечения с инженерными сооружениями (в том числе автомобильная дорога). Присутствует механическая деформация. Сведения о срезке плодородного слоя и хранения его отсутствуют.

На участке изысканий было заложено 8 почвенных разрезов, из каждого генетического горизонта были отобраны почвы для проведения лабораторного анализа по агрохимическим показателям.

Химическое загрязнение почвы (грунта). Для проведения лабораторного анализа было отобрано: 170 проб с поверхности (0,0-0,2 м), 117 проб с глубины 0,2-1,0 м по химическим показателям: рН солевой, тяжелые металлы и металлоиды (Hg, Pb, As, Cd, Zn, Ni, Cu), нефтепродукты, бенз(а)пирен.

Также, в связи с тем, что на участке изысканий расположены водозаборные скважины и пояса ЗСО, в их границах было отобрано 3 пробы почвы для проведения химического анализа по расширенному перечню показателей: аммонийный азот, нитратный азот, нитритный азот, хлориды, сера, фосфор, цианиды, АПАВ, фенолы летучие, ДДТ, ДДЭ, ДДД, α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ПХБ (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

Типы почвы (грунта) на участке изысканий: супесь и суглинок.

По результатам лабораторных исследований проб почвы (грунта) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1], установлены превышения над допустимыми уровнями по содержанию бенз(а)пирена в 45 пробах с поверхности (глубина 0,0-0,2 м) из 287. Кратность превышения составила от 1,01 до 1,60 ПДК. Превышения обнаружены в 16% отобранных проб.

По результатам лабораторных исследований проб почвы (грунта) на содержание химических показателей пробы почвы относятся к следующим категориям загрязнения: 44 пробы, все отобраны с поверхности (0,0-0,2 м) относятся к «Допустимой» категории загрязнения; все остальные пробы почвы, отобранные с поверхности (0,0-0,2 м) и с глубины (0,2-1,0 м) относятся к «Чистой» категории загрязнения.

По результатам расчета суммарного показателя загрязнения Zс 158 проб почвы (грунта) относятся «Допустимой» категории загрязнения. Для всех

остальных проб почвы (грунта) показатель Z_c не рассчитывался ввиду отсутствия превышений концентраций загрязняющих веществ над фоновыми.

По содержанию нефтепродуктов в соответствии с действующими нормативными документами [2] все пробы почвы (грунта) относятся к 1 уровню «Допустимый».

Биологическое загрязнение почвы (грунта). Для проведения лабораторного анализа по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям было отобрано 10 сводных проб, составленных из 10 точечных проб почвы (грунта).

Категория загрязнения проб почвы (грунта) обследованного участка по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1] – «Чистая».

Агрохимическое загрязнение почвы (грунта).

Для оценки агрохимических свойств почв в границах участка изысканий было отобрано 23 пробы почвы (грунта) из 8 шурфов.

Исходя из проведенного агрохимического анализа можно сделать следующие выводы:

Плодородный слой почвы серогумусовой стратифицированной глееватой, подзолисто-глеевой серогумусовой, подзолистой-глеевой перегнойной легкосуглинистой, подзолисто-глеевой серогумусовой не отвечает требованиям нормативных документов [3, 4] по массовой доле частиц менее 0,01, по массовой доле частиц более 3 мм, по уровню рН водного и рН солевого, по содержанию гумуса, по содержанию подвижного Al, также, для данных типов почвы были выделены зоны с превышениями допустимых уровней по бенз(а)пирену, следовательно, плодородный слой данных типов почв снятию и сохранению не подлежит.

Дерново-подзолы иллювиально-железистые почвы и дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы участка работ соответствуют требованиям по содержанию гумуса, по уровню рН водного и рН солевого, по массовой доле частиц менее 0,01, по массовой доле частиц более 3 мм, по содержанию подвижного Al, почвы не загрязнены химическими элементами и тяжелыми металлами (по результатам проведенных лабораторных исследований) следовательно:

- дерново-подзол иллювиально-железистые почвы подлежат снятию и сохранению на глубину 27 см.
- дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы подлежат снятию и сохранению на глубину 25 см.

Токсикологическое загрязнение почвы (грунта). Для проведения анализа биотестирование было отобрано 77 проб почвы (грунта) – не оказали вредное воздействие на тест-объекты (гидробионты), в связи с чем пробы почвы (грунта) можно отнести к V классу опасности для окружающей среды, что соответствует категории практически неопасных отходов в соответствии [5].

Поверхностная вода. Пробы были проанализированы по показателям: взвешенные вещества, температура, запах при 20°C, запах при 60°C,

цветность, мутность, растворенный кислород, сероводород, рН, общая жесткость, сухой остаток, сульфат-ион, хлорид-ион, гидрокарбонат-ион, БПК₅, ХПК, перманганатная окисляемость, СПАВ, нефтепродукты, фенолы, аммиак и аммоний-ион, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, марганец, мышьяк, медь, свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель, хром, кальций, магний, натрий, калий, фторид-ион.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1] по результатам исследований в пробах поверхностной воды были установлены превышения над допустимыми уровнями по показателям: ХПК, железо общее.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [6] обнаружены превышения по показателям: железо.

Полученные превышения ПДК обусловлены природными причинами и являются особенностями фона.

Грунтовая вода. Для проведения химического анализа было отобрано 4 пробы грунтовой воды из геологических скважин:

Лабораторный химический анализ был проведен по показателям: запах, цветность, мутность, рН, общая жесткость, сухой остаток, БПК₅, ХПК, перманганатная окисляемость, аммонийный азот, нитриты, нитраты, фосфаты, сульфаты, хлориды, СПАВ, железо общее, марганец, медь, свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель, мышьяк, сероводород, фенолы, нефтепродукты.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1] по результатам исследований в пробе подземной воды были установлены превышение над допустимыми уровнями: железа общего, БПК₅, марганца, фенолов, нефтепродуктов.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [7] подземные воды характеризуют экологическую ситуацию как относительно удовлетворительную.

По результатам расчета защищенности подземных вод по методу В. М. Гольдберга, исследуемые подземные воды относятся к незащищенным подземным водам (2 балла, категория I).

Полученные результаты проведенных инженерно-экологических изысканий, успешно прошли экспертизу проектной документации и результатов инженерных изысканий.

Список использованных источников:

1. Санитарные правила и нормы 1.2.3685-21 от 28.01.2021 г. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // СПС КонсультантПлюс.

2. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель от 15.02.1995 г. // СПС КонсультантПлюс.

3. ГОСТ 17.5.3.05-84 от 01.01.1985 г. «Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию» // СПС КонсультантПлюс.

4. ГОСТ 17.5.1.03-86 от 01.01.1988 г. «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» // СПС КонсультантПлюс.

5. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. // СПС КонсультантПлюс.

6. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации №552 от 13.12.2016 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // СПС КонсультантПлюс.

7. Свод правил 502.1325800.2021 от 17.01.2022 г. «Инженерно-экологические изыскания для строительства» // СПС КонсультантПлюс.

8. Стурман, В. И. Экологическое картографирование: Учебное пособие / В. И. Стурман. – Москва: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

9. Стурман В.И. Проблемы инженерных изысканий на объектах размещения твердых коммунальных и промышленных отходов при прохождении государственной экологической экспертизы // Инженерные изыскания № 1-2, 2021. С. 42-53.

10. Шишов Л.Л. и др. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004.

11. Официальный сайт информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ») – URL: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения: 10.06.2023).

12. Администрация Гатчинского муниципального района Ленинградской области – URL: <http://radm.gtn.ru/raion/> (дата обращения: 10.06.2023)

13. Администрация Тосненского муниципального района Ленинградской области – URL: <http://tosno-online.com/> (дата обращения: 10.06.2023).

14. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области – URL: <https://petrostat.gks.ru/> (дата обращения: 10.06.2023).

Rubina A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Features of engineering and environmental surveys for linear objects using the example of the A120 highway (Bolshie Kolpany - Ulyanovka).

Engineering and environmental surveys were carried out on the A120 Highway (Bolshie Kolpany - Ulyanovka) facility for the purpose of further reconstruction of the facility. Soil samples were taken for chemical, sanitary-bacteriological and sanitary-parasitological, toxicological and agrochemical analyses. Samples of surface and ground water were taken for chemical analysis. A survey of the territory was carried out, which made it possible to give a full assessment of the study area.

Key words: *engineering and environmental surveys, linear object.*

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

3.1. Безопасность компьютерных систем и сетей связи

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗАКРЫТОГО КОНТУРА ЛВС ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ПРОГРАММНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА

А. М. Зверев

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»

Основная идея при создании высоких технологий была автоматизация процессов и задач на решение которых для человека требовалось бы большое количество времени. В перечень этих задач входили, расчеты (математические, финансовые), учеты (бухгалтерские), проведение аналитики данных (сбор информации и последующая её обработка) и т.д.

SNS LSP, ООО Код Безопасности, Индустрия 4.0, Распределенные информационные системы

Для удовлетворения требованиям последнего пункта были придуманы различные методики построения безопасной инфраструктуры, а для того чтобы оценить степень защищенности или найти слабые места в инфраструктуре компании были придуманы такие мероприятия как Vulnerability Assessment и Penetration Testing.

Vulnerability Assessment (оценка уязвимостей) - это процесс идентификации, анализа и оценки уязвимостей в системе, сети или приложении. Целью такого анализа является выявление слабых мест в системе, которые могут быть использованы злоумышленниками для проведения кибератак. В результате Vulnerability Assessment создается отчет с рекомендациями по устранению обнаруженных уязвимостей и повышению безопасности системы.

Penetration Testing (тестирование на проникновение) - это процесс попыток взлома системы, сети или приложения, используя техники и методы, которые могут использоваться злоумышленниками. Целью такого тестирования является проверка уровня защиты системы от реальных кибератак, а также выявление слабых мест и уязвимостей, которые могут быть использованы злоумышленниками. В результате проведения данных мероприятий создается отчет с рекомендациями по устранению обнаруженных уязвимостей и повышению безопасности системы.

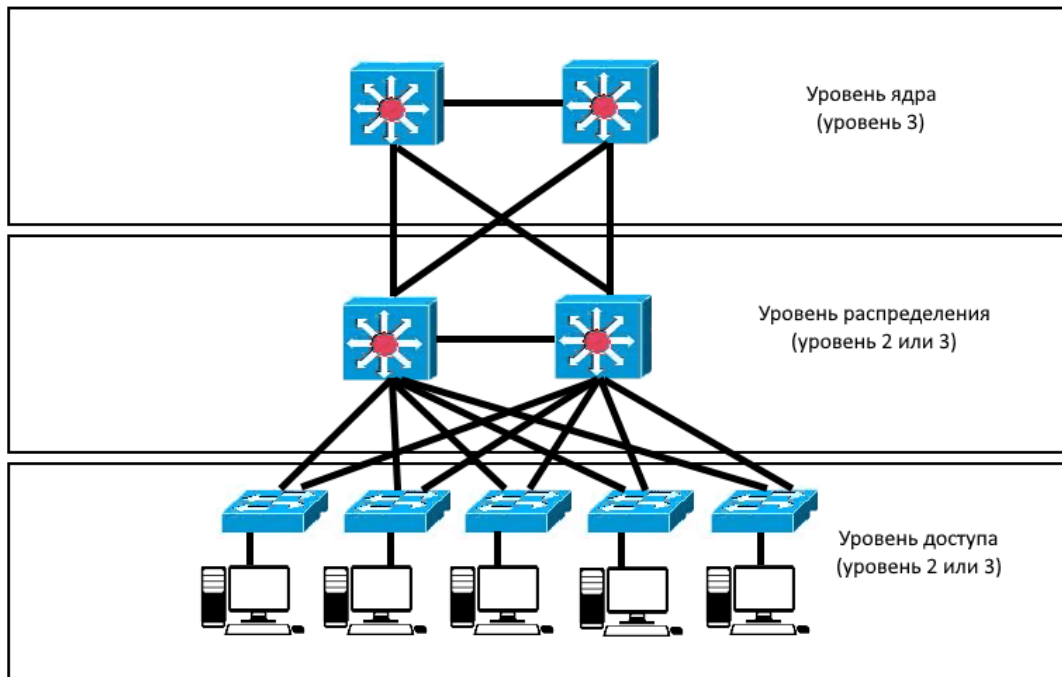


Рис. 1. Стандартная 3х уровневая модель построения сети передачи данных

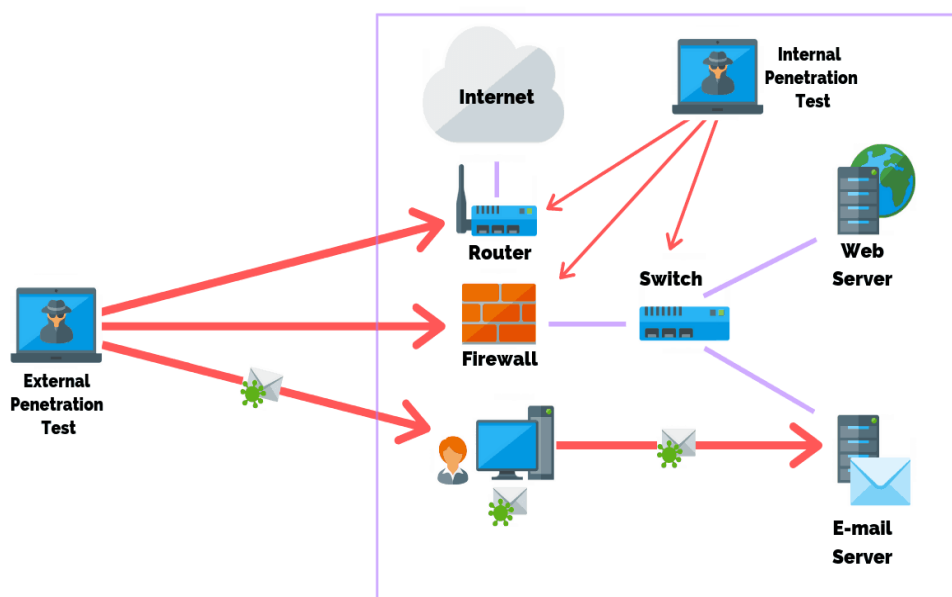


Рис. 2. Пример выполнения внешнего тестирования

1. Аутентификация:

- Парольная аутентификация: Secret Net LSP поддерживает аутентификацию на основе пароля, где пользователи предоставляют учетные данные в виде имени пользователя и пароля для проверки их подлинности.

- Аутентификация с использованием сертификатов: Протокол поддерживает использование цифровых сертификатов для проверки подлинности пользователей и устройств. Это обеспечивает более высокий уровень безопасности и идентификации.

- Двухфакторная аутентификация: Secret Net LSP также поддерживает двухфакторную аутентификацию, где пользователи предоставляют как что-то, что они знают (например, пароль), так и что-то, что они имеют (например, временный код, полученный на мобильное устройство).

2. Шифрование:

- Шифрование данных в покое: Secret Net LSP использует алгоритмы шифрования для защиты данных, когда они находятся в покое. Протокол обеспечивает конфиденциальность и целостность данных, способствуя предотвращению их несанкционированного доступа, изменения или подделки.

- Шифрование данных в движении: Протокол также обеспечивает шифрование данных во время их передачи через сеть. Это гарантирует, что даже если данные перехватываются, они остаются непонятными и непригодными для использования без ключа расшифровки.

3. Авторизация:

- Управление правами доступа: Secret Net LSP позволяет определить и управлять правами доступа пользователей к различным локальным сервисам. Это может быть реализовано путем назначения ролей, групп пользователей или определенных прав и разрешений. Таким образом, можно установить, какие пользователи или группы могут получить доступ к определенным сервисам, а какие - нет.

- Многоуровневая авторизация: Secret Net LSP позволяет создавать многоуровневые политики авторизации, которые могут учитывать различные факторы, такие как время, местоположение или уровень доверия пользователя. Это обеспечивает более гибкий и точный контроль доступа.

4. Мониторинг и журналирование:

- Мониторинг сетевой активности: Secret Net LSP позволяет отслеживать активность пользователей и сервисов в сети. Это может включать мониторинг подключений, передаваемых данных, использование ресурсов и другие метрики, которые помогают анализировать производительность сети и выявлять аномалии или потенциальные уязвимости.

- Журналирование событий: Протокол также поддерживает журналирование событий, которое сохраняет информацию о действиях пользователей и системы. Это помогает в расследовании инцидентов безопасности, анализе производительности и выполнении соответствующих аудитов.

5. Управление доступом:

- Централизованное управление доступом: Secret Net LSP предоставляет средства для централизованного управления правами доступа к локальным сервисам. Администраторы могут устанавливать правила доступа, определять политики безопасности и легко управлять доступом пользователей.

- Надежность доступа: Протокол позволяет настроить доступ в соответствии с требуемым уровнем безопасности. Это может включать

использование многофакторной аутентификации, установку временных ограничений доступа или использование дополнительных механизмов безопасности, таких как одноразовые пароли или проверка устройства.

6. Интеграция с другими протоколами:

- Совместимость с протоколами маршрутизации: Secret Net LSP может интегрироваться с существующими сетевыми протоколами маршрутизации, такими как BGP или OSPF. Это обеспечивает единое и эффективное управление безопасной сетью.

- Интеграция с протоколами управления сетью: Протокол также может интегрироваться с протоколами управления сетью, такими как SNMP или Netflow, для сбора и анализа дополнительной информации о сетевой активности и состоянии.

Secret Net LSP представляет собой комплексный протокол, обеспечивающий безопасность, конфиденциальность и эффективный механизм управления доступом к локальным сервисам в распределенных сетях. Он предоставляет набор инструментов и функций, позволяющих настроить и контролировать доступ пользователей, обеспечить конфиденциальность данных и следить за активностью в сети.

Межсетевой экран (firewall) в рамках Secret Net LSP предоставляет функции контроля доступа и обеспечивает безопасность между сетями. Вот основные возможности межсетевого экрана Secret Net LSP:

1. Фильтрация трафика: Межсетевой экран анализирует трафик, проходящий через него, и принимает решения о его допуске или блокировке на основе определенных правил. Это позволяет контролировать доступ к сервисам и ресурсам внутри сети.

2. Правила доступа: Межсетевой экран Secret Net LSP позволяет определить правила доступа, которые обуславливают, какой трафик будет разрешен, а какой заблокирован. Правила могут быть основаны на адресах источника и назначения, портах, протоколах и других параметрах.

3. Шифрование и дешифрование трафика: Межсетевой экран может выполнять шифрование и дешифрование трафика на границе сети. Это позволяет обеспечить безопасность передачи информации и защитить ее от несанкционированного доступа.

4. Отслеживание состояния подключений: Межсетевой экран Secret Net LSP способен отслеживать состояния сетевых подключений и проводить анализ трафика на основе этих состояний. Это позволяет защитить сеть от атак, таких как отказ в обслуживании (DDoS) или исключение пакетов (packet spoofing).

5. Прозрачный переход между сетями: Межсетевой экран может обеспечить прозрачный переход данных между различными сетями, контролируя доступ и обеспечивая безопасность передаваемой информации. Это может быть полезно при настройке виртуальных частных сетей (VPN) или при соединении различных филиалов или сетей в единую безопасную среду.

6. *Отчетность и аудит:* Межсетевой экран Secret Net LSP поддерживает механизмы регистрации событий и собирает информацию о проходящем трафике. Это позволяет проводить анализ безопасности сети, выявлять потенциальные угрозы и вести аудит событий для целей соответствия стандартам и регуляции.

7. *Интеграция с другими безопасными сервисами:* Межсетевой экран Secret Net LSP может интегрироваться с другими безопасными сервисами, такими как системы обнаружения вторжений (IDS) или системы предотвращения вторжений (IPS). Это позволяет предоставить дополнительную защиту и расширить возможности обнаружения и анализа сетевых угроз.

Список используемых источников:

1. Сагдеев А. К., Штеренберг И. Г., Штеренберг С. И., Виноградова О. М. Разработка блока обнаружения и коррекции ошибок для устройства диагностирования каналов передачи цифровой информации // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. N 1. С. 15-24. DOI 10.46418/2079-8199_2020_1_3. EDN PYQLFU.

2. Штеренберг С. И. Разработка методики внедрения скрытой подписи кода в Gitlab / С. И. Штеренберг, Ю. С. Данилова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2022. N 3. С. 44-49. DOI 10.46418/2079-8199_2022_3_6.

3. Штеренберг С. И. Разработка методики внедрения и выявления эффективности siem-системы / С. И. Штеренберг, Ю. С. Данилова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2020. N 3. С. 40-45. DOI 10.46418/2079-8199_2020_3_6.

Zverev A.

Order of the Red Banner of Labor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow Technical University of Communications and Informatics"

Modernization of a closed lan system with domestic access restriction software complexes. The main idea when creating high technologies was the automation of processes and tasks that would require a large amount of time for a person to solve. The list of these tasks included calculations (mathematical, financial), accounting (accounting), data analytics (collection of information and its subsequent processing), etc.

Key words: SNS LSP, Security Code LLC, Industry 4.0, Distributed Information Systems.

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТРИК БЕЗОПАСНОСТИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН И КОНТЕЙНЕРОВ

Д. А. Игнатьева, А. О. Камалова, И. Е. Пестов, Е. О. Романюк

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

Технологии контейнеризации пользуются популярностью в современном мире. Количество возможных атак на контейнеры тоже увеличивается. Поэтому специалисты пользуются метриками контейнеров для отслеживания информации о состоянии контейнеров.

виртуализация, метрики, Kubernetes, docker

В настоящее время контейнеры используются практически в каждой компании для тестирования и развертывания приложений. Контейнеры помогают компаниям модернизироваться и облегчают масштабирование и развертывание приложений, но в то же время контейнеры создали новые задачи, создав совершенно новую инфраструктурную экосистему [1].

Ежедневно в компаниях разворачивают тысячи контейнерных экземпляров, которыми требуется управлять. Для оркестрации контейнеров используется платформа Kubernetes [2].

Kubernetes - это платформа с открытым исходным кодом, предназначенная для автоматизации развертывания, масштабирования и управления контейнерными приложениями.

С помощью Kubernetes [3] можно управлять следующими действиями:

- контролировать потребления ресурсов по приложениям;
- равномерно распределять нагрузки приложения на инфраструктуру;
- создавать автоматические запросы балансировки нагрузки в различных экземплярах приложения;
- выполнять мониторинг потребления ресурсов и ограничений ресурсов для автоматического останова приложений от потребления слишком большого количества ресурсов и повторного перезапуска приложений [4];
- перемещать экземпляры приложения с одного хоста на другой, если на хосте не хватает ресурсов;
- автоматически использовать дополнительные ресурсы, доступные при добавлении нового хоста в кластер.

Для того, чтобы отслеживать метрики в Kubernetes и видеть обзорные панели на основании этих метрик есть возможность настроить сервер метрик [5]. Сервер метрик - это масштабируемый, эффективный источник метрик контейнерных ресурсов для встроенных конвейеров автомасштабирования Kubernetes.

Также при использовании Kubernetes следует выполнять его мониторинг. Мониторинг предоставляет следующие преимущества:

- устранение неполадок и надежность: приложения Kubernetes часто сложны, особенно если они основаны на облаке или используют архитектуру микросервисов, это затрудняет выявление первопричины проблем. Меры мониторинга могут предложить видимость развертывания Kubernetes, чтобы можно было видеть, где могут возникнуть (или возникли) проблемы, что позволяет предотвращать и устранять проблемы.
- настройка производительности;
- управление затратами: важно следить за ресурсами, которые потребляются, чтобы убедиться, что отсутствует их перерасход.
- безопасность: важная возможность в современной вычислительной среде заключается в том, чтобы видеть, какие задания выполняются и где, это позволяет идентифицировать несанкционированные или ненужные задания, которые могут указывать на нарушение или атаку DOS. Хотя мониторинг Kubernetes не решит все проблемы безопасности, он может предоставить важную информацию для поддержания безопасности.

Для отслеживания метрик была выполнена установка minikube на операционную систему Linux (Ubuntu). Minikube - это легкая реализация Kubernetes, которая создает виртуальную машину на вашей локальной машине и развертывает простой кластер, содержащий только один узел.

Сперва была выполнена установка Docker и запущен docker.service. С помощью команды `systemctl status docker` выполнена проверка состояния его работы (рис. 1).

```
root@vm:/home/user# sudo systemctl status docker
● docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/docker.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Thu 2023-10-19 15:15:46 MSK; 37s ago
     TriggeredBy: ● docker.socket
       Docs: https://docs.docker.com
      Main PID: 19621 (dockerd)
         Tasks: 10
        Memory: 25.1M
           CPU: 239ms
       CGroup: /system.slice/docker.service
              └─19621 /usr/bin/dockerd -H fd:// --containerd=/run/containerd/containerd.sock

окт 19 15:15:44 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:44.676822911+03:00" level=info msg="Starting up"
окт 19 15:15:44 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:44.677417386+03:00" level=info msg="detected 127.0.0.53 nameserver, assum
окт 19 15:15:45 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:45.903380866+03:00" level=info msg="[graphdriver] using prior storage dri
окт 19 15:15:45 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:45.903547521+03:00" level=info msg="Loading containers: start."
окт 19 15:15:46 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:46.265047833+03:00" level=info msg="Default bridge (docker0) is assigned
окт 19 15:15:46 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:46.319403321+03:00" level=info msg="Loading containers: done."
окт 19 15:15:46 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:46.342445031+03:00" level=info msg="Docker daemon commit="24.0.5-0ubuntu
окт 19 15:15:46 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:46.342497729+03:00" level=info msg="Daemon has completed initialization"
окт 19 15:15:46 vm dockerd[19621]: time="2023-10-19T15:15:46.365253123+03:00" level=info msg="API listen on /run/docker.sock"
окт 19 15:15:46 vm systemd[1]: Started Docker Application Container Engine.
```

Рис. 1. Проверка статуса docker.service

После чего была выполнена установка и запущено приложение minikube (рис. 2). При запуске программы был применен параметр `--force` для того, чтобы разрешить minikube выполнять потенциально опасные операции.

```

root@vm:/home/user# ./minikube start --force
minikube v1.31.2 на Ubuntu 22.04
minikube skips various validations when --force is supplied; this may lead to unexpected behavior
Automatically selected the docker driver. Other choices: ssh, none
The "docker" driver should not be used with root privileges. If you wish to continue as root, use --force.
If you are running minikube within a VM, consider using --driver=none:
https://minikube.sigs.k8s.io/docs/reference/drivers/none/
Using Docker driver with root privileges
Запускается control plane узел minikube в кластере minikube
Скачивается базовый образ ...
Скачивается Kubernetes v1.27.4 ...
> preloaded-images-k8s-v18-v1...: 393.21 MiB / 393.21 MiB 100.00% 29.14 M
> gcr.io/k8s-minikube/kicbase...: 447.62 MiB / 447.62 MiB 100.00% 29.43 M
Creating docker container (CPUs=2, Memory=3900MB) ...
Подготавливается Kubernetes v1.27.4 на Docker 24.0.4 ...
  ■ Generating certificates and keys ...
  ■ Booting up control plane ...
  ■ Configuring RBAC rules ...
Configuring bridge CNI (Container Networking Interface) ...
  ■ Используется образ gcr.io/k8s-minikube/storage-provisioner:v5
Компоненты Kubernetes проверяются ...
Включенные дополнения: default-storageclass, storage-provisioner
Готово! kubectl настроен для использования кластера "minikube" и "default" пространства имен по умолчанию

```

Рис. 2. Запуск minikube

Далее запущено приложение в контейнере, у которого должны отслеживаться метрики. Для примера было выбрано приложение OWASP JuiceShop – заведомо уязвимое приложение.

После установки minikube активирована обзорная панель, в которой можно наблюдать за метриками, графический интерфейс обзорной панели показан на рис. 3.

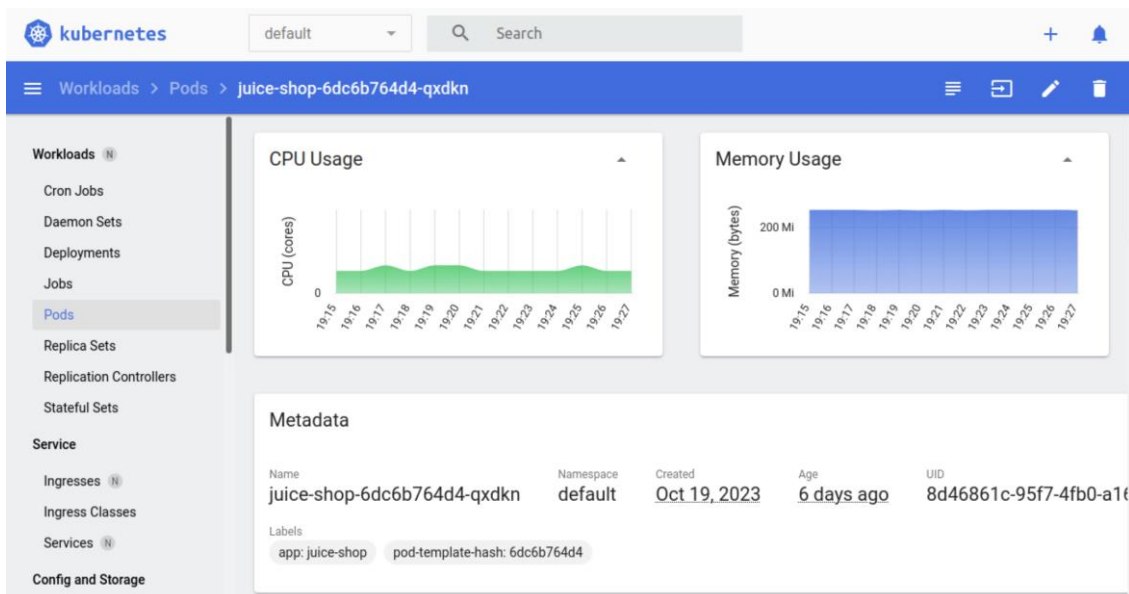


Рис. 3. Графический интерфейс обзорной панели

Для более удобного представления получаемых метрик дополнительно установлен Prometheus [6] и Grafana [7][8]. Prometheus – это программное решение с открытым исходным кодом для мониторинга для сбора и агрегирования метрик в виде временных рядов данных. Grafana — это платформа с открытым исходным кодом для визуализации, мониторинга и анализа данных. Для отслеживания метрик были выбраны эти программы, потому что они имеют открытый исходный код (open source), постоянно

обновляются и поддерживаются разработчиками, а также их легко можно установить и настроить в своей системе.

Таким образом, для отслеживания метрик и для проведения сравнительного анализа метрик безопасности используется Grafana и Prometheus (рис. 4).

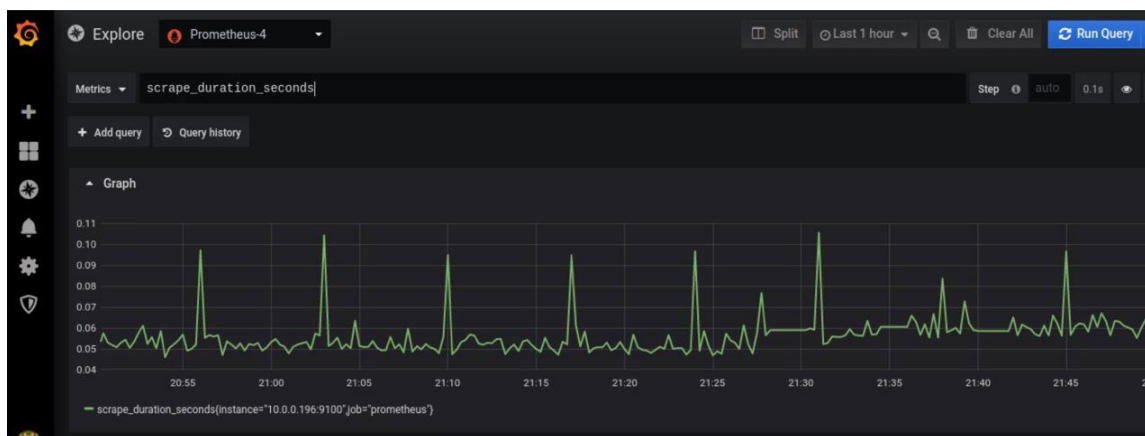


Рис. 4. Обзорная панель в Grafana

Список используемых источников:

1. Гурбатов Г. О., Паничев А. Д., Ушаков И. А. Обеспечение безопасности Kubernetes // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : сборник научных статей: в 4х томах, Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 года / Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. – С. 282-286.

2. Загребав Д. К. Мониторинг кластера анализа больших данных Apache Spark на основе Kubernetes // Достижения науки и образования. – 2019. – № 5(46). – С. 34-42.

3. Гурбатов Г. О., Паничев А. Д., Ушаков И. А. Сравнительный анализ IAAS (Openstack) и PAAS (Openshift) // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020) : Сборник научных статей IX Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х т., Санкт-Петербург, 26–27 февраля 2020 года. Том 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. – С. 272-276.

4. Фомин С. П., Швидкий А. А. Анализ механизмов поддержки состояния инфраструктуры облачного сервиса // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2023) : Сборник научных статей. XII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. В 4 т., Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 2023 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. – С. 922-926.

5. Дедухова А. А., Швидкий А. А. Сравнительная оценка систем мониторинга компонентов облачной инфраструктуры / А. А. Дедухова, А. А. Швидкий // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : сборник научных статей: в 4х томах, Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 года / Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. – С. 292-296.

6. Prometheus [Электронный ресурс]. URL: <https://prometheus.io> (дата обращения 27.10.2023).

7. Grafana [Электронный ресурс]. URL: <https://grafana.com> (дата обращения 27.10.2023).

8. Яремчук С. Ставим мониторинг Prometheus + Grafana // Системный администратор. – 2017. – № 5(174). – С. 36-44.

Ignatieva D., Kamalova A., Pestov I, Romanyuk E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a virtual stand for analyzing the security metrics of virtual machines and containers.

Containerization technologies take advantage of the modern world. The number of possible attacks against containers is also increasing. Therefore, experts use container metrics to record information about the state of containers.

Key words: virtualization, metrics, Kubernetes, docker.

УДК 004.032.26
ГРНТИ 28.23.37

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВРЕДОНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А. И. Катасонов

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

Глубокое обучение в последнее время демонстрирует отличную производительность при решении задач классификации вредоносных программ. Несколько исследований, таких как преобразование вредоносного ПО в изображения в оттенках серого, помогли улучшить задачу классификации в том смысле, что изображение стало проще использовать в качестве входных данных для модели, использующей сверточную нейронную сеть глубокого обучения. В этой статье предложена модель сверточной нейронной сети для классификации изображений вредоносного ПО, точность которой может достигать 98%.

нейронная сеть, безопасность, вредоносное программное обеспечение, классификация

Злонамеренное программное обеспечение, часто называемое вредоносным ПО, представляет собой одну из самых серьезных угроз в сфере информационных технологий. Ежегодные отчеты антивирусных компаний свидетельствуют о том, что каждый день появляются тысячи новых вредоносных программ. Эти новые вредоносные приложения становятся все более сложными, и традиционные методы обнаружения, такие как поиск сигнатур, эвристический анализ и анализ на основе поведения, не всегда способны их выявить [1].

Метод поиска сигнатур заключается в выявлении конкретных последовательностей байтов в объекте для идентификации определенного типа вредоносного ПО. Однако этот метод не способен обнаруживать угрозы нулевого дня или новые вредоносные программы, так как их сигнатуры еще неизвестны и не внесены в базу данных сигнатур. Эвристический анализ разработан для преодоления этого ограничения, сканируя поведение системы для выявления необычных действий, вместо поиска сигнатур вредоносного ПО. Однако этот метод также имеет свои недостатки, такие как воздействие на производительность системы и высокие требования к вычислительным ресурсам.

Техника анализа на основе поведения сосредотачивается на поведении программы во время выполнения. Если программа ведет себя нормально, она считается безопасной, в противном случае она считается вредоносной. Однако этот метод имеет ограничения и может давать ложноположительные и ложноотрицательные результаты.

Поэтому существует потребность в более надежных алгоритмах, и исследования показывают, что алгоритмы машинного обучения оказываются эффективными и надежными. Наша модель использует сверточную нейронную сеть машинного обучения для классификации изображений, извлеченных из двоичных файлов вредоносных программ, и ее надежность подтверждается точностью в 98% в тестах.

Визуализация вредоносного ПО в виде оттенков серого является значительным достижением в задаче классификации. Вредоносное ПО представлено как изображение в оттенках серого в диапазоне $[0, 255]$, где 0 соответствует черному цвету, а 255 — белому. Эти изображения содержат разные разделы, которые предоставляют различную информацию о вредоносном ПО. Мы используем анализ текстуры на основе изображений и метод К-ближайших соседей для классификации, включая GIST.

Для классификации вредоносных программ были применены и другие методы, такие как наивный байесовский подход, деревья решений, SVM и бустинг. Исследования показали, что деревья решений превосходят другие методы с площадью под кривой ROC 0,996.

Также было предложено объединить статические характеристики длины функции и строковую информацию из образцов вредоносного ПО в один тест и использовать k -кратную перекрестную проверку для классификации вредоносного ПО, включая трояны, вирусы и чистые файлы, с общей точностью более 98%.

В данной работе предложено использовать сверточные нейронные сети, так как они надежны и способны работать с изображениями целиком.

Сверточная нейронная сеть (CNN) представляет собой форму нейронной сети, в которой соединения между нейронами организованы по образу и подобию зрительной коры головного мозга животных. Эта архитектура доказала свою эффективность в обработке визуальных данных.

Предлагаемая модель включает следующие этапы:

1. Исходные изображения преобразуются в формат $128 \times 128 \times 1$, где 1 - ширина канала.

2. Для подачи данных модели в форме числовых векторов, используется библиотека изображений из Python PIL для генерации этих векторов.

3. Создается трехслойная сверточная нейронная сеть с нелинейностью ReLU и слоями активации после каждого сверточного слоя. Эти слои обогащают модель нелинейностью, а применение ReLU повышает скорость обучения по сравнению с функциями активации \tanh или сигмодой, а также решает проблемы градиента на более низких уровнях сети. Вместо других

слоев используется слой максимального пула, который выполняет операции максимума внутри области свертки.

4. Выходной результат - это класс, к которому относится вредоносная программа. Все слои объединяются в одномерный вектор с двумя полностью связанными слоями.

5. Для обучения модели используется функция потерь перекрестной энтропии, что типично для многоклассовой классификации, а также оптимизатор Adam для задачи оптимизации.

Общая архитектура модели представлена на Рисунке 1. Начально изображения имели различные размеры и были преобразованы в 128 на 128 пикселей перед использованием в модели. Выходной слой содержит 25 нейронов, соответствующих 25 семействам вредоносных программ в наборе данных.

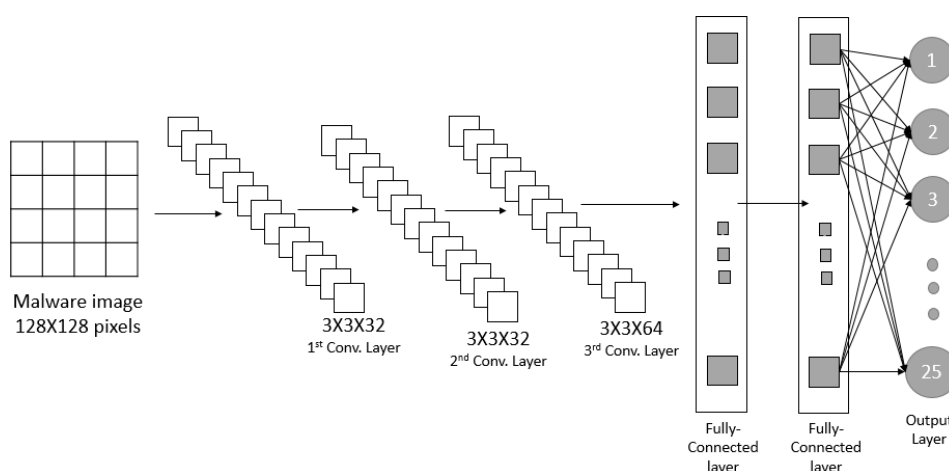


Рис. 14. Обзорная архитектура предлагаемого метода

Исследование проводилось с использованием набора данных Maling, включающего 9458 изображений в оттенках серого, представляющих 25 семейств вредоносных программ. 90% данных использовались для обучения, а 10% - для тестирования.

ТАБЛИЦА 1. Описание набора данных

No.	Class	Family Name	No. of samples
1	Worm	Allapple. L	1591
2	Worm	Allapple. A	2949
3	Worm	Yuner. A	800
4	PWS	Lolyda. AA 1	231
5	PWS	Lolyda. AA 2	184
6	PWS	Lolyda. AA 3	123
7	Trojan	C2Lop. P	146
8	Trojan	C2Lop.gen!G	200
9	Dialer	Instantaccess	431
10	Trojan Downloader	Swizzor.gen!l	132

11	Trojan Downloader	Swizzor.gen!E	128
12	Worm	VB.AT	408
13	Rogue	Fakerean	381
14	Trojan	Aluron.gen!J	198
15	Trojan	Malex.gen!J	136
16	PWS	Lolyda. AT	159
17	Dialer	Adialer. C	125
18	Trojan Downloader	Wintrim. BX	97
19	Dialer	Dialplatform. B	177
20	Trojan Downloader	Dontovo. A	162
21	Trojan Downloader	Obfuscator. AD	142
22	Backdoor	Agent. FYI	116
23	Worm: AutoIT	Autorun. K	106
24	Backdoor	Rbot!gen	158
25	Trojan	Skintrim. N	80

Двоичные файлы вредоносного ПО читались и организовывались в двумерные массивы 8-битных целых чисел без знака, которые затем визуализировались как изображения в оттенках серого в диапазоне $[0, 255]$.

Следует отметить, что изображения, принадлежащие одному семейству, имеют схожий вид и представляют разные текстуры, содержащие разную информацию о вредоносных программах (Рисунок 2).

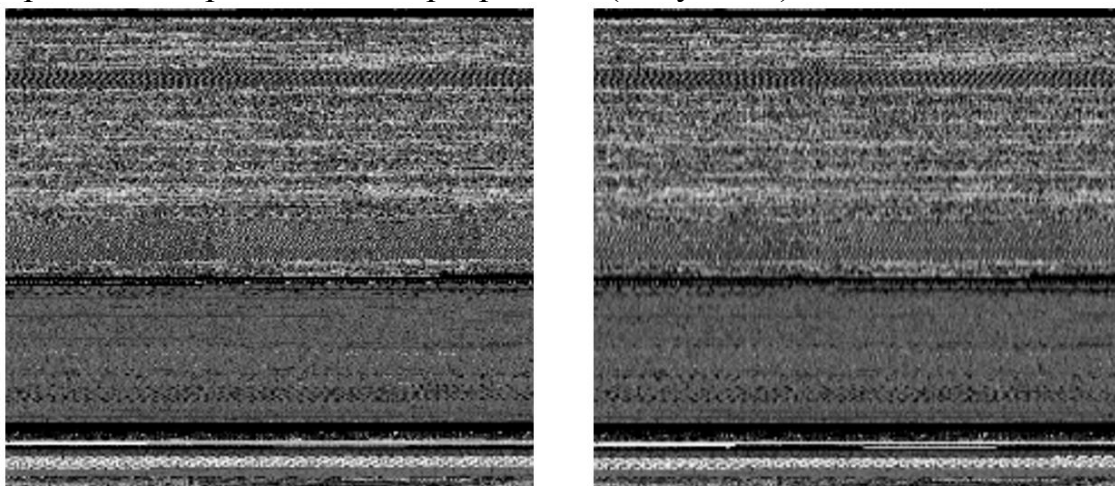


Рис. 15. Изображения, извлеченные из вредоносного ПО семейства Adialer.C

Результаты эксперимента показали точность в 98%, что сопоставимо с результатами метода ближайших соседей (KNN). Это улучшение по сравнению с традиционными методами классификации, хотя использование только функций изображений не превзошло результаты победителя конкурса Microsoft 2015 по классификации вредоносных программ, который также применял сверточные нейронные сети, достигнув более чем 99% точности,

используя три разновидности функций, извлеченных из огромного объема образцов вредоносного ПО.

Представленная модель сверточной нейронной сети для классификации изображений из вредоносных программ остается конкурентоспособной. Однако важно учесть, что использование только функций изображений для классификации вредоносного ПО может быть уязвимо к атакам и привести к ошибочным результатам.

Список используемых источников:

1. Штеренберг, С. И. Компьютерные вирусы / С. И. Штеренберг, А. В. Красов, А. Ю. Цветков. Том Часть 1. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2015. – 63 с.
2. Калинин, М. О. Анализ информационной безопасности предприятия на основе мониторинга информационных ресурсов с использованием машинного обучения / М. О. Калинин, С. И. Штеренберг // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2018. – № 3(15). – С. 47-54.
3. Штеренберг, С. И. Моделирование интеллектуальной системы обнаружения вторжений на основе машинного и глубокого обучения / С. И. Штеренберг // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2023) : Сборник научных статей. XII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. В 4 т., Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 2023 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. – С. 935-940.
4. Штеренберг, С. И. проектирование архитектуры системы обнаружения вторжений с глубоким и машинным обучением на основе квазибиологической парадигмы / С. И. Штеренберг, О. И. Шелухин, А. Д. Лебедева // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2023. – № 1. – С. 86-91. – DOI 10.46418/2079-8199_2023_1_14.

Katasonov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Studying the possibility of convolutional neural networks for classification of malware. Deep learning has recently demonstrated excellent performance in malware classification problems. Several studies, such as converting malware into grayscale images, have helped improve the classification task in the sense that the image is easier to use as input to a model using a deep learning convolutional neural network. This paper proposes a convolutional neural network model for malware image classification, which can reach 98% accuracy.

Key words: neural network, security, malware, classification.

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

МОДЕЛЬ ВНЕШНЕГО НАРУШИТЕЛЯ И ОСНОВНЫЕ ВНЕШНИЕ УГРОЗЫ 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 данной статье рассматриваются угрозы облачной инфраструктуры со стороны внешних нарушителей; способы их проявления и трудности, которые они вызывают; контрмеры для их устранения.

облачная инфраструктура, информационная безопасность, внешний нарушитель, внешние угрозы

Облачные решения становятся главным инструментом цифрового развития бизнеса. Это показывает исследование МегаФона, а также отчет компании IDC. Большинство компаний, использующих облачные технологии, определяют их центром цифровой трансформации, что обусловлено ключевыми преимуществами внедрения облаков, такими как: повышение эффективности использования технических и трудовых ресурсов, сокращение и упрощение времени выхода на рынки, масштабирование ИТ-инфраструктуры, снижение инвестиционных рисков и пр.

По данным исследования IDC, результаты которого были обнародованы 6 июля 2023 года объем глобального рынка публичных облачных услуг по итогам 2022 года составил \$545,8 млрд., что на 22,9% больше по сравнению с 2021-м, когда затраты оценивались в \$444,2 млрд. [1] Результаты исследования представлены на Рис. 1.

Аналитики рассматривают четыре ключевых сегмента общедоступных облаков: IaaS («инфраструктура как услуга»), PaaS («платформа как услуга»), SaaS («программное обеспечение как услуга») и SaaS–SIS («SaaS в области системных инфраструктур»).

Deployment Category	2022 Revenue	Market Share	2021 Revenue	Market Share	2022/2021 Growth
IaaS	\$115.5	21.2%	\$91.5	20.6%	26.2%
PaaS	\$92.6	17.0%	\$70.1	15.8%	32.1%
SaaS – Applications	\$246.3	45.1%	\$208.1	46.8%	18.4%
SaaS – System Infrastructure Software	\$91.4	16.7%	\$74.6	16.8%	22.6%
Total	\$545.8	100%	\$444.2	100%	22.9%

Source: IDC Worldwide Semiannual Public Cloud Services Tracker, 2H 2022

Рис. 1. Объем глобального рынка публичных облачных услуг по итогам 2022 года

В связи с резким увеличением атак возрастают и требованиями к безопасности облачных инфраструктур и увеличения их объема. Ведущим провайдерам необходимо соответствовать этим требованиям. Одной из ключевых задач для поставщиков облачных услуг становится безопасность облачной инфраструктуры [2].

Источником угроз являются лица (нарушители), которые случайно или преднамеренно совершают действия, результатами которых могут быть нарушения одного из свойств информационной безопасности (конфиденциальности, целостности, доступности).

В соответствии с методикой угроз безопасности информации утвержденной ФСТЭК России 05.02.2021 нарушители подразделяются на две категории:

- внешние нарушители - нарушители, не имеющие прав доступа в контролируемую (охраняемую) зону и (или) полномочий по доступу к информационным ресурсам и компонентам систем и сетей, требующим авторизации;
- внутренние нарушители - нарушители, имеющие права доступа в контролируемую (охраняемую) зону и (или) полномочия по автоматизированному доступу к информационным ресурсам и компонентам систем и сетей [3].

В данной статье особое внимание уделено внешнему нарушителю и угрозам внешнего нарушителя. Классификация внешних нарушителей строится на основе модели угроз и представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Источники внутренних угроз ИБ в облачной инфраструктуре

№ п/п	Источник угроз	Возможности источника угрозы	Особенности источника угроз в облачной инфраструктуре
1.	Другой потребитель облачных услуг или запущенный им процесс	Может реализовать угрозы нарушения ИБ по отношению к информационным активам и ресурсам других потребителей облачных услуг	Наличие данного источника угроз обусловлено динамической масштабируемостью и консолидацией вычислительных ресурсов, а также возможностью самообслуживания потребителей.
2.	Злоумышленник или запущенный им процесс	Не является потребителем облачных услуг. Может получить несанкционированный доступ к информационным активам и ресурсам облачных услуг, используя те или иные программно-аппаратные средства.	Воздействие источника угроз аналогично традиционным информационным системам.

В соответствии с таблицей 1 для рассмотрения проблемы целостным образом, она рассматривается в двух контекстах:

1. Внешняя угроза, исходящая со стороны другого потребителя облачных услуг.

2. Внешняя угроза, исходящая со стороны злоумышленника, не являющегося клиентом облачной инфраструктуры [4].

Внешняя угроза, исходящая со стороны другого потребителя облачных услуг, может быть осуществлена путем реализации перекрестной атаки между виртуальными машинами. Данная атака использует природу мультитенантности, которая позволяет виртуальным машинам, принадлежащим разным клиентам, совместно находиться на одной физической машине. Временные побочные каналы могут являться существенной угрозой безопасности облачных вычислений из-за того, что:

- существует множество каналов синхронизации и их трудно контролировать из-за природы массового параллелизма и общей инфраструктуры;
- злоумышленники могут красть информацию у других пользователей, не оставляя следов и оставаясь незамеченными.

Для защиты от перекрестной атаки виртуальных машин облачные провайдеры могут запутывать совместное размещение, скрывая трассировку маршрута, и/или путем случайного присвоения внутренних IP-адресов запущенным виртуальным машинам [5].

Еще одним решением защиты от перекрестной атаки на виртуальные машины является устранение совместного размещения. Облачным клиентам (особенно предприятиям) может потребоваться физическая изоляция, которая может быть даже прописана в соглашениях об уровне обслуживания (SLA). Однако поставщик облачных услуг может неохотно отказываться от виртуализации, которая выгодна для экономии средств и использования ресурсов. Альтернативным вариантом возможно совместное использование инфраструктуры только с «дружественными» виртуальными машинами, которые принадлежат тому же клиенту или другим заслуживающим доверия клиентам [6].

Внешняя угроза, исходящая со стороны злоумышленника, не являющегося клиентом облачной инфраструктуры по своему воздействию аналогична традиционным информационным системам.

К основным внешним атакам на безопасность облачной инфраструктуры со стороны стороннего злоумышленника можно отнести:

1. Взлом пароля: Простой старомодный взлом паролей остается одной из наиболее распространенных внешних атак в облачных средах. Вброс учетных данных, в частности, остается очень распространенным явлением, поскольку пользователи продолжают использовать одно и то же имя пользователя и пароль на сомнительных веб-сайтах, даже не осознавая, что они передают эти данные третьим лицам.

2. Программы-вымогатели, распространяющиеся в облаке - это разновидность внешней атаки, которая основана на хорошо известной концепции вымогательства – «цифровом вымогательстве».

Атаки программ-вымогателей обычно нацелены на организации, которые с большей вероятностью заплатят более высокую сумму выкупа.

Программы-вымогатели приводят к параличу работы ЦОД, невозможности восстановить резервные копии данных и ущербу репутации, который может быть разрушительным для любой организации.

3. Фишинговые атаки:

Фишинг основан на концепции «обмана», когда злоумышленник использует замаскированные электронные письма, приложения и веб-сайты для обмана получателей, сбора личной информации и доступа к конфиденциальным данным.

Поддельные приложения также являются еще одной новой распространенной фишинговой угрозой, особенно для облачных сред. Как только пользователь принимает запросы на разрешение от вредоносного приложения, хакер получает доступ к его учетной записи и данным и, скорее всего, получает полный контроль. Схема фишинговой атаки представлена на рисунке 2.

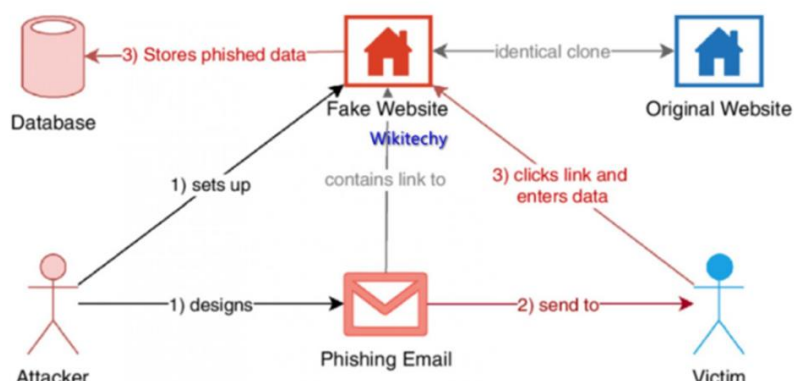


Рис. 2. Схема фишинговой атаки

4. Шпионские программы:

Программы получают доступ к системе, чтобы собирать облачные данные. Шпионские программы трудно обнаружить, и они используют различные методы для обратной связи с злоумышленником таким образом, чтобы не вызвать подозрений у ваших служб безопасности [7].

Можно выделить следующие методы защиты облачных данных от внешних злоумышленников.

- Использование таких мер безопасности как антивирусные программы, административные элементы управления и различные функции, которые помогают защитить данные.
- Регулярное проведение аудита облачной безопасности.

- Обеспечение локального резервного копирования, которое поможет избежать потери данных.
- Использование шифрования данных перед их загрузкой в облако
- Применение надежных паролей и внедрение двухэтапных методов проверки, для повышения уровня безопасности данных [8].

Таким образом, в статье было рассмотрено понятие внешнего нарушителя и основные внешние угрозы, существенно влияющие на конфиденциальность целостность и доступность информации, находящейся в облачной инфраструктуре. Было приведено описание двух типов внешних нарушителей в облачных сервисах: другой потребитель облачных услуг или запущенный им процесс и злоумышленник, не являющийся потребителем облачных услуг или запущенный им процесс. Также были рассмотрены возможные атаки со стороны каждого из типов нарушителя. В качестве способов противодействия данным атакам были приведен и подробно рассмотрен ряд контрмер. Данные меры должны быть внедрены в соответствии с потребностями каждой организации относительно информационной безопасности облачной инфраструктуры [9].

Список используемых источников:

1. 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.
2. Гельфанд А. М., Косов, Н. А., Красов, А. В., Орлов, Г. А., Защита для распределенных отказов в обслуживании в облачных вычислениях //Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). – 2019. – С. 329-334.
3. Десницкий В. А. Сахаров, Д. В., Чечулин, А. А., Ушаков, И. А., Защита информации в центрах обработки данных. – 2019.
4. 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
5. 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.
6. Красов А.В., Левин М.В., Фостач Е.С. Проблемы обеспечения безопасности облачных вычислений // В книге: Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017). Материалы конференции. 2017. С. 520-522
7. Котенко И. В., Степашкин М. В., Богданов В. С. Архитектуры и модели компонентов активного анализа защищенности на основе имитации действий злоумышленников //Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2006. – №. 2. – С. 7-24
8. 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.

9. Красов А.В., Штеренберг С.И., Москальчук А.И. Методология создания виртуальной лаборатории для тестирования безопасности распределенных информационных систем // Вестник Брянского государственного технического университета. 2020. № 3 (88). С. 38-46.

Pestov I., Smurov I., Fedorov P., Fedorova E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The external intruder model and the main external threats to the cloud infrastructure. The article discusses threats to the cloud infrastructure from external intruders; ways of their manifestation and the difficulties they cause; countermeasures to eliminate them.

Key words: cloud infrastructure, information security, external intruder, external threats.

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ РАССИНХРОНИЗИРОВАННЫЕ НЕЙРОСЕТИ

А. Ю. Хоромская

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

Децентрализованные рассинхронизированные нейросети — это нейронные сети, в которых каждый узел или компонент функционирует независимо друг от друга без центрального контроля или координации. Эти нейросети не синхронизируют свою работу, и каждый узел может функционировать с разными скоростями и временными задержками. Децентрализация позволяет распределить вычислительные задачи между разными узлами сети, улучшая производительность и устойчивость к отказам. Рассинхронизация позволяет узлам работать параллельно, без ожидания завершения работы других узлов. Этот подход к построению нейросетей часто используется в больших и сложных системах, где требуется обработка большого объема данных и высокая производительность. Он также является основой для разработки распределенных информационных систем.

***искусственный интеллект, нейросети, децентрализованных
рассинхронизированные нейросетевые программы***

В децентрализованных рассинхронизированных нейросетевых программах каждый узел работает независимо без централизованного управления. Однако существуют способы осуществления контроля над такими системами. Один из подходов заключается в реализации механизмов локального контроля на каждом узле для регулирования его поведения. Эти механизмы локального контроля могут включать петли обратной связи, адаптивные алгоритмы или методы обучения с подкреплением. Специфика системы управления будет зависеть от конкретных требований и задач рассматриваемой децентрализованной десинхронизированной нейросетевой программы.

Концепт YaVi явил собой систему управления децентрализованными рассинхронизированными нейросетевыми программами в РИС и основан на использовании нейросетей для управления и координации действий различных программ и защиты РИС. Основой концепта YaVi является система защиты РИС, построенная по принципу взаимодействия различных нейросетевых программ –модулей. Каждый модуль системы представляет собой отдельную программу или программное обеспечение «нейрон». Все модули включают в себя функции системы защищенной обработки информации (СЗИ) и взаимодействует в рамках общего процесса головного модуля перцептрона, который имеет название PiRun.

Концепции защиты

Основной концепцией защиты комплекса является то, что в случае атаки на целостность системы PiRun, главный модуль должен принять решение о самоуничтожении, при этом программные агенты разделяются на подмодули, а сама система переключается на децентрализованный режим функционирования. В этом случае система переходит из централизованного режима работы нейронной сети в децентрализованный режим, передав все связи компонентов во второй слой.

Есть и еще один вариант применения ИИ для обеспечения безопасности информационной системы. Он исходит из теории клональной селекции. Клональная селекция в децентрализованных рассинхронизированных нейронных сетевых программах применяется для эволюции, оптимизации и защиты модулей РИС.

Данный метод предполагает создание дубликатов исходного кода, известных как клоны, и подвергание их выборочным процессам. Эти клоны подвергаются вариациям и отбору, подобно естественному отбору в биологии, для повышения адаптивности и устойчивости системы. Внося разнообразие посредством вариаций, таких как генетические алгоритмы или мутации, клоны могут исследовать различные решения и адаптироваться к меняющейся среде. Процесс отбора включает оценку производительности клонов на основе заранее определенных критериев или функций приспособленности, что позволяет наиболее подходящим клонам выживать и размножаться.

Таблица 1. Модульная системы защиты ИИ содержит в себе следующие ключевые компоненты, направленные на обеспечение защиты ИИ в РИС

Функциональное назначение	Модули
Головной модуль персептрона PiRun Категория «Головной модуль персептрона» содержит в себе модули, которые взаимодействуют между собой и обеспечивают работу головного модуля персептрона, позволяя ему принимать решения и решать задачи обработки информации	Программный агент, отвечающий за самостоятельную установку компонентов головного модуля персептрона
	Программный агент-писатель кода компонентов головного модуля персептрона Программный агент-модуль памяти версий головного модуля персептрона
	Программный агент для управления распределением компонентов персептрона головного модуля персептрона
	Программный агент для управления доставкой компонентов персептрона головного модуля персептрона в РИС
Машинное обучение	Kitovras программный комплекс, отвечающий за машинное обучение головного модуля персептрона
Защита персептрона Категория "Защита персептрона" связана с разработкой программных агентов, которые обеспечивают безопасность и защиту головного модуля персептрона - части программного комплекса, отвечающей за	Veles программный агент для проведения активных защитных функций головного модуля персептрона
	HurSet программный агент для поддержания функций пассивной защиты головного модуля персептрона

выполнение базовых операций машинного обучения	Mogana программный агент, отвечающий за оперативное самоуничтожение головного модуля перцептрона
	Dadzh программный агент, отвечающий за восстановление работоспособности головного модуля перцептрона
Система «свой-чужой» Основная функция элемента категории «Система «свой-чужой» заключается в том, чтобы различать элементы внутри системы – свои и элементы внешней среды – чужие	Chur программный агент с определением системы свой-чужой
Изучение окружающей среды и интеграция Категория «Изучение окружающей среды и интеграция» содержит в себе модули, которые обеспечивают возможности анализа окружающей среды и интеграции различных компонентов для обеспечения более эффективной безопасности и предотвращения утечек данных	Pereplut программный агент с функцией изучения среды для внедрения в нейрон программного агента поддержания активных защитных функций головного модуля перцептрона
	Kuralo программное обеспечение для интеграции DLP и SIEM-систем в комплекс uavi
	Agidel программное обеспечение для интеграции IDS и брандмауэра в комплекс uavi
Стеганография и криптография Категория «Стеганография и криптография» включает в себя программные агенты с встроенными библиотеками, которые позволяют осуществлять стеганографические и криптографические операции с использованием головного модуля перцептрона	Devana программный агент со встроенной библиотекой данных для выполнения стеганографических операций головного модуля перцептрона
	Stribog программный агент со встроенной библиотекой данных для выполнения криптографических операций головного модуля перцептрона
Управление базами данных и базами знаний Категория «Управления базами данных и базами знаний» относится к управлению и организации сложных ресурсов uavi через системы баз данных и баз знаний, а также сектору базы данных для обработки временных рядов головного модуля перцептрона	Mokosh система управления базами данных и базами знаний для комплексных ресурсов uavi
	Koliada первый резервный программный кластер СУБД и база знаний для сложных ресурсов uavi
	Triglav база данных: Сектор информации о жизненном цикле ИИ
Интерфейсная оболочка Категория «Интерфейсная оболочка» предоставляет удобный и интуитивно понятный интерфейс для управления и настройки функций головного модуля перцептрона, а также разработки экспертной системы управления uavi	Yarovit программное обеспечение с интерфейсной оболочкой для управления функциями головного модуля перцептрона
	Kostroma программное обеспечение с интерфейсной оболочкой для разработки экспертной системы управления uavi
Управление ресурсами Категория «Управление ресурсами» включает в себя программные агенты, предназначенные для эффективного контроля и управления потреблением ресурсов в системе или организации, а также для возможности интеграции РИС со сторонним ПО	Kvasura программный агент для контроля потребления ресурсов комплексом uavi
	Программный агент интегратор стороннего программного обеспечения

Функционирование метода клональной селекции базируется на основе двух ключевых элементов: антигена (рис.1) и антитела (рис.2). В данном контексте антигены могут быть сетевыми пакетами или системными вызовами, в то время как антитела, создаваемые искусственным интеллектом, служат реакцией на определенные антигены. В зависимости от типа антигена

антитела могут быть пропускающими, блокирующими или уничтожающими. Следовательно, если пакет, поступивший на устройство, распознается искусственным интеллектом как вредоносный, он будет удален, а прием таких пакетов будет заблокирован. В противном случае, если пакет считается безопасным, он будет успешно передан в систему. В нашем случае предлагается использовать ассимиляционную память для обнаружения свойств вредоносного ПО на этапе антигена, а на этапе антитела запустить процесс "выживания" для искусственного интеллекта и его периферийных устройств.

Следующим этапом в разработке методологии будет являться оценка эффективности данной методологии. В первую очередь необходимо определить конкретные критерии оценки, которые будут использоваться для оценки эффективности концепции YaVi и метода клональной селекции, используемой для защиты РИС. Сюда могут входить такие факторы, как производительность системы, адаптируемость к изменяющейся среде, способность защищаться от атак, эффективность использования ресурсов и общая стабильность системы.

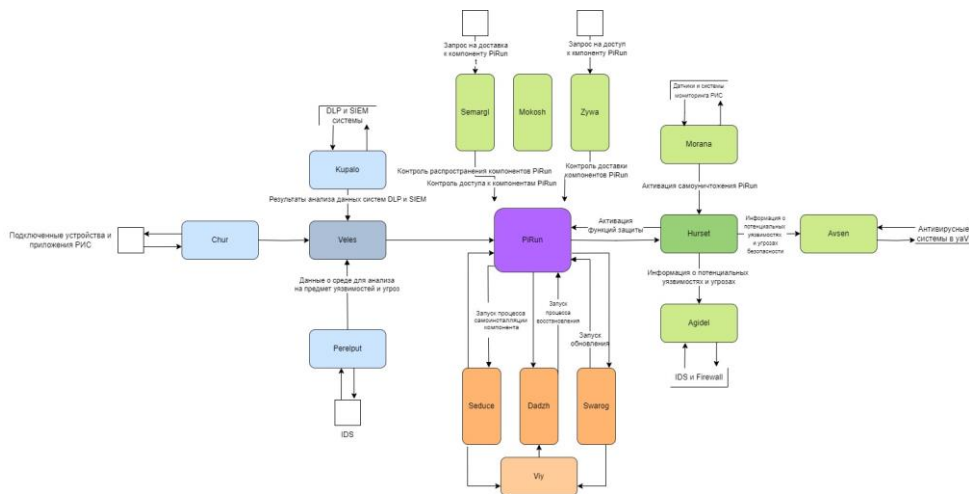


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов модели yaVi (в режиме антиген)

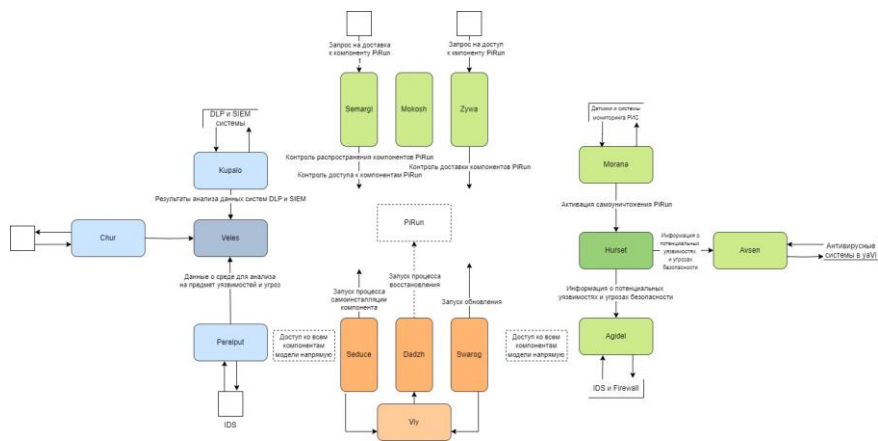


Рис. 2. - Схема компонентов модели после самоуничтожения главного модуля PiRun (в режиме антитело)

Оценка эффективности

Необходимо сравнить эффективность описанного метода с альтернативными подходами или существующими системами управления безопасностью информационных систем. Это может помочь определить, обеспечивает ли предлагаемый метод улучшения или преимущества по сравнению с существующими решениями.

В настоящее время существует большое количество комплексных решений для обеспечения безопасности, рассмотрим самые популярные из них:

McAfee Endpoint Security – специализированная защита, необходимая для проведения операций по обеспечению безопасности, для расследования инцидентов и работы средств обеспечения безопасности.

Deep Security от Trend Micro – всесторонняя платформа с централизованным управлением, которая обеспечивает защиту физических, виртуальных и облачных серверов, а также рабочих станций. Она включает модули для защиты от вредоносных программ, оценки репутации веб-сайтов, контроля целостности и обнаружения и предотвращения вторжений.

Продукты IBM QRadar Security Intelligence Platform ПО для обнаружения сетевых угроз безопасности и противодействия им. Предоставляют единую архитектуру для интегрирования информации о безопасности и управления событиями (SIEM), управления журналами, определения аномальных ситуаций, управления настройками и устранением уязвимостей.

Программное обеспечение Cisco AMP for Endpoints представляет собой глобальную платформу, которая позволяет решить проблемы безопасности, ускорить время анализа и уменьшить нагрузку на оборудование. Главной задачей является нейтрализация угроз на устройствах конечных пользователей.

Поскольку предлагаемая концепция в результате реализации способна закрыть все потребности в безопасности информационных систем, благодаря рассинхронизированному взаимодействию моделей внутри системы, которые позволяют дополнять систему новыми модулями, логичнее всего производить её сравнение с наиболее распространёнными системами, предлагающими комплексные решения.

Оценка осуществимости и практичности реализации концепции YaVi и метода клональной селекции в реальной среде. С учетом таких факторов, как масштабируемость, совместимость с существующими системами, простота развертывания и требования к обслуживанию.

Список используемых источников:

1. Методика скрытного внедрения исполняемого кода в распределенные информационные системы с помощью агентного подхода / С. И. Штеренберг, В. В. Нефедов, В. И. Андрианов, В. А. Липатников // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и

технические науки. – 2023. – № 1. – С. 76-85. – DOI 10.46418/2079-8199_2023_1_13.

2. Штеренберг, С. И. проектирование архитектуры системы обнаружения вторжений с глубоким и машинным обучением на основе квазибиологической парадигмы / С. И. Штеренберг, О. И. Шелухин, А. Д. Лебедева // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2023. – № 1. – С. 86-91. – DOI 10.46418/2079-8199_2023_1_14.

3. Штеренберг, С. И. Разработка методологии защиты системы искусственного интеллекта в распределенных информационных системах / С. И. Штеренберг // Вестник СибГУТИ. – 2023. – Т. 17, № 3. – С. 78-86. – DOI 10.55648/1998-6920-2023-17-3-78-86.

4. Разработка блока обнаружения и коррекции ошибок для устройства диагностирования каналов передачи цифровой информации / А. К. Сагдеев, И. Г. Штеренберг, С. И. Штеренберг, О. М. Виноградова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2020. – № 1. – С. 15-24. – DOI 10.46418/2079-8199_2020_1_3.

5. Штеренберг, С. И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 3. Принцип действия программного агента и проверка его работоспособности / С. И. Штеренберг, А. В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 4. – С. 34-40. – DOI 10.46418/2079-8199_2021_4_5.

6. Основные рекомендации для организаций перед переносом своих данных в облачную среду. Анализ эффективности на примере ЗКУ РВС / С. И. Штеренберг, И. Е. Пестов, Д. Б. Казаков, М. В. Ильин // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2022. – № 1. – С. 26-36. – DOI 10.46418/2079-8199_2022_1_4.

7. Штеренберг, С. И. Разработка методики внедрения скрытой подписи кода в Gitlab / С. И. Штеренберг, Ю. С. Данилова // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2022. – № 3. – С. 44-49. – DOI 10.46418/2079-8199_2022_3_6.

Khoromskaya A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of a methodology for the protection of artificial intelligence in distributed information systems.

Decentralized unsynchronized neural networks are neural networks in which each node or component functions independently of each other without central control or coordination. These neural networks do not synchronize their work, and each node can function with different speeds and time delays. Decentralization allows you to distribute computing tasks between different nodes of the network, improving performance and resilience to failures. Desynchronization allows nodes to work in parallel, without waiting for other nodes to shut down. This approach to building neural networks is often used in large and complex systems that require processing a large amount of data and high performance. It is also the basis for the development of distributed information systems.

Key words: artificial intelligence, neural networks, decentralized unsynchronized neural network programs.

УДК 004.451.87
ГРНТИ 81.93.29

ОСОБЕННОСТИ АТАК ТИПА НСД ПО СРЕДСТВАМ МОДИФИКАЦИИ ЯДРА ОС

А. Ю. Цветков

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

В современном мире вредоносное программное обеспечение является одним из главным инструментов компрометации операционных систем. Руткиты - тип программного обеспечения, который специализируется на сокрытии сущностей в компьютерных системах, обеспечивая непрерывный контроль или доступ к ним, его - особенно трудно обнаружить по сравнению с другими видами программного обеспечения.

ядро Linux, модуль ядра, права суперпользователя, системные вызовы, аппаратные прерывания

В настоящее время, информационные технологии внедряются во все сферы жизнедеятельности человека. С расширением областей применения современных технологий, возрастает риск и увеличивается ущерб от нарушения целостности, доступности и конфиденциальности информации. Атака типа несанкционированного доступа – один из способов нарушения безопасности. Частным случаем атак типа НСД, являются руткиты. Руткит, запущенный в пространстве ядра, может скрыть свое присутствие в системе, используя больше возможностей, чем в пространстве пользователя, поскольку в этом случае руткит имеет гораздо большие привилегии в системе при взаимодействии с ядром. Для их написания требуется знание структуры ядра и того, как оно взаимодействует с модулями, но их гораздо сложнее обнаружить и нейтрализовать в скомпрометированной системе.

Для понимания особенностей атак типа НСД необходимо рассмотреть основные принципы работы ядра. Существует четыре уровня привилегий, пронумерованных от 0 (наиболее привилегированный) до 3 (наименее привилегированный), и три основных защищаемых ресурса: память, порты ввода-вывода и возможность выполнения определенных машинных инструкций.

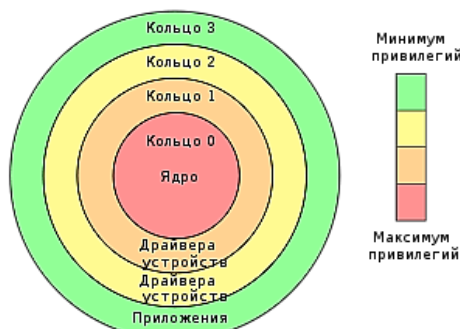


Рис. 1. Уровни привилегий аппаратного обеспечения

В любой момент времени процессор x86(x64) работает с определенным уровнем привилегий, который определяет, что может и чего не может делать код. Эти уровни привилегий часто описываются как кольца защиты (рис. 1), причем самое внутреннее кольцо соответствует наивысшей привилегии. Большинство современных ядер x86 используют только два уровня привилегий, 0 и 3.

Ядро операционной системы – это набор интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие процессов, работающих в пространстве пользователя, с системой. Интерфейсы позволяют пользовательским программам получать доступ к аппаратному обеспечению и остальным ресурсам операционной системы, они выступают в качестве посредника между ними. Использование данного механизма позволяет обеспечить стабильность системы за счет ограничения прав для прикладных программ. Можно выделить три основные функции системных вызовов:

- Реализация абстрактного интерфейса между железом и пространством пользователя, что позволяет работать с разными типами жестких дисков или различными файловыми системами.
- Обеспечение безопасности и стабильности системы за счет контроля доступа к различным ресурсам.
- Предоставляет возможность реализации виртуального представления процессов, что позволяет системе быть многозадачной.

Системные вызовы (sysCALL в ОС Linux) часто реализуются в виде вызова функции. Для них могут быть заданы один или несколько аргументов(inputs), которые приводят к тому или иному побочному эффекту, например, к записи данных в файл или копированию данных в область памяти, указанную переданным указателем. Системные вызовы имеют возвращаемое значение типа long (используется для совместимости с 64-разрядными платформами), которое указывает на успешность выполнения операции или на возникшие в ходе работы ошибки. Чаще всего, возвращение отрицательного значения означает то, что произошла ошибка. Возвращение нулевого значения говорит о успешном выполнении операции, но это не всегда так. Системные вызовы операционной системы Unix записывают специальный код в глобальную переменную errno в случае ошибки. Значение этой переменной можно считать с помощью функции perror(), таким образом контролируя систему. В операционной системе Linux каждому системному вызову присваивается свой уникальный номер, который используется для обращения к определенному системному вызову вместо имени. Этот номер не может быть использован повторно, после удаления системного вызова. Однажды назначенный номер не меняется, чтобы не нарушить работу прикладных программ. Информация об этих номерах и соответствующих им функциям sysCALL хранится в памяти компьютера, на нее указывает переменная sys_Call_Table.

Поскольку каждая запись в таблице системных вызовов составляет 32 бита (4 байта), ядро умножает этот номер системного вызова на 4, чтобы получить желаемую позицию в таблице системных вызовов (Рис. 2).

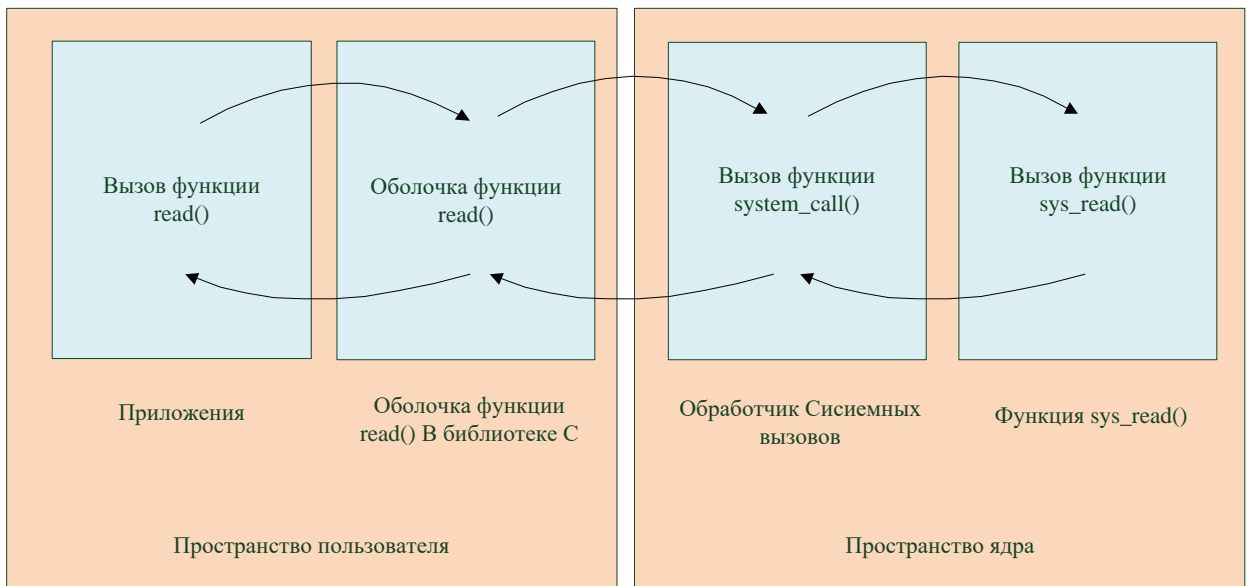


Рис. 2. Уровни привилегий аппаратного обеспечения

Системные вызовы могут быть реализованы пользователем самостоятельно. Добавление нового системного вызова в операционной системе Linux является достаточно простым.

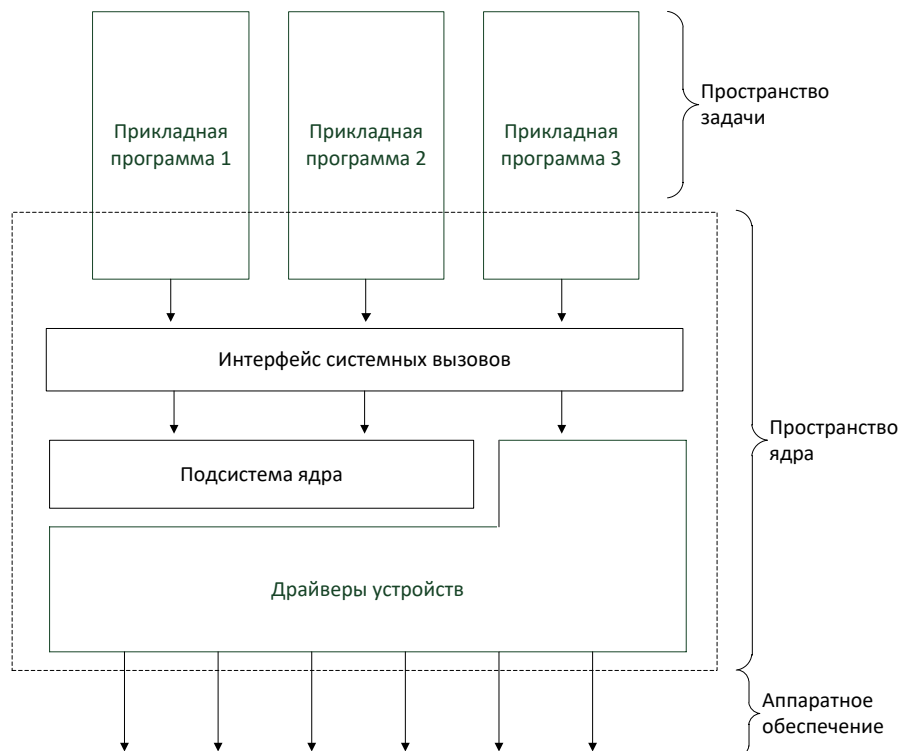


Рис. 3. Схема взаимодействия между прикладными программами, ядром и аппаратным обеспечением

В современных системах, с устройствами управления защищенной памятью, ядро обычно занимает привилегированное положение по отношению к пользовательским программам. Ядро обладает полным доступом к аппаратному обеспечению и ко всем областям защищенной памяти. Пространством ядра (kernel-space) называется состояние системы в котором находится ядро, и область памяти, в которой находится ядро. Аналогично, пользовательские программы выполняются в пространстве задач в пользовательском режиме (user-space). Пользовательские программы имеют доступ только к части ресурсов машины; они не могут выполнять определенные системные функции, напрямую обращаться к оборудованию и выполнять другие запрещенные действия. При выполнении программного кода ядра система находится в пространстве ядра, в отличие от обычного выполнения пользовательских программ, которое происходит в режиме задач. Приложения, работающие в системе, взаимодействуют с ядром с помощью интерфейса системного вызова (Рис. 3). Приложение обычно вызывает функции из различных библиотек, таких как стандартная библиотека функций C, которые, в свою очередь, вызывают интерфейс системного вызова, чтобы дать ядру команду выполнить определенные действия от их имени в пространстве ядра.

Цель руткита – закрепиться в скомпрометированной системе и предоставить злоумышленнику возможность удаленного доступа (бэкдор) для управления ею. Первыми руткитами были системные утилиты - ls, ps, top или netsTAt. Они не выводили информацию о процессах, принадлежащих руткиту, тем самым, не давая администратору обнаружить его. Позже они были объединены в пакет утилит и получили название «Root Kit». С усложнением систем появлялись более совершенные вредоносные программы. Был разработан новый класс руткитов, получивший название LKM (Loadable Kernel Module, загружаемые модули ядра). Это руткиты, поражающие ядро системы: они работают в режиме ядра, что позволяет им скрываться в системе намного искуснее руткитов пространства пользователя. В текущий момент именно такие руткиты в основном поражают системы на основе UNIX.

Существуют следующие механизмы, использующиеся вредоносными модулями Linux для сокрытия своего присутствия в системе:

- Перехват таблицы системных вызовов
- Перехват таблицы прерываний
- Сокрытие соединений
- Модификация трафика

Рассмотренные механизмы активно применяется в реальных руткитах, позволяя им успешно скрываться и передавать персональные данные по сети через бэкдор.

Список используемых источников:

1. Кирилова, К. С. Проблема обезвреживания руткитов уровня ядер систем специального назначения / К. С. Кирилова, А. Ю. Цветков, В. Н. Волкогонов // I-methods. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 1-9. – EDN FUSCKC.
2. Катасонов, А. И. Разработка УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ПО СОЗДАНИЮ ПРОСТЕЙШИХ МОДУЛЕЙ ЯДРА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВЕРСИЙ ЯДРА LINUX / А. И. Катасонов, А. В. Красов, А. Ю. Цветков // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : сборник научных статей: в 4х томах, Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 года / Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. – С. 438-442. – EDN VOMLVL.
3. Федорова, О. В. Исследование механизмов работы руткита уровня ядра / О. В. Федорова, А. Ю. Цветков // V Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2021 : Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, Самара, 23–26 ноября 2021 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021. – С. 77-78. – EDN KOOTQJ.
4. Цветков, А. Ю. Анализ существующих механизмов защиты и атак в операционных системах / А. Ю. Цветков // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2023) : Сборник научных статей. XII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. В 4 т., Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 2023 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. – С. 927-931. – EDN YJVURQ.
5. Цилюрик О. Разработка модулей ядра Linux. Часть 4. Ядро и модуль // IBM Developers Россия. Технические материалы. 2012. URL: https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-linux_kernel_04/ (дата обращения 17.09.2019).
6. Love R. Linux Kernel Development. 3rd ed. Novell Press by Pearson Education, Inc., 2010. 496 p.
7. Расширение локальных привилегий в Linux при помощи эксплоита для ядра // SecurityLab, Positive Technologies. 2018. URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/496756.php> (дата обращения 17.09.2019).

Tsvetkov A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Features of NSD-type attacks by means of os kernel modification.

In the modern world, malicious software is one of the main tools for compromising operating systems. Rootkits are a type of software that specializes in hiding entities in computer systems, providing continuous control or access to them, it is especially difficult to detect compared to other types of software.

Key words: *linux kernel, kernel module, superuser rights, system calls, hardware interrupts.*

УДК 004.42
ГРНТИ 20.53.19

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СКРИПТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ GITLAB-ПРОЕКТОВ

М. Д. Шабала

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Автоматизация процесса настройки проектов в системе Gitlab становится всё более востребованной задачей в современной разработке программного обеспечения. Данная исследовательская работа представляет методику разработки скрипта для автоматической настройки Gitlab-проектов.

Gitlab, автоматизация, скрипт, управление проектами, оптимизация

Автоматизация, несомненно, является важным звеном в стремлении к оптимизации задач и повышению эффективности деятельности организации. Особенно актуальной и значимой областью для автоматизации является информационно-технологический (ИТ) сектор. В сфере ИТ, автоматизация играет существенную роль в обеспечении бесперебойной работы систем, обеспечении кибербезопасности и оптимизации затрат. ИТ-менеджеры сталкиваются с множеством задач, начиная от управления инцидентами и поддержки систем, и заканчивая обеспечением безопасности информации. Автоматизация в ИТ секторе позволяет значительно облегчить рутинные задачи, минимизируя риски и сокращая человеческий фактор. Это позволяет рационально распределить ресурсы и снизить затраты на обслуживание и поддержание ИТ-инфраструктуры. [1]

ИТ-отдел, в свете современных трендов, становится ключевым инициатором автоматизации для 40% предприятий, что подчеркивает непрерывную важность информационных технологий в успешной реализации стратегий цифровой трансформации.

Прогнозируется, что автоматизация также приобретет важное значение в сфере управленческих операций: к 2024 году предполагается, что 69% ежедневных задач в области управления будут полностью автоматизированы. Этот тренд демонстрирует стремление к оптимизации и повышению эффективности бизнес-процессов через внедрение современных технологий и автоматизацию задач, что в конечном итоге способствует более гибкому и успешному управлению организациями [2].

73% руководителей в области информационных технологий подчеркивают, что успешная автоматизация дает сотрудникам возможность сэкономить от 10% до 50% времени, которое прежде тратилось на рутинные ручные операции. Так же, 57% ИТ-лидеров, технологии автоматизации демонстрируют потенциал экономии от 10% до 50% средств, ранее затрачиваемых на ручную обработку данных и задач.

Более половины (51%) всех усилий в области автоматизации направлены на повышение эффективности бизнес-процессов, что свидетельствует о стремлении организаций к оптимизации.

По статистике 42% IT-компаний, автоматизация рабочих процессов оказывает ускоряющий эффект на выполнение повторяющихся задач, демонстрируя важность автоматизации в рамках современных рабочих сред [3], что представлено на рис. 1.

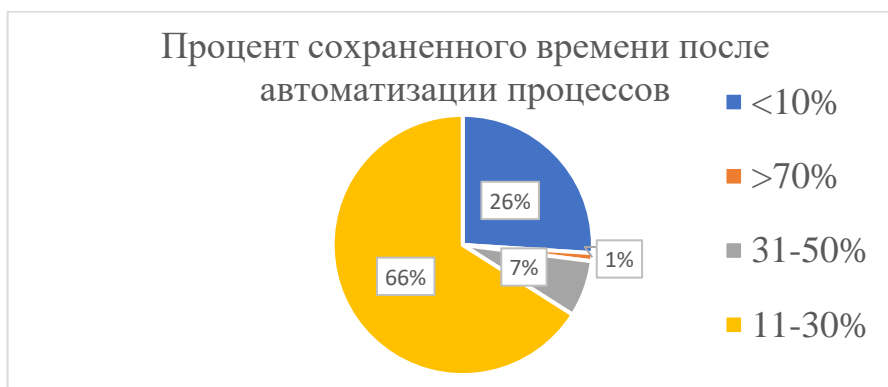


Рис. 5. Статистика сохраненного времени на рабочие процессы после автоматизации

Таким образом, результаты исследования подтверждают несомненную значимость автоматизации в современном мире бизнеса и информационных технологий. С высоким процентом IT-руководителей, признающих экономические и эффективные преимущества автоматизации, становится очевидным, что она является неотъемлемой частью стратегии развития организаций.

В связи с этим, моя разработка скрипта для автоматической настройки Gitlab-проектов приобретает ключевое значение. Данная разработка позволяют организациям внедрять автоматизацию в сфере управления проектами, что усиливает их способность адаптироваться к быстро меняющимся требованиям рынка и повышать эффективность своей работы.

Скрипт, разработанный мною, был создан с использованием языка программирования Python. Этот выбор обоснован несколькими важными причинами.

Во-первых, Python является одним из самых популярных языков программирования в мире. Его понятный и читаемый синтаксис делает его идеальным выбором для разработки скриптов и автоматизации задач. Благодаря своей простоте, Python становится доступным даже для тех, кто не обладает глубокими знаниями программирования.

Во-вторых, Python обладает обширной экосистемой и множеством готовых библиотек, которые значительно упрощают разработку и позволяют достичь высокой производительности. В области автоматизации, Python предоставляет множество инструментов и библиотек, спроектированных специально для решения подобных задач. Это позволяет ускорить процесс разработки и сделать скрипт более надежным [4].

Для автоматизации процессов был использован Gitlab API. Application Programming Interface (Интерфейс прикладного программирования) — это набор правил и протоколов, которые определяют, как различные программы или компоненты программного обеспечения могут взаимодействовать друг с другом. API предоставляет структурированный способ для различных приложений и систем обмениваться данными и функциональностью [5]. Как и множество других сервисов, Gitlab API позволяет управлять всей платформой, проектами и файлами, используя запросы. Таким образом, используя запросы, можно автоматизировать все операции, исключив рутинные действия специалистом. Запрос должен быть выполнен по определенному URL сервиса. Например, если мы хотим создать новый файл, то нужно направить запрос на “example.com/api/v4/create/file?name=filename.txt”. Обращаясь по данному URL, мы сообщаем серверу платформы, что нужно создать файл с названием filename.txt.

Для достижения автоматической настройки Gitlab-проектов, в коде используется python библиотека request. Данная библиотека позволяет отправлять запросы на сервер платформы Gitlab, как в примере выше. Помимо отправления запроса на определенные URL api сервера, нужно предоставить заголовки нашего запроса. Это нужно для того, чтобы сервер произвел аутентификацию пользователя для выполнения запросов, поэтому в заголовки запроса нужно положить ключ от пользователя Gitlab с привилегиями для выполнения api-запросов, как представлено на рис. 2 ниже.

```
token = validateGitToken(config.token, api_part, git_url)
headers = {"PRIVATE-TOKEN": f"{token}"}
r = requests.put(
    url="gitlab.example.com/api/v4/projects",
    headers=headers
)
```

Рис. 6. Пример добавления заголовка в запрос

Используя данную конструкцию, предоставляется возможность использовать базовые запросы к серверу платформы. Например, используя URL api и токен пользователя в заголовках запроса, можно получить список всех Gitlab-проектов по URL "https://gitlab.example.com/api/v4/projects", как представлено на рис. 3 ниже.

```
{
  "id": 12640,
  "description": null,
  "name": "example",
  "name_with_namespace": "example/example",
  "path": "example",
  "path_with_namespace": "example/example",
  "created_at": "2023-10-03T09:39:43.604Z",
  "default_branch": "main",
}
```

Рис. 7. Пример вывода запроса с заголовком

Стоит упомянуть, что можно задавать критерии поиска проекта в запросе, но для этого нужно передавать payload в запрос. Payload позволяет передавать данные для api сервера. Например, если нужно передать название проекта, то следует указать его в payload через конструкцию, представленную на рис. 4.

```
for i in projects:
    payload = {"search": i}
    try:
        r = requests.get(
            url=url,
            headers=headers,
            data=payload
        )
```

Рис. 8. Пример запроса с Payload

В результате данного запроса будет получен список проектов по заданному критерию. Найдя id проекта, можно применить множество различных методов, от создания и настройки проектов, до их удаления и перемещения в другую группу проектов. В данной статье будет разобран метод для автоматической настройки заданных проектов, что ускоряет рутинные процессы.

Для конфигурации проекта, воспользуемся api-методом “PUT /projects/id”. Данный метод позволяет настроить почти каждый параметр Gitlab-проекта. Например, если нужно выставить ветку проекта по умолчанию, то следует использовать данный метод с payload, в котором параметр default_branch равен названию существующей ветке проекта. Отправив данный запрос на сервер Gitlab, ветка по умолчанию будет изменена. Используя цикл for или while, можно пройтись по всем параметрам, что нужно изменить настройки в проекте. Так же, стоит добавить еще один цикл, чтобы запрос был отправлен на другие проекты, пример кода с использованием двух циклов приставлен на рис. 5.

```
for rule in settings:
    if ("branch" in rule):
        continue
    rule_map=rule.replace("'", "").split("=")
    payload = {rule_map[0]: rule_map[1]}
    for i in projects:
        url = f"{git_url}{api_part}/{i}"
        print(f"Меняем правило {rule_map[0]} в проекте {i} на {rule_map[1]}")

    try:
        r = requests.put(
            url=url,
            headers=headers,
            data=payload
        )
        print(r.status_code)
```

Рис. 9 Пример двойного цикла

Данный подход существенно ускоряет работу и избавляет от рутинной работы IT-специалиста. Если раньше специалисту пришлось бы потратить 4 или 5 часов рабочего времени, чтобы настроить вручную 1000 проектов, то со скриптом он может это сделать за пару минут, запустив скрипт.

В заключение, методика разработки скрипта для автоматической настройки Gitlab-проектов представляет собой эффективное и современное решение, способное существенно сократить время, затрачиваемое на рутинные и ручные процессы в управлении проектами.

Список используемых источников:

1. Что такое автоматизация IT процессов – основные нюансы [Электронный ресурс]. URL: <https://computerinfo.ru/chto-takoe-avtomatizatsiya-it/> (дата обращения 23.10.2023).
2. 50+ Crucial Workflow Automation Statistics and Trends for 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://kissflow.com/workflow/workflow-automation-statistics-trends/> (дата обращения 23.10.2023).
3. 75+ Key Business Automation Statistics for 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frevvo.com/blog/workflow-automation-statistics/> (дата обращения 23.10.2023).
4. Automate Everything With Python: A Comprehensive Guide to Python Automation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2023/04/python-automation-guide-automate-everything-with-python/> (дата обращения 23.10.2023).
5. What is an API? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/topics/api> (дата обращения 23.10.2023).

Shabala M.

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

Methodology for developing a script for automatically setting up Gitlab projects. Automation of project setup processes in the Gitlab system is becoming increasingly popular in the development of modern software. This research work presents a methodology for developing a script for automatically setting up Gitlab projects.

Key words: Gitlab, automation, script, project management, optimization.

3.2. Интернет вещей и гетерогенные сети

УДК 004.7

ГРНТИ 49.33.29

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ ДО 2035 ГОДА

Р. В. Киричек, А. Н. Черкасова

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

Сети связи являются ключевым элементом современной информационно-коммуникационной инфраструктуры и играют важную роль в повседневной жизни людей и развитии таких секторов, как бизнес, образование, медицина и многое другое. В настоящей статье рассматриваются перспективы развития сетей связи до 2035 года, исходя из актуальных вызовов и потенциальных решений, которые могут определить будущее этой области.

сети связи, развитие сетей, сети связи 2035, новые услуги, требования к качеству обслуживания.

Введение

Современное общество все больше зависит от сетей связи. Сети связи, такие как интернет, мобильная связь и сети передачи данных, играют ключевую роль во всех сферах жизни - от коммуникации и информационного обмена до бизнеса и управления.

Сети связи упрощают коммуникацию, делают ее более доступной и ускоряют обмен информацией. Сети передачи данных обеспечивают доступ к огромному количеству информации и ресурсам, что упрощает процессы и повышает эффективность деятельности. Кроме того, сети связи имеют важное значение в области управления и организации.

Однако, с постоянным улучшением сетей связи, появляются новые возможности и расширяется сфера применения этих сетей, а также предоставляемых ими услуг. Появляются новые типы сетей, такие как сети для транспортных средств VANET (*Vehicular Ad Hoc Networks*), медицинские нателные сети MBAN (*Medical Body Area Networks*), летающие сенсорные сети FUSN (*Flying Ubiquitous Sensor Network*) и др.

Активно увеличивается число подключенных устройств и объема передаваемых данных, появляются новые вызовы, требующие прогрессивных решений, и создают необходимость создания новой инфраструктуры и альтернативных стандартов. Перспективы развития отрасли связи на период до 2035 года должно учитывать текущие тенденции и вызовы, стоящие перед этой отраслью, а также определить меры, необходимые для ее развития и совершенствования в ближайшие годы.

Существующие проблемы в сетях связи и новые подходы в телекоммуникациях

В настоящий момент продолжается реализация концепции сетей связи 5G/ИМТ-2020, которая включает в себя целый комплекс концепций и технологий, а не только описывает принципы организации сети мобильного доступа. Ключевыми принципами проектирования сети ИМТ-2020 являются гибкость, масштабируемость и разнообразие услуг [1].

Однако, несмотря на внедрение таких сетей, актуальными остаются ряд проблем, которые предстоит решить в будущих концепциях сетей связи. К таким проблемам можно отнести [2, 3]:

- Необходимость технологической модернизации сетей связи по причине возрастающего числа устройств в сети и возрастающего объема передаваемых между ними данных.
- Необходимость повышения доступности услуг связи на удаленных и малозаселенных территориях с учетом больших расстояний, площадей и сложных климатических условий;
- Необходимость повышенных скоростей передачи данных и ультрамалых задержек при передаче голографического и мультисенсорного контента.
- Необходимость точной синхронизации при передаче данных в строго установленное время в промышленных системах.
- Необходимость в новых параметрах качества обслуживания *QoS* для новых развивающихся услуг, требующих быстрой, надежной передачи данных без задержек.
- Необходимость бесшовного сосуществования разнородных сетевых инфраструктур для согласованного решения одной общей задачи.
- Необходимость использования мощных вычислительных и коммуникационных ресурсов на «границе» сети для преобразования сети доступа в многофункциональную платформу предоставления услуг и доступа.
- Необходимость обеспечения должной степени защищенности передачи данных при возрастающем риске несанкционированного доступа, краже данных и вывода из строя участков сети.

Международные стандартизирующие организации, сфокусировавшись на научных исследованиях, активно ведут работу по определению характеристик и стандартизации следующего поколения сетей для разрешения описанных выше проблем и оптимизации сетей в целом.

В 2018 году 13-й Исследовательской комиссией (ИК-13) МСЭ-Т была создана фокус-группа *Network 2030* (FG NET-2030), цель работы которой была изучение возможностей и принципов построения фиксированных сетей связи на период до 2030 года и в дальнейшей перспективе.

На смену существующим сценариям применения сетей связи, определенных в концепции 5G/ИМТ-2020, а именно:

- Усовершенствованная подвижная широкополосная связь eMBB (*Enhanced Mobile Broadband*);
 - Сверхнадежная передача данных с малой задержкой URLLC (*Ultra-Reliable Low Latency Communication*);
 - Крупномасштабные системы межмашинной связи mMTC (*Massive Machine Type Communication*);
- Фокус-группа FG NET-2030 определила три новых базовых принципа реализации сетей [2]. Они представлены в Таблице 1.

ТАБЛИЦА 2. Принципы реализации сетей связи после 2030 года

Название	Характеристики и технологии
<p>Новые медиа VLV&TIC (<i>Very Large Volume & Tiny Instant Communications</i> – коммуникации с очень большими объемами передаваемых данных и очень маленькими мгновенными сообщениями)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • расширенная дополненная/виртуальная реальности; • коммуникации голографического типа; • очень высокая полоса пропускания (>Тбит/с); • голографическая телепортация (задержки < 5 мс); • цифровые сенсоры; • качественные коммуникации; • координированная передача потоков.
<p>Новые сетевые услуги BBE&HPC (<i>Beyond Best Effort and High-Precision Communications</i> – коммуникации с качеством лучше Best Effort и высокоточные коммуникации)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • передача данных без потерь; • гарантия полосы пропускания; • гарантия задержек; • гарантия согласованной передачи данных; • новый интерфейс "пользователь – сеть".
<p>Новая сетевая архитектура Many Nets (<i>Many Networks</i> – множество сетей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • спутниковые сети; • масштабируемый интернет; • частные (private) сети; • граничные вычисления с множественным доступом MEC (<i>Multi-access Edge Computing</i>); • сети специального назначения; • сверхплотные сети; • новый интерфейс "сеть – сеть"; • новый интерфейс "оператор – оператор".

Новые принципы определяют новые характеристики сети, которые необходимы для развития новых перспективных технологий и предоставляют возможности для внедрения услуг, оптимизирующих процессы жизнедеятельности человека, бизнеса и государства.

Тенденции в развитии сетей связи

Появление все более высоких потребностей пользователей в передаче данных и качестве предоставляемых услуг, а также всеобщее использование телекоммуникационных сетей на объектах критической инфраструктуры, обуславливают необходимость применения новых архитектурных решений, автоматизации управления и обеспечения безопасности информации в сетях связи [4].

В целом, можно выделить несколько направлений для развития отрасли телекоммуникаций до 2035 года и в дальнейшем [3]:

- применение искусственного интеллекта, «цифровых двойников» и больших данных;
- квантовые коммуникации;
- самоорганизующиеся гетерогенные сети связи 5G/5GA/6G;
- виртуальные коммуникации;
- технологии полностью оптической коммутации;
- технологии широкополосной спутниковой связи, гибридной связи;
- криптографические методы и средства защиты информации.

Тенденции развития сетей связи, обусловлены исследованием, разработкой и внедрением новых концепций и технологий, помогающих решить обозначенные ранее проблемы, существующие в сетях связи на данный момент и расширить спектр предоставляемых услуг и возможностей.

К таким концепциям и технологиям можно отнести:

- Сверхплотные сети;
- Самоорганизующиеся сети;
- Летающие сети;
- Телеприсутствие;
- Наносети;
- Гибридные орбитально-наземные сети связи.

Кроме того, к тенденциям в сетях связи можно отнести:

- Применение концепции программно-определяемой сети и виртуализации сетевых функций, то есть виртуализация сетей.
- Смещение вычислительных возможностей в направлении границы сети для осуществления высокоскоростные вычисления вблизи абонента с минимальной задержкой передачи данных.
- Развитие средств криптографической защиты информации, применение квантовых технологиях в защите информации.
- Усовершенствование систем автоматического контроля и реагирования на события в компьютерной сфере, что включает в себя применение технологий искусственного интеллекта.
- Применение решений, на основе открытого исходного кода в телекоммуникационном программном обеспечении.

Заключение

Таким образом, развитие сетей связи в настоящий момент не стоит на месте. Сети связи до 2035 года должны предлагать потенциальные решения существующих вызовов для успешной адаптации к быстро меняющейся цифровой среде. Также исследуются и разрабатываются новые технологии в отрасли телекоммуникации, которые в перспективе до 2035 года усовершенствуют предлагаемые пользователям услуги, такие как:

- «умная» городская среда;
- «умный» дом;
- телемедицина;
- онлайн-образование из любой точки мира;
- автономный транспорт и усовершенствованная дорожная инфраструктура;
- доступ к контенту: игровая индустрия, системы дополненной и виртуальной реальности, стриминговые сервисы;
- промышленных Интернет Вещей - автоматизация промышленных процессов;
- летающие сенсорные сети.

Список используемых источников:

1. Волков А. Н., Мутханна А. С. А., Кучерявый А. Е. Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Том 8. № 2. С. 32–43. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43.
2. ITU-T FG NET2030 Deliverable "New Services and Capabilities for Network 2030: Description, Technical Gap and Performance Target Analysis". Geneva, 2019.
3. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. «Проект стратегии развития отрасли связи Российской Федерации на период до 2035 года». Россия, 2023.
4. Кучерявый А. Е., Бородин А. С., Киричек Р. В. Сети связи 2030 // Электросвязь. 2018. № 11. С. 52–56.

Kirichek R., Cherkasova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Vision for the evolution of communication networks until 2035.

Communication networks are a key element of modern information and communication infrastructure and play an important role in people's daily lives and the development of such sectors as business, education, medicine and many others. This article examines the prospects for the development of communication networks until 2035, based on current challenges and potential solutions that may shape the future of this area.

Key words: communication networks, evolution of networks, communication networks 2035, new services, quality of service requirements.

УДК 004.725.7
ГРНТИ 49.34.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕРОВ НА РАСЧЕТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ, ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ ПО МЕТОДУ 95-ГО ПРОЦЕНТИЛЯ

Р. А. Дунайцев, О. В. Корженевский, У. Б. Курбанов, А. В. Светова

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

IP-транзит – это услуга присоединения и пропуска трафика сетей передачи данных для доступа в глобальную сеть Интернет. Существуют различные методы учета потребленных сетевых ресурсов в процессе оказания таких услуг. Наибольшее распространение получила тарификация по методу 95-го перцентилля, в основе которой лежат регулярные замеры скорости передачи транзитного трафика с последующим отбрасыванием 5% самых высоких значений. В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния периодичности подобных замеров на итоговую величину зафиксированной скорости передачи и, как результат, на размер выставяемого потребителю данной услуги счета.

IP-транзит, интернет-провайдер, тарификация, трафик

Интернет является «сетью сетей» и представляет собой объединение множества разрозненных сетей связи и передачи данных, находящихся в различной форме собственности (коммерческие, корпоративные, академические, муниципальные и проч.), в одну глобальную. Точное число объединяемых сетей во всем мире назвать затруднительно в силу отсутствия централизованного учета и динамики данного рынка [1, 2]. Так, например, в Санкт-Петербурге в последние годы наблюдается сокращение числа интернет-провайдеров (Internet Service Provider, ISP) по причине слияния и/или поглощения компаний [3]. Тем не менее, только глобальных игроков на мировом рынке в сентябре 2023 года насчитывалось 26613 с темпом роста в 5.3% за последние 5 лет [4]. Поскольку объединяемых сетей в мире очень много и функционируют они в разных странах и на разных континентах, соединить их между собой по принципу «каждый с каждым» не представляется возможным. Вместо этого объединение сетей происходит в виде иерархической структуры, где небольшие местные сети подключаются к региональным, те, в свою очередь, – к национальным и т.д. [5]. В результате трафик, передаваемый между двумя сетями, не имеющими прямого соединения, вынужден проходить транзитом через одну или несколько других сетей. Таким образом, IP-транзит – это услуга присоединения и пропуска трафика сетей связи и передачи данных для доступа в глобальную сеть Интернет [6]. Существуют различные варианты учета потребленных сетевых ресурсов в процессе оказания подобных услуг: биллинг с учетом пачечности (burstable billing), безлимитный тариф (flat rate или unmetered), учет по объему переданных данных (volume-based charging) и др. [7]. Наибольшее

распространение получил первый вариант, также известный как тарификация по методу 95-го перцентилья [8, 9, 10], Перцентиль (percentile) – это значение количественной переменной, которое разделяет упорядоченные данные на группы таким образом, что определенный процент наблюдений имеет величину меньше либо равную значению перцентилья, а другой процент наблюдений имеет величину больше либо равную значению перцентилья [11]. Иными словами, перцентиль – это процент (доля) наблюдений, величина которых меньше или равна данному показателю.

Трафик в сетях связи и передачи данных неравномерен, причем эта пульсация (пачечность) наблюдается практически на всех временных шкалах: секунды, минуты, часы, дни и т.д. В качестве примера на рис. 1 представлена статистика использования магистрального канала между Колумбийским университетом и сетью Internet2, предоставляющей телекоммуникационные услуги для образовательных и научно-исследовательских учреждений на территории США [12]. Легко видеть, что тарификация по средней скорости передачи или по суммарному объему отправленных/полученных данных в течение месяца не сможет адекватно отразить потребление сетевых ресурсов в разные моменты времени (например, в дневные и ночные часы, в рабочие и выходные дни). Поэтому операторы, осуществляющие IP-транзит, считают справедливым и экономически оправданным взимать плату за 95% фактически потребленной полосы пропускания своих каналов, «прощая» своим клиентам всплески трафика, вызванные кратковременными случайными факторами (в том числе и DDoS-атаками).

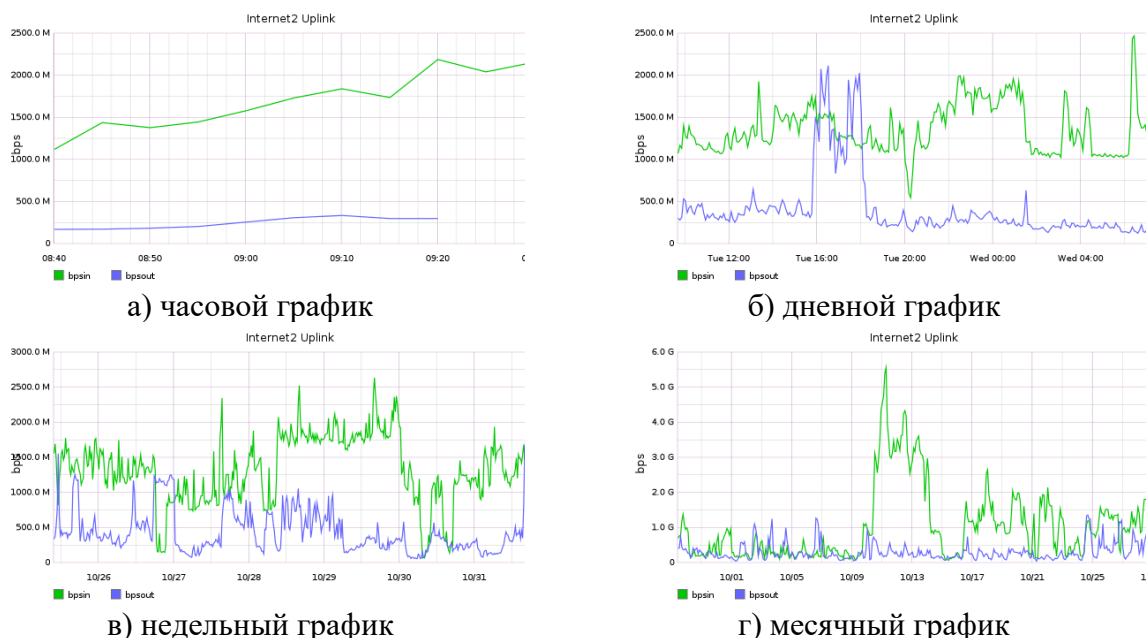


Рис. 1. Трафик на участке между Колумбийским университетом и сетью Internet2

Как же работает биллинг с учетом пачечности? Суть данного метода заключается в следующем. В течение расчетного периода (биллингового цикла) с определенной периодичностью (например, каждые 5 минут) делаются

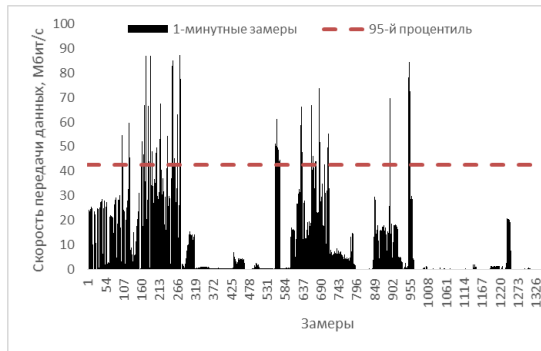
замеры усредненной скорости передачи данных (т.е. переданное количество бит за выбранный временной интервал). Затем все полученные данные сортируются в порядке убывания и 5% замеров с наибольшими значениями отбрасываются, а из оставшихся выбирается максимум, который далее и используется для тарификации. Таким образом, 95-й перцентиль трафика – это наибольшее значение скорости передачи, зафиксированное в измерениях трафика за расчетный период и оставшееся после исключения 5% топовых значений. Обычно 95-й перцентиль считается отдельно для входящего и отдельно для исходящего трафика, после чего берется максимальное из этих двух значений, но может быть рассчитан и для суммарного трафика.

Как правило, замеры трафика делаются каждые 5 минут, однако могут использоваться и другие интервалы. Например, каждые 0.5, 1 или 2 минуты [13]. Сравним варианты с 1-минутными и 5-минутными замерами, полагая, что расчетный период составляет 30 дней (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Тарификация по методу 95-го перцентилья с разной периодичностью

Периодичность	Всего замеров за 30 дней	Отбрасываемые 5% топовых замеров	Бесплатных часов за 30 дней
1 мин.	$(60 \times 24 \times 30) / 1 = 43200$	$43200 \times 0.05 = 2160$	$(2160 \times 1) / 60 = 36$
5 мин.	$(60 \times 24 \times 30) / 5 = 8640$	$8640 \times 0.05 = 432$	$(432 \times 5) / 60 = 36$

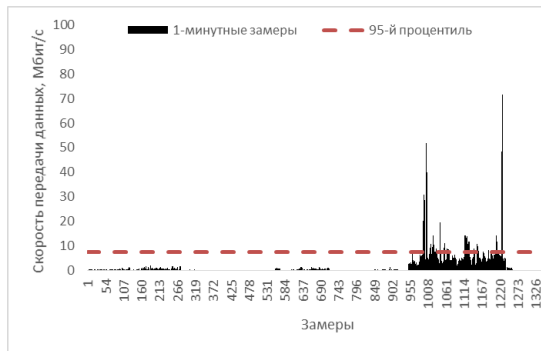
На первый взгляд, разница не просматривается. Но все же она есть! Для проведения экспериментального исследования воспользуемся масштабным моделированием, где вместо сети оператора связи, получающего и отправляющего свои данные через сеть магистрального провайдера, предоставляющего ему услугу по транзиту трафика, будет выступать компьютер пользователя, подключенный к сети местного интернет-провайдера. На рис. 2 представлен входящий (download) и исходящий (upload) трафик, передававшийся в течение 24 часов и измерявшийся каждые 1 или 5 минут. Как можно видеть, с 5-минутными замерами скорость передачи, определяемая по методу 95-го перцентилья, в обоих направлениях оказалась ниже, что обусловлено сглаживанием за счет большего окна усреднения. Однако здесь имеет значение еще и профиль трафика: на рис. 3 представлен один и тот же поток трафика, отличающийся по частоте и величине всплесков. С редкими, но большими всплесками скорость передачи, определяемая по методу 95-го перцентилья, с 5-минутными замерами оказывается выше, чем с 1-минутными, где эти всплески попадают в отбрасываемые 5% наибольших значений.



а) download, 95-й процентиль = 42.7 Мбит/с



б) download, 95-й процентиль = 35.6 Мбит/с

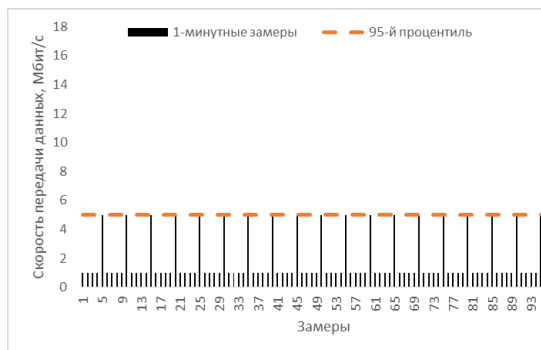


в) upload, 95-й процентиль = 7.5 Мбит/с

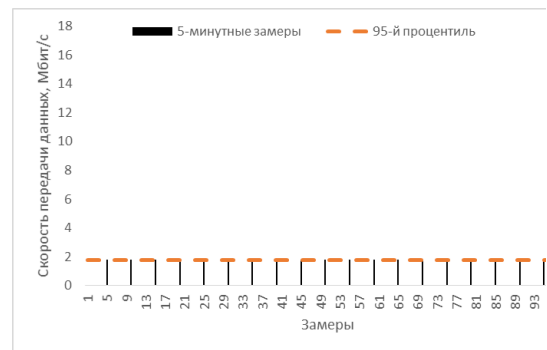


г) upload, 95-й процентиль = 7.0 Мбит/с

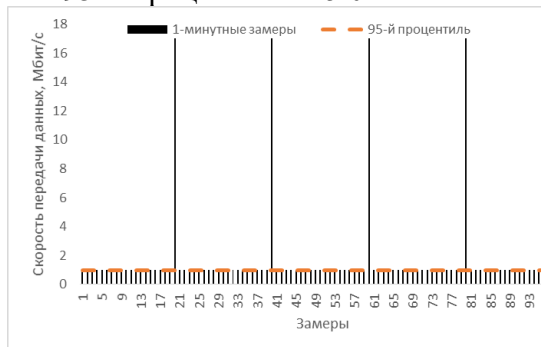
Рис. 2. Результаты экспериментального исследования



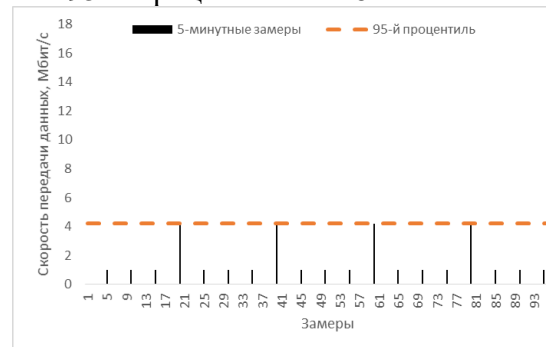
а) частые, но небольшие всплески, 95-й процентиль = 5.0 Мбит/с



б) частые, но небольшие всплески, 95-й процентиль = 1.8 Мбит/с



в) редкие, но большие всплески, 95-й процентиль = 1.0 Мбит/с



г) редкие, но большие всплески, 95-й процентиль = 4.2 Мбит/с

Рис. 3. Зависимость скорости передачи, определяемой по методу 95-го процентля, от профиля трафика и периодичности замеров (среднее арифметическое значение скорости передачи везде одинаковое и составляет 1.8 Мбит/с)

Список используемых источников:

1. How many ISPs are there in the world? [Электронный ресурс] // URL: <https://isp.page/news/how-many-isps-are-there-in-the-world/> (дата обращения 31.10.2023).
2. Number of Internet service providers (ISPs) [Электронный ресурс] // URL: <https://datahub.itu.int/data/?e=701&c=701&i=19174&s=19174> (дата обращения 31.10.2023).
3. Игра на поглощение: ряды интернет-провайдеров Петербурга сократились [Электронный ресурс] // URL: https://www.dp.ru/a/2022/02/09/Igra_na_pogloshhenie (дата обращения 31.10.2023).
4. Global Internet Service Providers – Number of Businesses 2005-2029 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ibisworld.com/global/number-of-businesses/global-internet-service-providers/1716/> (дата обращения 31.10.2023).
5. Что такое Интернет, как он устроен и кому принадлежит [Электронный ресурс] // URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6223a37a9a79472fe845c934> (дата обращения 31.10.2023).
6. Что такое IP-транзит? [Электронный ресурс] // URL: <https://vpn.inform.click/chto-takoe-ip-tranzit/> (дата обращения 31.10.2023).
7. Регламент оказания услуг [Электронный ресурс] // URL: <https://www.colocat.ru/doc/reglament2023.pdf> (дата обращения 31.10.2023).
8. Как услуга «burst» оптимизирует ваши затраты? [Электронный ресурс] // URL: <https://www.xelent.ru/blog/kak-usluga-burst-optimiziruet-vashi-zatratyi/> (дата обращения 31.10.2023).
9. 95-й перцентиль: почему его любят и интернет-провайдеры, и их клиенты и в чем его значение для защиты от DDoS-атак [Электронный ресурс] // URL: <https://stormwall.pro/blog-95th-percentile> (дата обращения 31.10.2023).
10. Что такое 95-й процентиль [Электронный ресурс] // URL: <https://ddos-guard.net/ru/terms/general/95th-percentile> (дата обращения 31.10.2023).
11. Что такое процентиль? [Электронный ресурс] // URL: <https://investprofit.info/percentile/> (дата обращения 31.10.2023).
12. CUIT Internet Usage Graphs [Электронный ресурс] // URL: <http://www.columbia.edu/acis/networks/bandwidth.html> (дата обращения 31.10.2023).
13. William B. Norton. The Internet Peering Playbook: Connecting to the Core of the Internet. DrPeering Press, 2014. 533 с.

Dunaytsev R., Korzhenevskij O., Kurbanov U., Svetova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

A Study of the Influence of the Measurement Rate on the Estimated Value of the Data Rate Determined by the 95th Percentile Method.

IP transit is a service for connecting and passing data traffic of communication networks for access to the Internet. There are various methods for accounting for consumed network resources in the process of providing such services. The most widely used charging method is the burstable billing, which is based on regular measurements of the data rate of transit traffic and then discarding of 5% of the highest values. The paper presents the results of an experimental study of the influence of the frequency of such measurements on the final value of the recorded data rate and, as a result, on the size of the bill issued to the consumer of this service.

Key words: *IP-transit, ISP, burstable billing, traffic.*

УДК 004.85, 004.93
ГРНТИ 28.23.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ КИРИЛЛИЧЕСКИХ ШРИФТОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

С. С. Владимиров, С. Е. Заводнов

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

В статье представлен вариант применения методов машинного обучения для обнаружения и классификации кириллических шрифтов на примере модели сверточной нейронной сети DeepFont. Приведена структура и код исследованной нейронной сети. Подготовлен набор данных для исследования с применением методов аугментирования изображений. Показаны результаты проверки обучения модели на валидационном и контрольном наборах данных.

машинное обучение, детектирование и классификация изображений, глубокое обучение, сверточные нейронные сети

Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNNs) представляют собой класс глубоких искусственных нейронных сетей, специально разработанных для анализа и обработки многомерных данных, таких как многоканальные изображения и последовательности временных рядов [1, 2]. Эти нейронные сети широко используются в области компьютерного зрения, обнаружения образов, сегментации изображений и решения множества задач, связанных с анализом визуальной информации [1–5].

Основным строительным блоком сверточных нейронных сетей являются сверточные слои, которые выполняют операцию свертки с весовыми ядрами, позволяя извлекать пространственные признаки и структурные шаблоны из входных данных [1–3]. Современные CNN-архитектуры (рис. 1) включают в себя разнообразные типы слоев, такие как слои субдискретизации (слои подвыборки или пулинг-слои), слои нормализации и полносвязные слои, которые в комбинации позволяют обучать модели для различных задач [2, 4–6].

В данной статье мы представим вариант применения сверточных нейронных сетей для детектирования и классификации кириллических шрифтов, как актуального примера решения задачи анализа визуальной информации, их архитектуру и результаты обучения [7, 8].

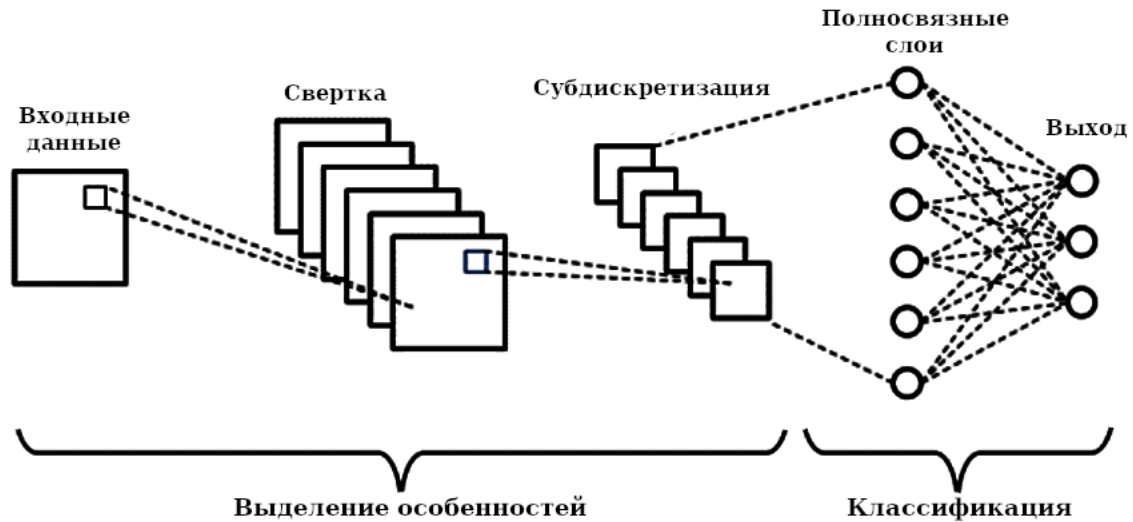


Рис. 1. Графическое представление CNN

В качестве основной модели была выбрана модель классификации шрифтов DeepFont от Adobe, представленная на рис. 2 [6].

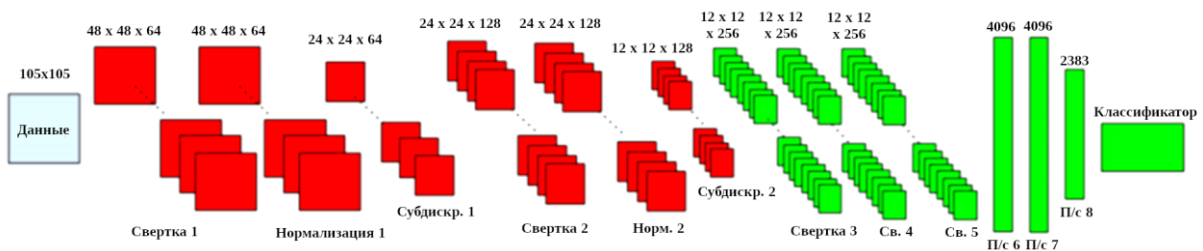


Рис. 2. Графическое представление модели DeepFont

Данная модель принимает в качестве обучающих данных последовательность символов на изображении, что позволяет обучать ее на большом объеме данных в отличие от более примитивных моделей, где в качестве единицы данных выступает изображение с одним символом, что сильно ограничивает обучающий набор данных. При подготовке данных для исследования для пяти шрифтов: CyrillicGoth, Hlobus, Patsy Sans, Peter Ivanowitsch и Spectral — было создано по 200 изображений с произвольной последовательностью символов длиной от 3 до 10. С целью предотвращения переобучения модели были применены методы аугментирования изображений, представленные на рис. 3, что позволило увеличить обучающий набор данных в 6 раз, а также симитировать работу в реальных условиях, когда входное изображение может иметь дефекты [6]. Полученный набор данных был разбит на две части: 75% изображений составили непосредственно обучающий набор, а оставшиеся 25% — валидационный набор для проверки правильности обучения модели.

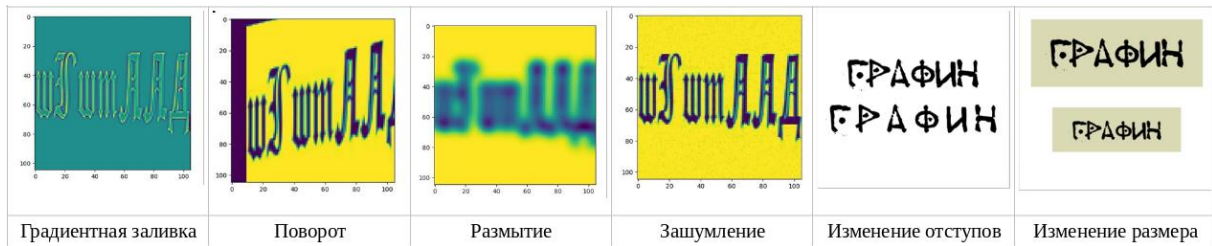


Рис. 3. Использованные типы аугментирования исходных изображений

После генерации данных было произведено кодирование и обучение модели, код которой показан на рис. 4, а параметры обучения представлены в табл. 1.

```
def create_model():
    model=Sequential()
    # Cu Layers
    model.add(Conv2D(64, kernel_size=(48, 48), activation='relu', input_shape=(105,105,1)))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
    model.add(Conv2D(128, kernel_size=(24, 24), activation='relu'))
    model.add(BatchNormalization())
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
    model.add(Conv2DTranspose(128, (24,24), strides = (2,2), activation = 'relu', padding='same',
        kernel_initializer='uniform'))
    model.add(UpSampling2D(size=(2, 2)))
    model.add(Conv2DTranspose(64, (12,12), strides = (2,2), activation = 'relu', padding='same',
        kernel_initializer='uniform'))
    model.add(UpSampling2D(size=(2, 2)))
    #Cs Layers
    model.add(Conv2D(256, kernel_size=(12, 12), activation='relu'))
    model.add(Conv2D(256, kernel_size=(12, 12), activation='relu'))
    model.add(Conv2D(256, kernel_size=(12, 12), activation='relu'))
    model.add(Flatten())
    model.add(Dense(4096, activation='relu'))
    model.add(Dropout(0.5))
    model.add(Dense(4096, activation='relu'))
    model.add(Dropout(0.5))
    model.add(Dense(2383, activation='relu'))
    model.add(Dense(5, activation='softmax'))
    return model
```

Рис. 4. Реализация модели в коде

ТАБЛИЦА 1. Параметры обучения модели

Параметр	Значение
Размер выборки	128
Количество эпох	20
Скорость обучения	0.01
Шаги затухания	10000
Скорость затухания	0.9

На рис. 5 показаны графические представления процедуры обучения модели и проверки результата обучения на валидационных данных.

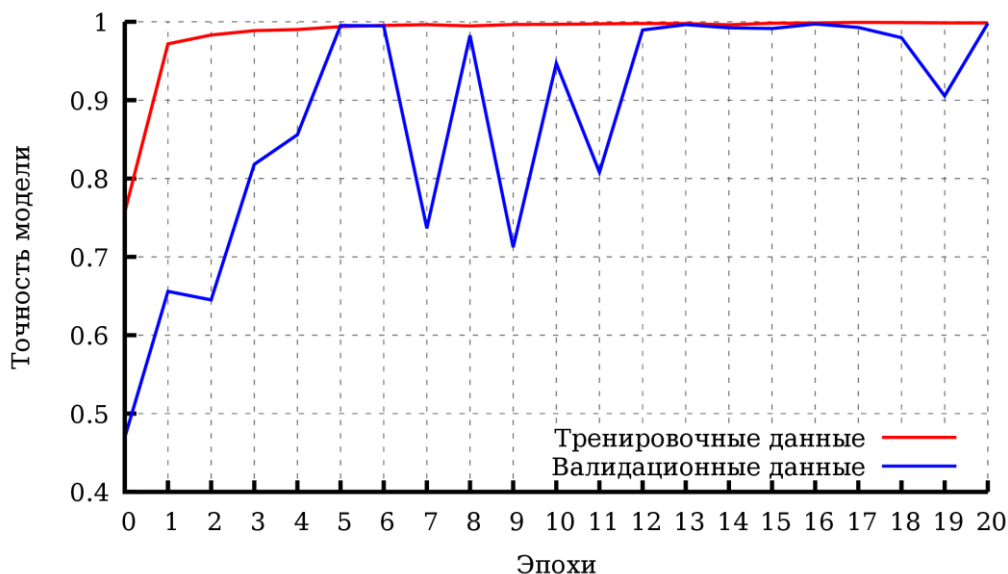


Рис. 5. Графическое представление обучения модели

При проверке на валидационных данных лучшая эпоха обучения показала точность модели 0,9898. Потери составили 0,0028.

Далее был подготовлен контрольный набор данных из 50 приближенных к реальным изображениям, имитирующих рекламные плакаты спектаклей и выставок (рис. 6).



Рис. 6. Примеры изображений из контрольного набора данных

На контрольном наборе данных рассмотренная модель показала точность ~85%.

Исследование выполнено в рамках исполнения ПНИ по государственному заданию СПбГУТ на 2023 год.

Список используемых источников:

1. Багаев И. И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля TensorFlow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2020. Т. 8. № 1. С. 15-22.

2. Прокопеня А. С., Азаров И. С. Сверточные нейронные сети для распознавания изображений // Big Data and Advanced Analytics. 2020. № 6-1. С. 271-280.

3. Гиниятуллин В. М., Хлыбов А. В., Федоров М. А., Асадуллин Т. А., Крутин А. С., Осипов И. А., Зарипов Д. М. Сравнение типов ядер в сверточных слоях нейронных сетей // Вестник кибернетики. 2022. № 3(47). С. 84-98.

4. Локтев Д. А., Пролетарский А. В., Локтев А. А. Моделирование системы мониторинга объектов с использованием сверточной нейронной сети // Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. № 9. С. 39-46.

5. Визильтер Ю. В., Горбацевич В. С., Моисеенко А. С. Однопроходный алгоритм обнаружения и распознавания лиц на основе сверточных нейронных сетей // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2021. Т. 18. № 4(202). С. 11-20.

6. Wang Z., Yang J., Jin H., Shechtman E., Agarwala A., Brandt J. DeepFont: Identify Your Font from An Image. // MM '15: Proceedings of the 23rd ACM international conference on Multimedia, Brisbane Australia, 26-30 oct. 2015. NY, USA : ACM, 2015. P. 451-459.

7. Aviles-Cruz C., Rangel-Kuoppa R., Reyes-Ayala M., Andrade Gonzalez E., Escarela-Perez R. High-order statistical texture analysis - Font recognition applied // Pattern Recognition Letters. 2005. Vol. 26. P. 135-145.

8. Ma H., Doermann D. Gabor Filter Based Multi-class Classifier for Scanned Document Images // Proceedings of the Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition - Volume 2. ICDAR '03. USA: IEEE Computer Society, 2003. P. 968.

Vladimirov S., Zavodnov S.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research on the principles of detection and classification of cyrillic fonts using machine learning methods.

The paper presents an option for using machine learning methods to detect and classify Cyrillic fonts using the example of the DeepFont convolutional neural network model. The structure and code of the studied neural network are given. A dataset has been prepared for research using image augmentation methods. The results of testing the model training on the validation and control data sets are shown.

Key words: machine learning, image detection and classification, deep learning, convolutional neural networks.

УДК 004.896
ГРНТИ 49.33.29

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СПУТНИКОВЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

А. А. Березкин, Р. В. Киричек, Фук Хао До

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

Эта статья исследует различные критерии, связанные с динамическим распределением ресурсов в спутниковых каналах с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). В работе представлен обзор соответствующих исследований в области динамического распределения ресурсов, выделяя достижения и методологии, применяемые для оптимизации использования ресурсов в спутниковых каналах связи. Обсуждение включает в себя ключевые аспекты, такие как качество обслуживания (QoS), задержка, эффективность полосы пропускания и адаптивность, раскрывая изменяющийся ландшафт решений, основанных на искусственном интеллекте, для динамического распределения ресурсов в спутниковой связи.

модели ИИ, спутниковая сеть, распределение ресурсов динамики

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) [1] в последнее время претерпел значительные изменения, революционизируя различные отрасли и области применения. Начиная с машинного обучения и заканчивая глубокими нейронными сетями, возможности искусственного интеллекта расширяются экспоненциально, что делает его неотъемлемой частью современных технологических ландшафтов. В этом контексте пересечение искусственного интеллекта и спутниковых каналов связи выходит на первый план как многообещающая область, предлагая инновационные решения для повышения эффективности и производительности.

Эволюция ИИ оформила путь к беспрецедентным изменениям в области спутниковых коммуникаций, ключевого компонента современной глобальной связи. Спутники играют решающую роль в обеспечении связи на больших расстояниях и предоставляют различные услуги, такие как телекоммуникации, трансляции и передача данных. Поскольку технологии продолжают развиваться, оптимизация использования спутниковых каналов связи становится все более важной, что приводит к исследованию стратегий динамического распределения ресурсов.

Динамическое распределение ресурсов [2], ключевой аспект спутниковой связи, включает в себя адаптивное распределение ресурсов, таких как пропускная способность, мощность и частота в режиме реального времени. Этот материал посвящен области динамического распределения ресурсов с использованием техник искусственного интеллекта с целью сравнения и

анализа различных методов искусственного интеллекта, применяемых для оптимизации распределения ресурсов в спутниковых каналах. Через всестороннее рассмотрение этих методов мы стремимся прояснить эффективность и применимость искусственного интеллекта в повышении производительности систем спутниковой связи.

Динамическое распределение ресурсов в спутниковом канале

Динамическое распределение ресурсов в спутниковых каналах связи играет ключевую роль в поддержании и улучшении общей производительности системы. В первую очередь, гибкость динамического распределения ресурсов [3] способствует оптимизации процесса передачи данных. Когда определенные географические области требуют большей пропускной способности из-за увеличенного использования частот, возможность динамического распределения ресурсов становится ключевым фактором для улучшения отклика системы и обеспечения эффективной передачи данных.

Во-вторых, динамическое управление ресурсами в спутниковых каналах также способствует оптимизации использования энергии и физических ресурсов на спутнике. Балансировка распределения ресурсов для каждой зоны охвата при сохранении энергии является необходимой для обеспечения стабильности системы и долгосрочной производительности. Сбалансированная стратегия распределения ресурсов помогает избежать ситуаций перегрузки или избыточного расходования, обеспечивая эффективную работу спутниковой сети.

Глубокое обучение [4], важный компонент искусственного интеллекта (ИИ), претерпевает стремительное и существенное развитие в последние годы. Одним из ключевых применений является использование глубоких нейронных сетей для прогнозирования или классификации трафика. При использовании моделей, таких как рекуррентные нейронные сети (LSTMs) или сверточные нейронные сети (CNNs), система способна анализировать исторические паттерны и данные в режиме реального времени для точного прогнозирования будущей нагрузки трафика на спутниковых каналах. Этот взгляд вперед позволяет более активно и эффективно строить стратегии распределения ресурсов, оптимизируя использование доступной пропускной способности.

Еще одним важным аспектом динамического распределения ресурсов является приоритизация различных типов трафика. Техники глубокого обучения, в частности, алгоритмы обучения с подкреплением [5], могут использоваться для присвоения приоритетов различным типам трафика. Обучая модели распознавать и оценивать значимость различных потоков данных, система может динамически распределять ресурсы в зависимости от важности или срочности каждого типа трафика.

Сравнивайте и анализируйте методы динамического распределения ресурсов

Оценка динамики распределения ресурсов в спутниковых каналах включает в себя ряд критериев, направленных на обеспечение эффективного использования ресурсов [6]. Таблица 1 представляет собой обзор этих критериев и содержит описание каждого соответствующего критерия. Всего в таблице представлено 10 общих критериев.

ТАБЛИЦА 1. Некоторые критерии и описывает каждый соответствующий критерий

№.	Критерии	Опишите
1	Пропускная способность (Bandwidth)	Обеспечение достаточной пропускной способности для передачи данных в реальном времени.
2	Задержка (Latency)	Минимизация времени задержки между отправкой и приемом данных.
3	Надежность (Reliability)	Обеспечение стабильности и надежности передачи данных, особенно в условиях переменной нагрузки.
4	Эффективность использования ресурсов (Resource Utilization)	Максимизация использования доступных спутниковых ресурсов для улучшения общей производительности.
5	Адаптивность (Adaptability)	Способность системы быстро реагировать на изменения в условиях сети и динамически адаптироваться к ним.
6	Качество обслуживания (Quality of Service, QoS)	Обеспечение высокого уровня качества обслуживания для различных видов трафика и услуг.
7	Справедливость (Fairness)	Обеспечение равного доступа к ресурсам для всех пользователей и приложений.
8	Энергопотребление (Power Consumption)	Минимизация энергопотребления при обеспечении высокой производительности.
9	Масштабируемость (Scalability)	Возможность масштабирования системы при увеличении числа пользователей и объема передаваемых данных.
10	Управление трафиком (Traffic Management)	Реализация эффективных механизмов управления трафиком для обеспечения оптимального использования ресурсов при различных нагрузках.

В таблице 2 представлены результаты нескольких исследований и соответствующих критериев в области динамического распределения ресурсов на спутниковых каналах. Практически все эти исследования применяют модели обучения с подкреплением и глубокого обучения с подкреплением с целью улучшения параметров, таких как качество обслуживания (QoS), задержка, эффективность полосы пропускания, а также

управление полосой пропускания и объемом данных, гибкость и адаптивность [7].

Большинство методов, представленных в таблице 2, фокусируются на выделении ресурсов с целью улучшения производительности передачи данных через спутниковый канал. В этих методах применяются методы обучения с подкреплением или классификации данных для повышения качества обслуживания. Кроме того, исследования также уделяют внимание энергопотреблению и управлению трафиком.

ТАБЛИЦА 2. Избранные исследования по динамическому распределению ресурсов на спутниковых каналах

	Методология	Критерии									
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Tang S. et al_2022 [1]	Глубокое обучение с подкреплением.	x	x	x	x	x		x		x	
Zheng F. et al_2020 [2]	Алгоритм Q-Learning.	x			x		x		x		
Yin Y. et al_2023 [3]	Алгоритм Q-Learning и Проблема многокритериальной оптимизации.	x			x		x		x		x
Koutsakis P_2007 [4]	Классификация видео.	x	x				x				
Zhou D. et al_2021 [5]	Основанная на SARSA (состояние-действие-награда-состояние-действие).	x			x	x			x		
Celandroni N. et al_2003 [6]	Классификация данных о трафике.	x			x	x	x		x	x	
Narula-Tam A. et al_2004 [7]	Классификация данных о трафике.	x			x		x	x	x		
Nauman A. et al_2023 [8]	Многозадачное обучение с подкреплением.		x	x	x		x	x	x	x	x
Li F. et al_2020 [9]	Метод поиска шаблонов.	x			x				x		x
Dai S. et al_2021 [10]	Классификация данных о трафике.	x	x		x						

Проведенные исследования последовательно применяют методологии обучения с подкреплением и глубокого обучения с подкреплением для решения основных критериев динамического распределения ресурсов на спутниковых каналах. Основная цель заключается в улучшении нескольких ключевых аспектов, таких как качество обслуживания [8], задержка, эффективность [9] полосы пропускания, управление полосой пропускания и объемом данных, а также гибкость [10] и адаптивность.

В распределении ресурсов в сети спутников, помимо традиционных методов, фокусирующихся на моделях обучения с подкреплением,

существуют также другие подходы, сосредотачивающие внимание на классификации различных видов трафика. Эти методы ориентированы на различие между различными видами телекоммуникационных услуг, такими как голос, видео и данные, основываясь на требованиях к качеству обслуживания (QoS). Путем классификации трафика по требованиям к скорости передачи данных, задержке и уровню потери информации, система может оптимально предоставлять ресурсы для каждого вида услуг.

Заключение

В заключение этой статьи были рассмотрены важные критерии для динамического распределения ресурсов в спутниковых каналах связи с использованием методов искусственного интеллекта (ИИ). Обзор соответствующих исследований продемонстрировал изменяющийся ландшафт исследований в области динамического распределения ресурсов. Поскольку искусственный интеллект продолжает играть важную роль в оптимизации использования ресурсов, рассмотренные критерии, включая качество обслуживания (QoS), задержку, эффективность полосы пропускания и адаптивность, служат важными точками отсчета для будущих достижений в области спутниковой связи

Список используемых источников:

1. Tang S. et al. Deep reinforcement learning-based resource allocation for satellite Internet of Things with diverse QoS guarantee //Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 8. – С. 2979.
2. Zheng F. et al. LEO satellite channel allocation scheme based on reinforcement learning //Mobile Information Systems. – 2020. – Т. 2020. – С. 1-10.
3. Yin Y. et al. Joint dynamic routing and resource allocation in satellite-terrestrial integrated networks //Computer Networks. – 2023. – Т. 231. – С. 109823.
4. Koutsakis P. On providing dynamic resource allocation based on multimedia traffic prediction in satellite systems //Computer Communications. – 2007. – Т. 30. – №. 2. – С. 404-415.
5. Zhou D. et al. Machine learning-based resource allocation in satellite networks supporting internet of remote things //IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2021. – Т. 20. – №. 10. – С. 6606-6621.
6. Celandroni N., Davoli F., Ferro E. Static and dynamic resource allocation in a multiservice satellite network with fading //International Journal of Satellite Communications and Networking. – 2003. – Т. 21. – №. 4-5. – С. 469-487.
7. Narula-Tam A. et al. A dynamic resource allocation strategy for satellite communications //IEEE MILCOM 2004. Military Communications Conference, 2004. – IEEE, 2004. – Т. 3. – С. 1415-1421.
8. Nauman A. et al. Dynamic resource management in integrated NOMA terrestrial–satellite networks using multi-agent reinforcement learning //Journal of Network and Computer Applications. – 2024. – Т. 221. – С. 103770.
9. Li F. et al. Resource allocation in satellite-based Internet of Things using pattern search method //IEEE Access. – 2020. – Т. 8. – С. 110908-110914.
10. Dai S. et al. A distributed congestion control routing protocol based on traffic classification in LEO satellite networks //2021 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM). – IEEE, 2021. – С. 523-529.

Berezkin A., Kirichek R., Phuc Hao Do

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Dynamic resource allocation using artificial intelligence in satellite communication channels.

This paper explores various criteria associated with dynamic resource allocation in satellite links using artificial intelligence (AI) technologies. The paper provides an overview of relevant research in the field of dynamic resource allocation, highlighting advances and methodologies applied to optimize resource utilization in satellite communication links. The discussion includes key aspects such as quality of service (QoS), latency, bandwidth efficiency, and agility, revealing the evolving landscape of AI-based solutions for dynamic resource allocation in satellite communications.

Key words: AI models, satellite network, dynamic resource allocation.

3.3. Мультисервисные телекоммуникационные системы и технологии

УДК 004.056

ГРНТИ 50.41.23

ПРИНЦИПЫ МИГРАЦИИ МОНОЛИТОВ В МИКРОСЕРВИСЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕЁ СЕТЕВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Н. К. Андриевский, Г. С. Зозуля

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

Современные телекоммуникационные технологии развиваются совместно с множеством других информационных сфер и часто играют ключевую роль в их трансформации и поиске оптимальных решений для пользователей и разработчиков. Разделение больших монолитных приложений и увеличение их отказоустойчивости – одна из главных целей для большинства разработчиков и компаний в данный момент. Миграция в микросервисы решает данные проблемы, а применение обратного прокси-сервера (Reverse Proxy) позволяет получить полную связанность между разнесенными в пространстве сервисами и обеспечить отказоустойчивость. Данная работа посвящена основным принципам миграции из монолитов в микросервисы и её сетевой реализации посредством применения Reverse Proxy.

монолит, микросервисы, миграция, сервис-ориентированная архитектура, Reverse Proxy, балансировщик нагрузки, отказоустойчивость

Создание первого приложения или написание первой части кода должно занимать минимальное количество времени, сил и средств. Поэтому вначале нужно сосредоточиться на понимании задачи и на способе её достижения, не тратя ресурсы на преодоление огромной сложности создания экосистемы микросервисов. И даже при масштабируемости вашего продукта, сначала рекомендуется перейти к Сервис-ориентированной архитектуре (Service-oriented Architecture, SOA), которая позволяет локализовать функционал в некоторых функциональных блоках — сервисах, что представлено на рис. 1.

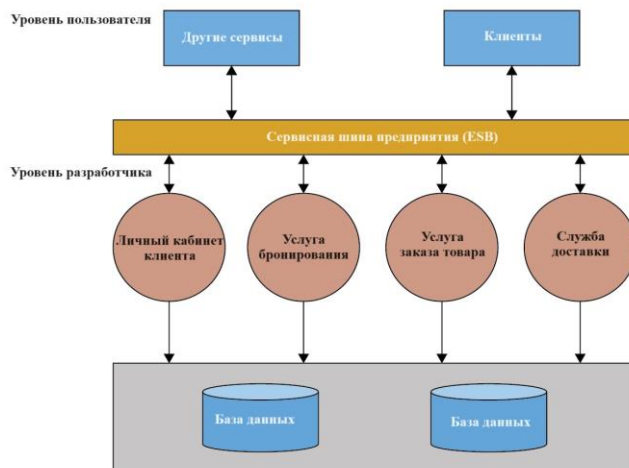


Рис. 1. Сервис-ориентированная архитектура

Рассмотрим основные мотивы для разбиения монолита на микросервисы [1].

Быстрая масштабируемость. Если ваше приложение быстро развивается и вам необходимо гибкое управление ресурсами, то пора избавляться от монолита.

Распределение задач внутри команды разработчиков. Намного продуктивнее выделить каждой группе разработчиков по части кода, который они будут развивать параллельно и затем настроить между частями сетевые связи.

Безопасность. Отсутствие общей точки отказа, а также единых файлов системы, доступ к которым необходим большому количеству сотрудников – сильная уязвимость. Если вычленив важные сервисы, то можно будет обеспечить для них дополнительные меры защиты в плане мониторинга, защиты передаваемых данных и защиты содержащихся данных.

Запутанные зависимости. Связи внутри кода может быть сильно запутаны и при внесении изменений могут произойти масштабные сбои.

База данных. Проблемы использования баз данных в качестве средства интеграции нескольких сервисов – общая точка отказа системы и зависимость от конкретной технологии.

Проблемы, указанные выше, отлично решаются при миграции в микросервисную архитектуру.

Одно из самых важных преимуществ микросервисов - слабая связанность. Оно позволяет по мере необходимости обновлять приложение по частям, добавлять новые функции, экспериментировать без риска нарушить работу всего приложения [2].

Отсюда вытекает и второе преимущество – масштабируемость. При размещении модулей на отдельных серверных узлах можно масштабировать их независимо друг от друга и при росте нагрузки на сервисы добавлять дополнительные мощности путем развертывания новых образов на вычислительных машинах.

Новые сервисы, как и новые образы могут использовать совершенно разные языки программирования, инструменты взаимодействия, мониторинга и хранения данных. Данная гетерогенность позволяет выбирать лучшие и наиболее удобные решения, а также экспериментировать с новыми технологиями, как показано на рис. 2.

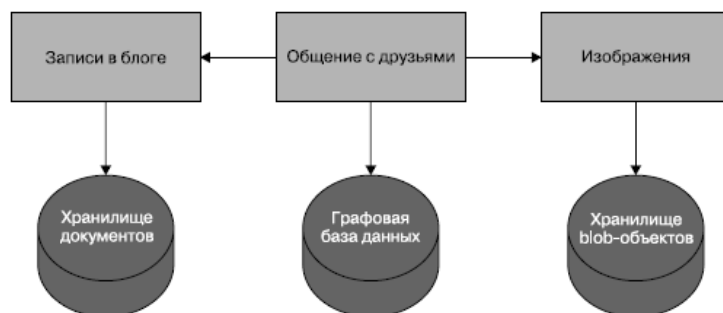


Рис. 2. Технологическая разнородность

Микросервисы обладают высоким уровнем безопасностью. Злоумышленнику потребуется получать доступ к каждому сервису отдельно, а учитывая их техническую разнородность методы защиты могут сильно отличаться, что увеличивает надежность системы в целом. Также для достижения отказоустойчивости и сетевой доступности каждого сервиса необходимо равномерно распределять трафик в режиме реального времени. Инструментом для достижения этих целей служит балансировщик нагрузки (англ. Load Balancer). Когда объем входящего трафика резко меняется, балансировщик равномерно распределяет объем запросов между ресурсами. Именно благодаря ему, микросервисную архитектуру считают более устойчивой к отказам, чем монолитную: он контролирует, чтобы нагрузка на приложение распределялась по облачным ресурсам равномерно, как на рис. 3.

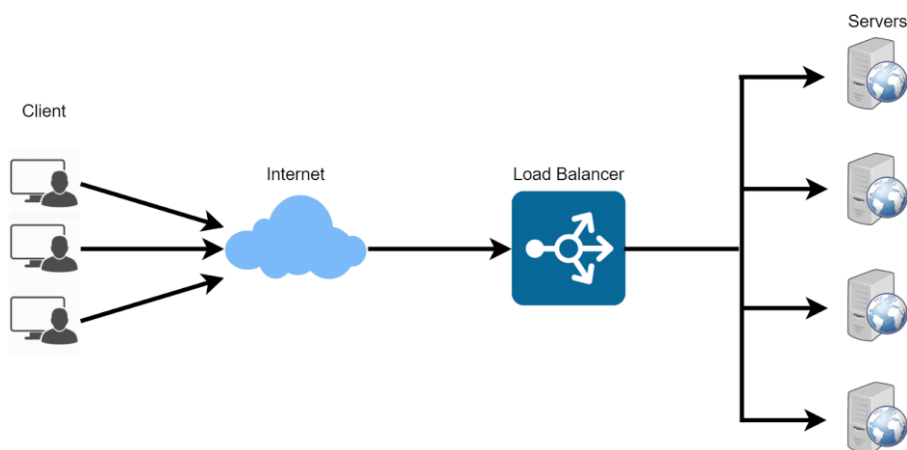


Рис. 3. Микросервисная архитектура с балансировщиком нагрузки

Load Balancer является посредником между клиентами и микросервисами. Когда запрос об услуге поступает на него, выбирается тот микросервис, который будет ответственен за выполнение данного запроса.

Также, Load Balancer использует механизмы мониторинга сервисов в режиме реального времени и отслеживает работоспособность и доступность каждого экземпляра сервиса. Если какой-то сервис выйдет из строя, балансировщик автоматически исключает его из списков доступных и перенаправляет трафик на другой работающий экземпляр.

Одним из лучших примеров реализации Load Balancer является обратный прокси-сервер [3] (англ. Reverse Proxy), показанный на рис. 4. Он выполняет функции балансировщика, а также обеспечивает безопасность взаимодействия между микросервисами и клиентами. Задача Reverse Proxy состоит в том, чтобы принимать запросы от клиентов и перенаправлять их на соответствующие микросервисы, в соответствии с их текущей загрузкой, что позволяет сохранить высокую доступность сервисов.

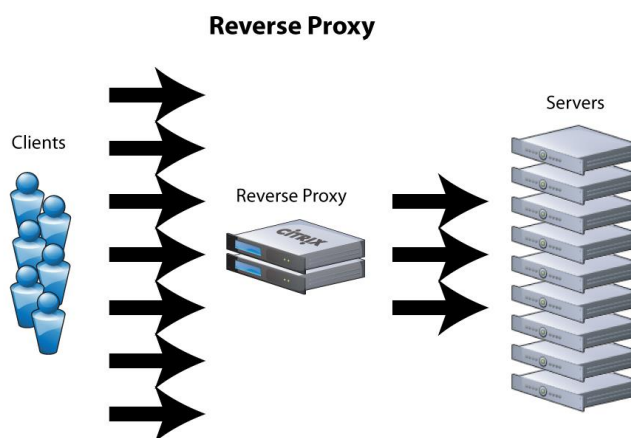


Рис. 4. Обратный прокси-сервер

Помимо этого, обратный прокси-сервер реализует такие задачи как:

- **Безопасность сетевого обмена.** Для достижения высокого уровня защиты от внешних воздействий, сообщения внутри микросервисной архитектуры шифруются.

- **Кэширование.** Прокси-сервер кэширует ответы микросервисов, что позволяет ускорить работу системы и не обращаться к ним напрямую каждый раз.

- **Маршрутизация трафика.** Reverse Proxy перенаправляет трафик на различные микросервисы, основываясь на заданных критериях (местоположения, степень загруженности и пропускная способность).

Принцип работы Reverse Proxy состоит из следующих этапов:

1. Клиент отправляет запрос на reverse proxy.
2. Reverse proxy анализирует этот запрос.

3. Reverse proxy проверяет, есть ли в кэше запрошенная информация или страница. Если страница находится в кэше, она отправляется обратно клиенту.

4. Если страница отсутствует в кэше, reverse proxy передает запрос на сервер, который находится в сети, и получает ответ.

5. Reverse proxy анализирует ответ от сервера и, если необходимо, обрабатывает его.

6. Reverse proxy отправляет полученный ответ от сервера клиенту.

Load Balancer представляет собой контроллер трафика для его распределения между экземплярами приложений, что позволяет существенно сократить время отклика.

Reverse Proxy является посредником клиент-серверного взаимодействия, который скрывает IP-адрес сервера, а также шифрует данные и обеспечивает необходимый уровень безопасности.

Таким образом были рассмотрены основные подходы к построению приложения, преимущества миграции в микросервисную архитектуру, а также сетевые технологии для её реализации.

Список используемых источников:

1. Ньюмен С. Создание микросервисов. СПб.: Питер, 2016. 304 с.
2. Ghofrani, J., Vozorgmehr, A. Migration to Microservices: Barriers and Solutions. // Applied Informatics. ICAI. Communications in Computer and Information Science : Second International Conference. 2019. pp. 269 - 280.
3. Apache HTTP Server Version 2.4 Documentation. Forward and reverse proxies. The Apache Software Foundation.

Andrievsky N., Zozulya G.

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

Principles of monoliths migration to microservices and features of its network realization. Modern telecommunication technologies evolve together with many other information spheres and often have a crucial role in their transformation and in searching for optimal solutions for users and developers. Separating large monolithic applications and increasing their fault resilience is one of the main goals for most developers and companies at the moment. Migration to microservices solves these problems, and the using of Reverse Proxy allows to get full connectivity between spatially separated services and provide resilience. This paper is devoted to the basic principles of migration from monoliths to microservices and its network realization using Reverse Proxy.

Key words: monolith, microservices, migration, service-oriented architecture, Reverse Proxy, load balancer, resiliency.

УДК 004.054
ГРНТИ 50.43.19

РАЗРАБОТКА СТЕНДА РЕАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ЗАЩИТЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ОТ DDoS-АТАК

Е. С. Бугрова, М. А. Лоншаков, И. Е. Пестов, А. А. Савельева

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

Облачные технологии получили широкое распространение в инфокоммуникационных инфраструктурах, являются актуальными для реализации. Вместе с этим возрастают и риски информационной безопасности таких инфраструктур, в связи с чем требуют внедрения механизмы защиты от несанкционированного доступа. Настоящее исследование направлено на разработку стенда для реализации эксперимента по защите виртуальных машин от DDoS-атак.

облачные технологии, виртуализация, DDoS-атака, VM, OpenStack

В настоящее время облачные технологии используются повсеместно. Однако с развитием облачных вычислений возрастает и риск несанкционированного доступа в инфраструктуру таких систем. В рамках настоящей работы проводится исследование, направленное на разработку стенда для осуществления последующего эксперимента по защите виртуальных машин от атак. Для защиты облачной инфраструктуры от таких атак, необходимо разработать эффективные средства мониторинга и симуляции атак [1]. Планируемый на следующем этапе исследования (в рамках отдельной работы) эксперимент предполагается направить на проведение сравнительного анализа эффективности двух механизмов защиты: групп безопасности OpenStack и механизма UFW, конечная цель эксперимента – определение, какой из указанных механизмов обеспечивает лучшую защиту в конкретном контексте.

В первую очередь в рамках настоящего исследования определено, что наиболее остро стоит проблема эффективной защиты информационных систем от DDoS-атак, которые являются серьезной угрозой для стабильности сетевых инфраструктур. Несмотря на то, что осенью 2023 года зафиксирован спад активности злоумышленников по организации такого вида атак на инфраструктуры в РФ, общее количество инцидентов все еще находится на высоком уровне [2]. Такой вид атак остается одним из наиболее распространенных во всем мире, при этом, учитывая отказ в обслуживании атакуемой системы, данный вид угрозы является одним из наиболее вредоносных как в техническом и экономическом плане, так и репутационном.

Далее в рамках исследования определено, что наглядного представления результатов эксперимента, а также в целом для обеспечения контроля за состоянием системы, необходимо выполнить настройку систем мониторинга. В настоящей работе использовались наработки, полученные в рамках

предыдущего исследования систем мониторинга облачной инфраструктуры [3]. Таким образом, для обеспечения мониторинга состояния виртуальных машин разрабатываемого стенда использовались следующие программные продукты, которые были настроены соответствующим образом – Grafana, Prometheus и Node Exporter [4]. Необходимость использования нескольких программных продуктов обусловлена различиями в их назначении: Node Exporter отвечает за сбор метрик с операционной системы, Prometheus отвечает за сбор метрик с запущенных сервисов и агрегирует их, Grafana отвечает за визуализацию данных на информационной панели (диаграммы, графики, и т.д.).

На следующем шаге исследования определено, что для осуществления первичного эксперимента в составе разрабатываемого стенда достаточно будет трех виртуальных машин (VM) на операционной системе Ubuntu.

На первой виртуальной машине (VM1) необходимо настроить упомянутые выше инструменты мониторинга, а также необходимо загрузить предварительно подготовленный скрипт для воспроизведения атаки.

Предварительно подготовки инфраструктуры для организации тестирования системы на устойчивость к DDoS-атаке необходимо осуществить процедуру согласования проведения такого эксперимента, в случае, если в инфраструктуре используется сторонний сервис облачных вычислений, к примеру – Amazon Web Services. Согласно политикам большинства компаний-провайдеров подобных сервисов, процедура согласования начинается с направления электронного письма с подробным описанием проводимого эксперимента и его легальности применительно к проверке устойчивости системы или конкретного сервиса. В случае проводимого в рамках настоящей работы эксперимента такое согласование проводится с администратором лабораторного комплекса. В противном случае, проведение тестирований и экспериментов на системе будет распознано как злоумышленные.

Для обеспечения работы системы мониторинга Grafana необходимо реализовать процесс визуализации метрик, способствующий более точной оценке состояния системы. В рамках разработки стенда выбраны следующие метрики: использование процессора (CPU), использование оперативной памяти (RAM), средний объем исходящего трафика, средний объем входящего трафика, статус веб-сервера, количество переданных байт на каждом используемом сетевом интерфейсе, количество переданных пакетов, количество полученных пакетов, количество полученных байт, общее количество HTTP-запросов, отправляемых на сервер, и количество переданных данных.

Аналогично настройкам VM1 на второй виртуальной машине (VM2) необходимо настроить инструменты сбора метрик (Prometheus и Node Exporter), а также загрузить скрипт для эмуляции DDoS-атак. При этом отсутствует необходимость настройки Grafana, поскольку визуальное

отображение изменения параметров работы системы будет производиться на VM1.

Третья виртуальная машина (VM3) является целевой и подвергается атаке. На VM3 необходимо настроить Prometheus, Node Exporter, веб-сервер Apache и Apache Exporter (рис. 1).

Веб-сервер Apache является свободно распространяемым и подходит для проведения эксперимента за счет относительной простоты настройки [5]. Apache Exporter необходим для обеспечения сбора метрик и контроля системы.

Для организации атаки на VM3 необходимо уточнить, что такая эмуляция должна происходить без использования механизмов блокировки трафика.

Также в рамках разработки стенда необходимо настроить на VM3 механизм защиты – межсетевой экран (firewall). В рамках настоящей работы проведены исследование и подбор межсетевого экрана, так при разработке стенда осуществлен выбор в пользу Uncomplicated FireWall (UFW).

Для осуществления эксперимента необходимо с помощью VM1 и VM2 выполнить атаку на VM3, результаты которой будут отображаться на панели мониторинга Grafana, после чего UFW необходимо отключить.

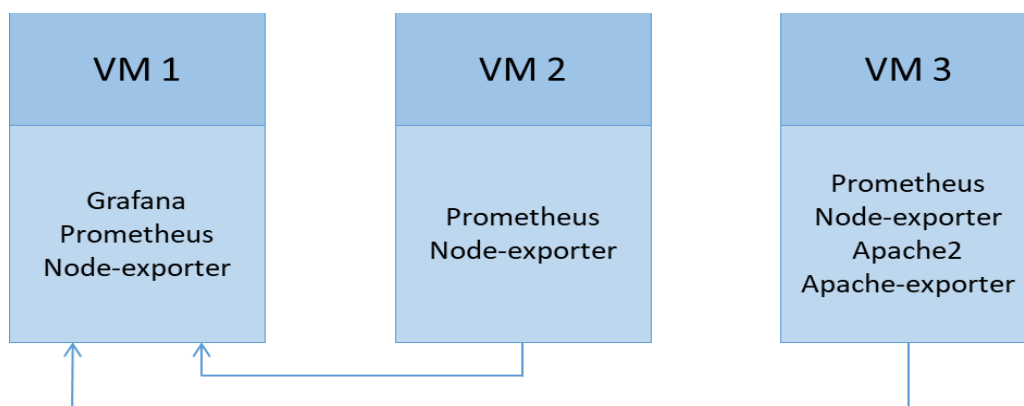


Рис. 1. Модель системы мониторинга

Для корректной реализации стенда и проведения эксперимента также необходимо выполнить настройку группы безопасности в OpenStack, которые ограничивают доступ к конкретным портам. После этого требуется повторить атаку на VM3, параллельно производя контроль результатов на информационной панели Grafana.

Таким образом, схема атаки на разработанном стенде будет следующей, как представлено на рис. 2.

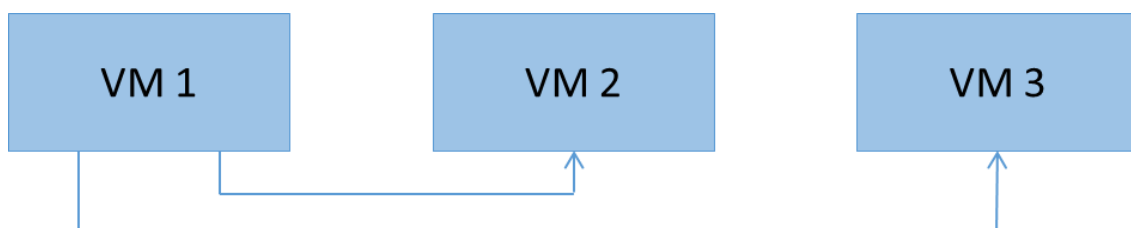


Рис. 2. Схема атаки в рамках планируемого эксперимента

Разработанный стенд позволяет провести планируемый эксперимент. После проведения эксперимента необходимо проанализировать результаты и осуществить исследование, направленное на сравнение механизмов защиты (firewall и группы безопасности) в контексте защиты от DDoS-атак. Полученные результаты помогут определить, какой из механизмов обеспечивает более эффективную защиту от DDoS-атак в данном контексте и могут быть полезны при разработке стратегий защиты информационных систем.

Таким образом, выполнен первый этап подготовки к эксперименту – разработка соответствующего стенда, которая включала установку и настройку необходимых компонентов на каждой виртуальной машине: выявление и подбор требуемых компонентов, разработку схемы стенда, установку и настройку таких инструментов как Grafana, Prometheus, Node Exporter, а также загрузку скриптов для эмуляции DDoS-атак на VM1 и VM2. VM3 подготовлена для атаки в рамках последующего эксперимента – необходимые компоненты развернуты, обеспечена возможность мониторинга и функционирования веб-сервера.

Проведение подобных исследований актуально, поскольку позволяет оценить устойчивость системы к атакам, в частности DDoS-атакам, а также обеспечить безопасность данных в облачной инфраструктуре, реализация которой также характеризуется актуальностью. В облачной инфраструктуре хранятся большие объемы данных, которые могут быть конфиденциальными или чувствительными для организации. Вывод из строя таких систем может также сказаться на репутации организации, так как временная недоступность системы и сервисов может повлечь за собой финансовые потери.

Список используемых источников:

1. Казаков Д. Б., Красов А. В., Лоханько Н. О., Подоляк Р. С. / Методика защиты сети связи от DDoS-атак с помощью BGP flowspec // Сборник научных статей конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании», 2016. С. 386-390.
2. DDoS-атаки в России: TAdviser. Государство. Бизнес. Технологии [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:DDoS-атаки_в_России (дата обращения 28.10.2023).
3. Бугрова Е.С., Пестов И.Е., Романюк Е.О., Шестакова В.А. / Мониторинг облачной инфраструктуры как средство обнаружения атак на информационную систему // Сборник научных статей конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании», 2023. С. 194-199.
4. Holopainen M. Monitoring Container Environment with Prometheus and Grafana. – 2021.
5. Nycz M., Szeliga T., Hajder P. Assessment of the vulnerability of the Apache server to DDoS attacks // Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Elektrotechnika. – 2017. – №. 1. – С. 67-76.

Bugrova E., Lonshakov M., Pestov I., Savelieva A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Stand development for implementing an experiment to protect VM from DDoS-attacks. Cloud technologies have become widespread in information and communication infrastructures and are relevant for implementation. At the same time, the information security risks of such infrastructures also increase, which requires the implementation of mechanisms to protect against unauthorized access. This research is aimed at developing a stand for implementing an experiment to protect virtual machines from DDoS-attacks.

Key words: cloud technologies, virtualization, DDoS attack, VM, OpenStack.

УДК 004.75
ГРНТИ 20.53.23

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕТЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРОССЧЕЙН-СИСТЕМ

В. С. Елагин, В. В. Жаворонкова

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

В современных блокчейн-проектах все чаще используются кроссчейн-решения для расширения программной платформы. В этой статье предложен обзорный анализ влияния основных сетевых характеристик, которые должны учитываться при планировании кроссчейн-систем. Были рассмотрены основные этапы передачи средств и информации между независимыми кроссчейнами, а также их зависимость от инфраструктуры сети.

блокчейн, кроссчейн, Ethereum, оракул, транзакция

Каждая цепочка блоков разных блокчейнов соответствуют разным независимым реестрам, и между ними нет связи. Решить данную проблему невозможно без сторонних методов, так как параметры задаются при создании платформы и в дальнейшем не подлежат изменениям [1]. Такой технологией стал кроссчейн (Cross Chain) - приложения, позволяющие передавать не только токены разных стандартов между блокчейнами-сетями, но и в целом любой тип данных [2]. Кроссчейн-мосты – это инструменты, позволяющие соединять различные блокчейн сети между собой. Они основаны на протоколах, которые позволяют обмениваться данными между блокчейнами и переносить цифровые активы между ними. Благодаря его использованию, разработчики в своих проектах смогут объединять несколько блокчейн-платформ, применяя каждую в соответствии с ее преимуществами в сравнении с другими.

Хотя идея перевода активов между разными блокчейнами довольно проста, кроссчейн-мосты сталкиваются с определенными практическими проблемами, которые напрямую зависят от таких сетевых параметров, как производительность, масштабируемость, пропускная способность и энергопотребление. Такой эффект связан с управлением различными активами блокчейнов и их противоречивыми интерфейсами, что приводит к появлению логики взаимодействия, подверженной ошибкам.

Основными сетевыми характеристиками, влияющими на планирование и апробацию кроссчейн-решения являются:

I. Пропускная способность: измеряет, какое количество информации было передано в сети за определенное время.

Передача в кроссчейн-системе считается завершенной только тогда, когда все три необходимых этапа (передача, прием, подтверждение) правильно переданы и записаны в сети получателя. Кроссчейн-система должна иметь достаточно высокую пропускную способность, так как работа такого сервиса подразумевают большое количество транзакций и передачу

объемных данных. Уменьшение пропускной способности сети негативно влияет на передачу данных в блокчейне.

При разработке кроссчейн-системы необходимо проводить анализ пропускной способности различных компонентов, используемых для обеспечения связи между двумя гетерогенными блокчейнами. Это позволяет выявить проблемные места в производительности и показать, как различается пиковая пропускная способность, достигаемая этими компонентами. Отправка запросов на создание транзакции в блокчейн назначения может осуществляться в 10 раз быстрее (например, в решениях Cosmos Gaia на базе Tendermint и Hermes Relay), чем кроссчейн-мост способен их выполнить. Это свидетельствует о том, что основную нагрузку при межсетевых переводах испытывает оракул, а не блокчейны.

Пропускная способность при межсетевых транзакциях напрямую взаимосвязана с следующими факторами блокчейнов, такими как:

1. Скорость транзакций и время подтверждения

Если в сетях блокчейн есть возможность быстро выполнять транзакции, и время подтверждения не превышает какой-то критический порог, то это поможет увеличить количество совершаемых транзакций в секунду.

2. Количество пользователей

Чем больше пользователей используют сеть блокчейн, тем большую пропускную способность она должна иметь, чтобы обеспечить быстрое выполнение транзакций. По мере роста количества запросов, подаваемых в блокчейн увеличивается объем обработки трафика, требуемой оракулом. Увеличение времени обработки приводит к тому, что кроссчейн-мост пропускает окно отправки транзакций, в результате чего валидаторы консенсуса соглашаются на пустой блок.

3. Размеры передаваемых данных

Если передаваемые данные занимают большой объем, то это может снижать пропускную способность сети.

4. Безопасность

При использовании кроссчейн-мостов необходимо учитывать алгоритмы защиты транзакций, дополнительное время генерации цифровых подписей может снизить скорость обработки транзакции.

5. Совместимость

Чтобы использование кроссчейн-мостов было эффективным, сети блокчейн должны быть совместимыми друг с другом, чтобы транзакции могли проходить без ошибок.

II. Задержка: измеряет количество времени, необходимое для завершения транзакции.

Для оценки задержки межсетевой транзакции, ее следует разбить на составляющие пункты. Операция передачи начинается с отправки сообщения о передаче от узла блокчейна отправителя и заканчивается получением сообщения о подтверждении со стороны получателя. Важно проследить время, необходимое оракулу для выполнения каждого этапа операции межсетевой передачи токенов.

Каждый из трех этапов успешной передачи кроссчейн-мостом (передача, получение, подтверждение) можно разделить на сборку, трансляцию, извлечение сообщения, подтверждение сообщения и извлечение данных. Шаги перечислены в соответствии с порядком, в котором они выполняются оракулом. Такие шаги, как передача и подтверждение сообщения, выполняются практически мгновенно для всех запрошенных транзакций. Другие этапы, такие как сборка, требуют большей обработки, и процент их завершения увеличивается постепенно.

Детектировать задержку операций следует с момента получения сообщения о передаче токенов. После детектирования события, оракул извлекает информацию о состоянии из блокчейна (извлечение сообщения), подтверждает, что оно было зафиксировано (подтверждение) и запрашивает содержащиеся в нем данные в блокчейн (извлечение данных) для построения следующего сообщения, требуемого кроссчейн-мостом.

Блоки обрабатываются оракулом последовательно, что заставляет его обрабатывать первый шаг для каждого сообщения о передаче внутри блока, прежде чем переходить к следующему. Основным проблемой в процессе межсетевой транзакции являются операции, которые извлекают данные из сообщений о передаче и получении, включенных в блокчейн. Многие кроссчейн-мосты не могут обрабатывать запросы параллельно, что требует от оракула ждать, пока его запросы на данные обрабатываются один за другим. Это приводит к задержкам завершения запросов порядка нескольких минут.

III. Масштабируемость: измеряет изменение пропускной способности и задержки сети с учетом количества параллельно работающих оракулов.

Масштабируемость должна обеспечивать быструю обработку транзакций и минимальные задержки, чтобы пользователи могли оперативно взаимодействовать с кроссчейн-мостом, оставляя основную сетевую нагрузку на обработку запроса оракулом.

Многие кроссчейн-мосты не могут обрабатывать запросы параллельно, что требует от оракула ждать, пока его запросы на данные обрабатываются один за другим. Это приводит к задержкам завершения запросов порядка нескольких минут.

Можно сделать вывод, что отправка межсетевых транзакций большим количеством, хотя и более проста в исполнении, поскольку не нужно координировать отправку по нескольким блокам, сильно увеличивает задержку завершения передачи активов. Увеличение отправки с 1 до 16 блоков обеспечивает 70% снижение задержки исполнения транзакции. Однако, при разделении отправки на несколько блоков приводит к тому, что передача начинает завершаться раньше, с шагом, пропорциональным количеству запросов на передачу внутри каждого блока.

IV. Энергопотребление

Кроссчейн-мосты представляют собой инфраструктуру, которая осуществляет передачу цифровых активов между различными блокчейнами и протоколами. При выполнении таких операций мосты могут взимать различные комиссии за обмен активов в разных сетях.

Основным условием для работы кросчейн-мостов является необходимость в обращении запросов к смарт-контрактам оракула. По сути, когда появляется запрос на межсетевой перевод, мост должен обратиться к сервису для получения актуальных данных. Оракул выполняет две транзакции - в исходном блокчейне и в блокчейне назначения, чтобы подтвердить перемещение активов.

Однако, любой вызов транзакции подразумевает наличие газа, измеряющего объем работы, которую майнеры должны выполнить, чтобы включить транзакции в блок. Без комиссии запись не может быть записана в блок, что существенно усложняет работу кроссчейн-мостов, так как по сути пользователь вынужден заплатить сразу двойную комиссию. [3]

Каждый блок в сети Ethereum имеет базовую комиссию, определяемую спросом сети: базовая комиссия основана на размере предыдущего блока в сравнении с размером целевого блока (где размер относится к общему количеству газа, используемого для всех транзакций, которые включает блок). Если размер предыдущего блока превышает целевой, базовая комиссия следующего блока увеличивается на 12,5%. Это дает пользователю (или его кошельку) полную уверенность относительно базовой комиссии предстоящего блока. Для включения в блок общая стоимость газа должна как минимум соответствовать этой цене.[4]

Если лимит газа занижен, транзакция может зависнуть или ее могут вообще отклонить, что приведет к потере газа, заплаченного за выполнение транзакции. Если транзакция обрабатывается в пределах лимита, оставшаяся часть газа будет возвращена в кошелек инициатора транзакции.

При наличии большого количества участников сети, пользователи вынуждены платить комиссию за приоритет, также называемую «чаевыми майнерам», побуждая их отдавать приоритет транзакции. Естественно, достанется ли она на самом деле майнеру, зависит от используемого ими механизма консенсуса: в сетях Proof of Stake комиссия за приоритет идет валидаторам, а не майнерам.

Значительная доля снижения энергопотребления наблюдается в кроссчейн-платформах, где используется алгоритм консенсуса proof-of-stake (PoS) ведь в отличие от других консенсусов, участникам сети не обязательно иметь большие вычислительные мощности для возможности майнинга.

Также положительное влияние на энергопотребление оказывает принцип шардинга, часто встречаемый в кроссчейн-мостах. Это процесс разделения блокчейна на более мелкие подцепочки (так называемые шарды). Шарды могут быть основаны на некоторых конкретных критериях, таких как использование определенных приложений или географическое расположение. При использовании шардинга большинству узлов-валидаторов потребуется хранить и обрабатывать транзакций только для определенных шардов, а не для всей цепи. Только небольшое количество узлов хранит историю всей цепочки. Если валидаторы случайным образом назначаются на шард, и результат, с которым согласилось большинство, принимается как текущее истинное состояние цепочки, безопасность транзакций по-прежнему гарантируется, при

этом повышается пропускная способность обработки транзакций. При этом необходимость в вовлечении узлов-валидаторов для общей цепи понижается.

Однако, данный метод имеет следующие проблемы, которые необходимо решить в рамках кроссчейн взаимодействия:

1. медленную межшардовую связь;
2. сложности при синхронизации пользовательских запросов, требующих перевода на два или более шардов;
3. риск сговора валидаторов в некоторых моделях. [5]

Несмотря на то, что кроссчейн-решения нашли свое применение в блокчейн сетях, существуют некоторые трудности и проблемы при использовании рассмотренной технологии. Можно сделать вывод, что при разработке кроссчейн-системы с точки зрения сетевой инфраструктуры должны быть обеспечены такие требования, как: высокая пропускная способность, малое число задержек в сети, возможность масштабирования сети и снабжение должным энергопотреблением не только в блокчейнах отправителя и получателя, но и программного оракула.

Список используемых источников:

1 Статистика по блокчейну: анализ данных и доля рынка в 2023 году // Finances Online URL:<https://financesonline.com/blockchain-statistics/>(дата обращения: 18.05.2023).

2.Кожина В. О., Григорьева М.В. Технология блокчейн как инструмент формирования экосистемы бизнеса // Журнал «Инновационная экономика: Информация, аналитика, прогнозы». 2022. № 2. С. 12–19.

3. Rita Tsepeleva, Vladimir Korkhov Building DeFi Applications Using Cross-Blockchain Interaction on the Wish Swap Platform // Computers. – 2022

4. Руководство пользователя: Газ // MetaMask URL: <https://support.metamask.io/> (дата обращения: 12.06.2023).

5. Ruzanna Chitchyan, Jordan Murkin Review of Blockchain Technology and its Expectations: Case of the Energy Sector // Computers. – 2019

Elagin V., Zhavoronkova V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Evaluating the impact of network characteristics in the development of crosschain systems. Modern blockchain projects are increasingly using crosschain solutions to extend the software platform. This paper offers an overview analysis of the impact of key network characteristics that should be considered when planning crosschain systems. The main steps in the transfer of funds and information between independent crosschains and their dependence on the network infrastructure were discussed.

Key words: blockchain, crosschain, Ethereum, oracle, transaction.

УДК 004.732
ГРНТИ 49.33.31

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ SEBA/VOLTHA НА СЕТИ ДЛЯ МУЛЬТИВЕНДОРНОГО ДОСТУПА

В. С. Елагин, Д. А. Чекалов

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

Широкополосный доступ на нынешнем этапе развития технологий передачи данных и телекоммуникационного оптического оборудования является ключевым в IT-сфере. Все большее количество новых клиентов подключается к еще большему количеству различных IT-сервисов и интернет-приложений, что ставит новые вызовы перед поставщиками IT-услуг и операторов IP-связи на уровне доступа. Для качественного предоставления услуг связи и управления доступом к интернет-сервисам поставщик услуг стремится унифицировать этот процесс, ограничивая различия технологий доступа (PON, xDSL и т.д.), разделив (деагрегировав) аппаратные и программные компоненты устройств доступа (коммутаторов, маршрутизаторов и OLT).

широкополосный доступ, PON, SEBA/VOLTHA, ONF, FTTB, OLT, SDN-коммутатор, ONOS

Традиционное управление оптической сетью и ее недостатки

В привычном исполнении широкополосный доступ с помощью оптических технологий строится на принципе оптического древа, когда к OLT (Optical Line Terminal) подключаются через SFP-модули определенное количество ONT (Optical Network Terminal), т.е. оптических модемов, установленных у клиента в помещении по технологии FTTH (на данный момент до 128 модемов) (рис.1) [1]. Все управление подобной сетью происходит непосредственно на оборудовании OLT через ACS-сервер по протоколу OMCI. То есть для управления сетью оптического доступа необходимо «опуститься» до уровня OLT и настраивать параметры скорости для клиентов и политики доступа на нем. А хотелось бы «поднять» управление доступом выше - в центральный офис (ЦО) оператора услуг связи. Но есть проблема. Каждая технология доступа имеет свой набор протоколов, и, кроме того, поставщики имеют собственную интерпретацию одних и тех же стандартов. Проблема усугубляется тем, что эти межвендорные различия между поставщиками и технологиями просачиваются в централизованные системы OSS поставщика услуг, создавая множество проблем с совместимостью. В идеале все оборудование поставщиков для одной и той же технологии доступа должно предоставлять одинаковый интерфейс контроля и управления. Но это не так.

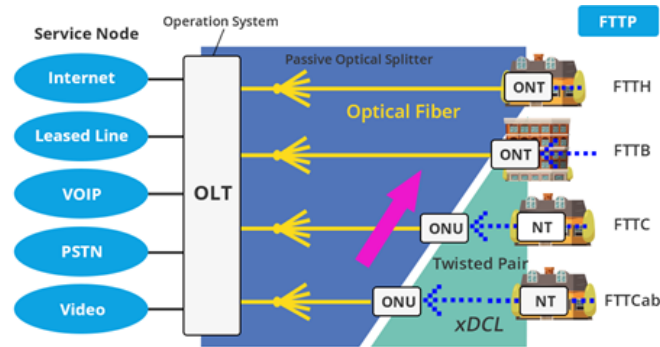


Рис. 1 Схематическая архитектура сети доступа по технологии FTTx

Виртуализация доступа с помощью SEBA и VOLTHA на сети оператора связи

SEBA – это архитектура виртуализированного доступа, предложенная ONF (Open Networking Foundation), которая позволяет обеспечить широкополосный доступ с поддержкой программного обеспечения благодаря виртуализации управления такой сетью и облачности для сетей широкополосного доступа на основе PON для развертываний FTTH [2]. Проект внедряет несколько нововведений. Переформатирует центральный офис компании в ЦОД, работающий с технологией SDN (ONOS) и NFV, а также прочих облачных технологий для создания гибких центров обработки данных по всей сети оператора [3,4]. SEBA поддерживает транзитную связь и оптимизирован так, чтобы трафик мог проходить прямо к магистральной сети без необходимости обработки VNF на сервере. Он создан на основе открытого кода Kubernetes, отличается высокой скоростью и работает с интеграцией OSS. Он служит основой архитектуры управления VOLTHA [5].



Рис.2 Архитектура ONOS

VOLTHA (Virtual OLT Hardware Abstraction) – это смежный проект SEBA, разработанный для взаимодействия с оптическими сетями PON и XGS-PON,

который представляет общую систему управления сетью PON, поверх которой находится кластер ONOS (рис.2), включающий различные приложения, предоставляющие услуги, предоставляемые PON. VOLTHA взаимодействует с кластером ONOS для служб и приложений сети, расположенным выше, в то же время как сама отвечает за управление OLT и ONT на своей стороне [6]. Для связности между этими двумя системами используется протокол OpenFlow (рис.3). Все программные компоненты проекта VOLTHA помещены в контейнеры, а среда развертывания - Kubernetes, аналогично ONOS. В данной концепции подключенные сетевые устройства доступа (OLT, ONT) выглядят как программируемые коммутаторы SDN. На OLT устанавливается Агент OpenOLT, который предоставляет интерфейс управления и контроля на основе gRPC (Remote Procedure Calls — система удалённого вызова процедур). Агент OpenOLT используется VOLTHA через адаптер OpenOLT (рис.3) [7]. Также разворачиваются несколько кластеров: etcd кластер как надежного и устойчивого к сбоям key-value базы данных; кластер kafka, с помощью которого разные микро-сервисы общаются друг с другом (также используется для отправки логов). На интерфейсе, взаимодействующим с кластером ONOS, VOLTHA предоставляет набор API, которые позволяют сети PON выглядеть как программируемый SDN-коммутатор для контроллера SDN. А со стороны оборудования «белого ящика» VOLTHA взаимодействует с аппаратными устройствами PON, используя протоколы конкретного поставщика через адаптеры OLT и ONT.

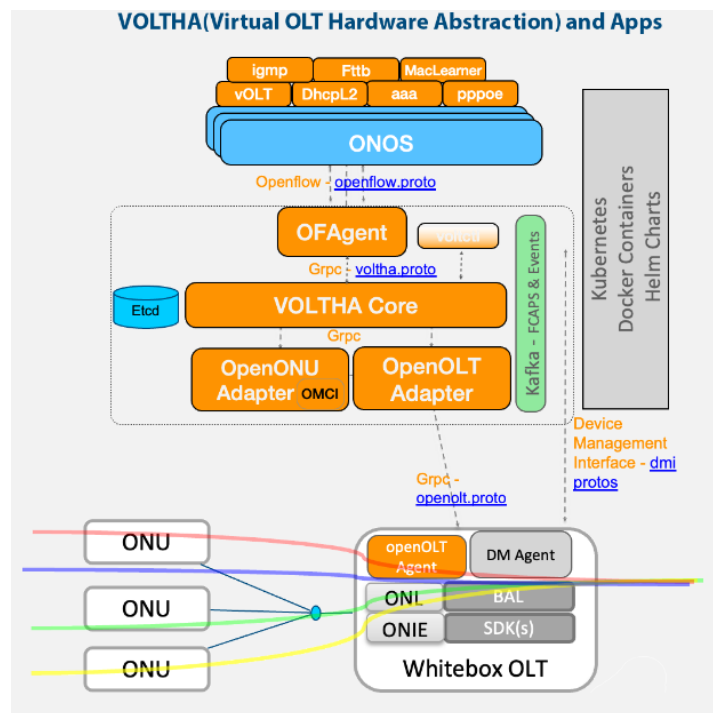


Рис.3 Структура VOLTHA

Выводы и перспективы применения данного программно-управляемого решения на сетях с иным видом доступа

Цель проекта VOLTHA - обеспечить изоляцию между независимой от вендора системой управления PON с ее последующим выведением в центральный офис поставщика услуг и набором аппаратных устройств PON от конкретного вендора и «белого ящика». Это позволит провайдеру рассматривать со стороны своего ЦО «предоставление ШПД как услуги». Изначально предполагалось использовать концепцию SEBA для предоставления сервисов только через оптоволокно и управлять им посредством VOLTHA, но идея использования кластеризации услуг и использования ONOS позволяет использовать и другие типы доступа. Поэтому ONF ожидает, что другие типы сетей доступа в конечном итоге также будут использоваться в концепции SEBA.

Список используемых источников:

1. Зингеренко Ю.А. Пассивные оптические сети XPON: учебное пособие. Санкт-Петербург, 2020, с. 63-72.
2. Сайт ONF: SEBA/VOLTHA [Электронный ресурс]. URL: <https://opennetworking.org/voltha/> (дата обращения 21.10.2023).
3. Berde P. et al. ONOS: towards an open, distributed SDN OS //Proceedings of the third workshop on Hot topics in software defined networking. – 2014. – С. 1-6.
4. Das S. From CORD to SDN enabled broadband access (SEBA) [Invited Tutorial] //Journal of Optical Communications and Networking. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. A88-A99.
5. ИТУ-T-рекомендация: ИТУ-T SG 15 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itu.int/md/T17-SG15-190701-TD-WP1-0395> (дата обращения 20.10.2023).
6. Koyasako Y. et al. Motion control system with time-varying delay compensation for access edge computing //IEEE Access. – 2021. – Т. 9. – С. 90669-90676.
7. GitHub: Агент OpenOLT на терминалах оптических линий (OLT) [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/opencord/openolt> (дата обращения 21.10.2023).

Elagin V., Chekalov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Implementation of the seba/voltha concept on a network for multi-vendor access. Broadband access at the current stage of development of data transmission technologies and telecommunication optical equipment is key in the IT sphere. An increasing number of new customers are connecting to an even greater number of different IT services and Internet applications, which poses new challenges to IT service providers and IP communication operators at the access level. In order to provide high-quality communication services and manage access to Internet services, the service provider seeks to unify this process by limiting the differences in access technologies (PON, xDSL, etc.) by separating (disaggregating) the hardware and software components of access devices (switches, routers, and OLT).

Key words: broadband access, PON, VOLTA, OF, FTP, OLD, SAN Switch, ONOS.

УДК 004.056.001

ГРНТИ 81.93.29

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТРАФИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ СОБЫТИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

М. Н. Касенова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Обнаружение сетевых атак является одной из наиболее актуальных проблем защиты информации в связи с быстрым развитием компьютерных технологий и несовершенством существующих методов обнаружения атак. Для улучшения, текущего состояния в этой области усилия исследователей направлены на поиск и применение новых, в том числе гибридных и адаптивных схем обнаружения.

сетевые атаки, сигнатурный метод, аномальный метод, нейронные сети

С появлением новейших технологий и использованием глобального Интернета создаются различные типы атак для кражи личной и конфиденциальной информации пользователей. Для решения этой проблемы было предложено несколько методов, основанных на обнаружении сигнатур и аномалий. Однако оба метода обнаружения не могут точно обнаружить атаки. Метод, основанный на сигнатурах, обнаруживает только известные атаки. В результате существует вероятность ложных срабатываний. С другой стороны, метод, основанный на аномалиях, позволяет реагировать на ранее неизвестные атаки, но подвержен ложным срабатываниям и требует точной настройки для каждого наблюдаемого объекта. Каждая организация, отрасль и правительство нуждаются в решениях сетевой безопасности для защиты от растущей угрозы кибератак. Поскольку не существует сети, защищенной от сетевых атак, существует необходимость в более эффективной и стабильной сети для защиты бизнес-данных и данных клиентов. Таким образом, определение различных видов сетевых атак становится основной проблемой в области сетевой безопасности, которую необходимо решить, особенно тех атак, которые никогда не наблюдались ранее.

В статье рассматриваются два метода обнаружения атак, существуют два типа систем выявления сетевых вторжений: обнаружение на основе сигнатур и выявление с помощью аномалий. Обнаружение сигнатур – метод, который широко используется в системах обнаружения вторжений (IDS), а также во многих защитно-антивирусных программах и антишпионских средствах. А способ выявления на базе аномалий выявляет вредоносную активность сети путем нахождения нестандартных сетевых моделей. Основная цель исследования – обнаружить подозрительных пользователей до того, как они смогут полностью совершить атаку на систему. Стоит отметить, что гибридное обнаружение в системе безопасности имеет сочетание аномалий и злоупотреблений, что используется для снижения частоты

ложноположительных результатов анонимных атак при увеличении скорости обнаружения распознаваемых вторжений. Некоторые из существующих на данный момент устройств имеют внутри себя нейронную сеть, которая решает определенную задачу системы. Все виды атаки ставят перед собой одну задачу – снизить доступность сетевого устройства для легитимных пользователей. Для эффективного предотвращения этих атак необходимо выполнение четырех логических стадий:

- Предупреждение (установка и настройка межсетевого экрана, средства автоматического обнаружения вторжений, регулярное обновление ПО критических сервисов сетевого устройства, поиск возможных уязвимостей);
- Обнаружение факта атаки (анализ трафика: идентификация типа трафика, например, ICMP, UDP, TCP, поддельный IP);
- Определение источника атаки;
- Противодействие атаке (это может быть действие администратора, направленные на оперативное создание правил для МЭ, либо дорогостоящее оборудование мониторинга и автоматического реагирования).

Для предотвращения этих атак применяются следующие методы детектирования атаки:

- Сигнатурный анализ – исследования трафика на предмет соответствия шаблону атаки;
- Аномальный анализ – исследование трафика на предмет несоответствия телекоммуникационной активности нормам, установленным для конкретной сети;
- Гибридный метод;
- Интеллектуальные методы обнаружения сетевых атак.

Метод обнаружения атак на основе сигнатур используется для обнаружения известных атак. Однако, современные технологии атак развиваются очень быстро и зачастую база сигнатур не способна покрыть все существующие на текущий момент способы атак. В связи с этим очень важным является способность сети анализировать информационные сетевые потоки с целью обнаружения и своевременного распознавания аномальных потенциально опасных в контексте атак ситуаций. Методы аномального поведения трафика в сети используются для обнаружения неизвестных атак.

Гибридный метод обнаружения атак объединяет сигнатурный метод и метод обнаружения аномалий (отклонений от нормального поведения). Преимущества данного метода: Система обнаружения атак сохраняет устойчивость к известным атакам и низкую вычислительную сложность при обнаружении злоупотреблений, а также приобретает дополнительное свойство адаптивности к неизвестным атакам.

ТАБЛИЦА 1. Сравнительная таблица методов обнаружения атак

Аномальный метод	Сигнатурный метод	Интеллектуальный анализ с использованием нейронных сетей
Преимущества		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Эффективны против низкоинтенсивных атак – уменьшение числа новых подключений отразится на среднем их числе; 2. Теоретически способны обнаруживать неизвестные атаки; 3. Не требуют изначальных данных о «нормальном» поведении, рассчитывая параметры «на лету»; 4. Скорость обнаружения достаточно высока при наличии рассчитанных данных. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость обработки запроса выше; 2. Наиболее эффективна против атак, истощающих полосу пропускания сети, или в локальных сетях, где можно составить перечень адресов источников, чьи пакеты гарантированно являются «нормальными». 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более точно обнаруживает атаки; 2. Количество ложных срабатываний минимально; 3. Обнаруживает аномалии; 4. Выявляет новые признаки атак; 5. Требуются дополнительные аппаратные ресурсы.
<p style="text-align: center;">Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Большое количество ошибок первого рода из-за индивидуальности сетей и трафика; 2. Длительный расчет данных о «нормальном» поведении трафика; 3. Чувствительны к выбору статистических распределений. 	<p style="text-align: center;">Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количество ложных срабатываний выше; 2. Точность обнаружения атак ниже; 3. Не выявляет новых признаков; 4. Не обнаруживает аномалии (включая атаки методом перебора); 5. Не удастся оценить уровень аномалий; 6. Невозможно создать сигнатуру для каждой атаки; 7. Малоэффективна против низкоинтенсивных DDoS, RDoS, когда трудно достоверно отличить обычные пользовательские запросы от «зловредных». 	<p style="text-align: center;">Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость обработки запроса ниже.

При решении задач, связанных с диагностикой и защитой сетевых ресурсов, центральным вопросом является оперативное обнаружение состояния информационно-телекоммуникационной сети, приводящих к потере полной или частичной ее работоспособности, уничтожению, искажению или утечке информации, являющихся следствием отказов, сбоя

случайного характера или результатом получения злоумышленником несанкционированного доступа к сетевым ресурсам, проникновения сетевых червей, вирусов и других угроз информационной безопасности. Раннее обнаружение таких состояний позволит своевременно устранить их причину, а также предотвратит возможные катастрофические последствия. Архитектура интеллектуального метода обнаружения атак состоит из:

1. Предварительная обработка данных: этап предварительной обработки заключается в преобразовании входных данных в матричный формат, который можно векторизовать.

2. Извлечение функций: Признаки собираются по признакам, извлеченным в виде векторов, и назначаются разным каналам для обучения.

3. Обучение на основе нейронных сетей: каждый обучающий канал соответствует нейронной сети, а затем генерирует классификаторы для обнаружения сетевых атак. Признаки, извлеченные на предыдущем шаге, вводятся для обучения нейронной сети. При выборе нейронной сети следует учитывать характеристики признаков.

4. Обнаружение атаки: каждое обнаружение соответствует классификатору, и классификатор отвечает, является ли трафик атакой или нет. Затем в результате получается, является ли исходный трафик атакой или нет. Предварительная обработка данных и извлечение признаков необходимы до этапа обнаружения атаки.

В статье проведен сравнительный анализ методов обнаружения и классификации сетевых атак, рассматривается одновременное использование двух методов для решения проблемы обнаружения сетевых атак. В статье также представлена применения систем обнаружения атак, кратко описаны структура и принципы работы таких систем, проведена их классификация по ряду критериев, рассмотрены вопросы, связанные с использованием систем обнаружения атак. Также представлено предложение по использованию методов интеллектуального анализа данных в задачах обнаружения сетевых аномалий. Многие исследователи считают, что перспективным направлением проектирования систем обнаружения атак сегодня является использование гибридных подходов, сочетающих достоинства сигнатур и эвристики, использование методов больших данных и проактивного мониторинга безопасности, что позволяет снизить количество ложных срабатываний и повысить эффективность системы обнаружения. Однако сетевые атаки постоянно изменяются, поскольку злоумышленники используют индивидуальные подходы, а также в связи с регулярными изменениями в программном обеспечении и аппаратных средствах систем. Вне зависимости от используемых методов обнаружения атак, системы обнаружения атак сталкиваются с одинаковой проблемой - постоянно изменяющиеся характеристики сетевых атак требуют гибкой защитной системы, которая способна оставаться эффективной, даже если не известны точные характеристики атаки.

Список используемых источников:

1. Сафронова, Е. О. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования DoS атак / Е. О. Сафронова, Г. А. Жук. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 23 (261). — С. 27-30. — URL: <https://moluch.ru/archive/261/60203/> (дата обращения: 13.11.2023).
2. Ширин К. О. Современные подходы к решению проблемы защиты от сетевых атак «Отказ в обслуживании»: системы автоматического предотвращения вторжений // Т-Comm. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-resheniyu-problemy-zaschity-ot-setevyh-atak-otkaz-v-obslyuzhivanii-sistemy-avtomaticheskogo-predotvrascheniya> (дата обращения: 13.11.2023).
3. Reza Raei and Mohammadi Shapour and Tajik Mohammad. An Intelligent technical analysis using neural network. Management Science Letters. July 2011. P. 355-362. doi = 10.5267/j.msl.2011.02.002
4. Aljabri, M., Aljameel, S. S., Mohammad, R. M. A., Almotiri, S. H., Mirza, S., Anis, F. M., Aboulmour, M., Alomari, D. M., Alhamed, D. H., & Altamimi, H. S. (2021). Intelligent Techniques for Detecting Network Attacks: Review and Research Directions. Sensors (Basel, Switzerland), 21(21), 7070. <https://doi.org/10.3390/s21217070>
5. Harshita, Harshita. "Detection and Prevention of ICMP Flood DDOS Attack. International Journal of New Technology and Research, vol. 3, no. 3, Mar. 2017. P. 63-69.

Kassenova M.

L.N. Gumilyov Eurasian National University

Identification of traffic, classification of events and investigation of methods of their detection.

Detection of network attacks is one of the most urgent problems of information protection due to the rapid development of computer technologies and the imperfection of existing methods of detecting attacks. To improve the current state in this area, the efforts of researchers are aimed at finding and applying new, including hybrid and adaptive detection schemes.

Key words: *network attacks, signature method, anomalous method, neural networks.*

УДК 004.896
ГРНТИ 28.23.27

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В СЕТЯХ 6G

Е. Д. Обухов

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

Работа посвящена краткому разбору технологии Edge AI, представляющей собой слияние технологий граничных вычислений и искусственного интеллекта. В статье рассматриваются сложности, с которыми могут столкнуться ML-инженеры при использовании данной технологии. Также были рассмотрены типичные варианты организации архитектуры сети устройств Edge AI.

искусственный интеллект, пограничные вычисления, сети 5G и 6G, интернет вещей, Edge AI, облачные вычисления

Развитие интернета вещей и облачных технологий подтолкнуло к развитию граничных вычислений. Отличительной особенностью граничных вычислений является то, что часть или все вычисления производятся на границе сети, а не в облачном кластере. Граничные вычисления нацелены на решение проблем возникающих при использовании облаков, приносят новые преимущества, но однако имеют и свои недостатки по сравнению с облачными вычислениями [1]. Типичным примером использования граничных вычислений является беспилотные автомобили и связанная с ним инфраструктура. В этом примере львиная доля вычислений выполняется на самом вычислительном устройстве автомобиля, т. к. задержка со стороны вычислительного облака была бы слишком велика, а также объем передаваемых данных слишком большой для сети, к которой подключен автомобиль.

Преимуществом граничных вычислений над облачными является отсутствие необходимости передавать большие объемы данных через публичную сеть. По текущим прогнозам количество генерируемых данных всеми устройствами обгоняет скорость прироста пропускной способности сети [1]. Отсутствие необходимости передавать данные через сеть также открывает возможности к обработке данных в реальном времени, что является обязательным требованием для ряда задач.

Последние десять лет были связаны с бурным развитием технологии 5G, пришедшей на смену 4G. Технология 5G позволила значительно увеличить скорость передачи данных и плотность сети, позволяя обслуживать гораздо большее количество устройств на одну единицу площади [2].

В конце 2010-х годов началась разработка шестого поколения мобильных сетей 6G. Данная технология должна обеспечивать еще большую скорость передачи данных (от 100 Гбит/с до 1 Тбит/с), и еще большую плотность сети [3].

В добавок к упомянутым выше технологиям, текущее время характеризуется активным развитием технологий искусственного интеллекта и их внедрения в различные сферы от медицины и производства до сферы развлечений.

Edge AI – это технология основанная на слиянии граничных вычислений с технологиями искусственного интеллекта. Использование технологий ИИ на граничных устройствах позволит создавать еще более гибкие и универсальные информационные системы, которые могут быть использованы во многих областях человеческой жизнедеятельности.

Однако использование технологий искусственного интеллекта на граничных устройствах сопряжено с рядом трудностей.

Главная задача, которая стоит перед граничными устройствами, – как организовать обучение модели машинного обучения в условиях ограниченных вычислительных и дисковых ресурсов? ML инженеры при разработке системы могут воспользоваться специализированными библиотеками исходного кода, специально адаптированными для их использования на граничных устройствах, устройствах интернета вещей и встроенных устройствах, в условиях, когда процессорные ресурсы ограничены. Примерами таких инструментов могут являться библиотеки TensorFlow Lite, PyTorch Mobile, OpenVINO и прочие [4].

Упрощение моделей машинного обучения без значительного ухудшения качества их работы в том случае, когда это возможно, также может облегчить применение методов искусственного интеллекта на граничных устройствах.

Другой проблемой является ограниченное дисковое пространство граничных устройств для хранения данных, используемых при обучении моделей. Данное ограничение может быть смягчено при использовании дополнительных узлов для хранения данных, расположенных близко к самим граничным устройствам. Эти узлы имеют название узлов туманных вычислений. Данные узлы характеризуется тем, что они находятся достаточно близко к границе сети и не имеют таких же жестких аппаратных ограничений как большинство граничных устройств. Помимо хранения данных на узлах туманных вычислений возможно производить обучение моделей в том случае, когда аппаратные возможности граничных устройств не позволяют это делать [4].

В случае, когда обучение модели невозможно осуществить на границе сети, рабочим подходом является использование гибридной архитектуры, при которой обучение моделей производится в удаленном вычислительном облаке [2].

Находящаяся в разработке технология 6G будет способствовать применению ИИ в граничных вычислениях. Высокая скорость передачи данных вместе с большой пропускной способностью канала упростит использование ИИ в том случае, если для конкретной задачи возникает потребность в отправке обучающих данных либо в облако, либо в узлы туманных вычислений.

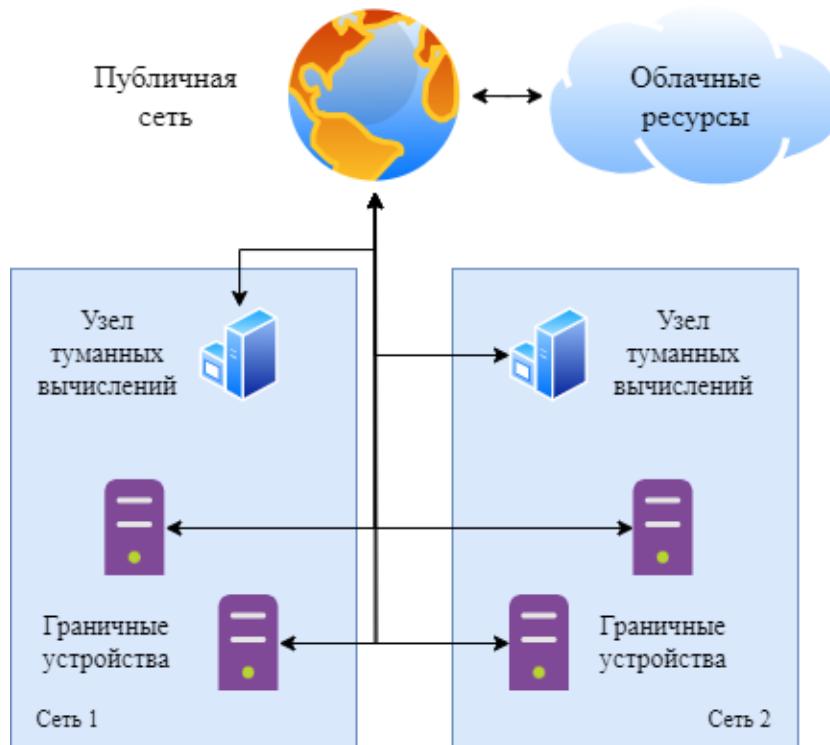


Рис. 1. Схема архитектуры сети Edge AI

Устройства должны решать следующие задачи, без выполнения которых невозможно функционирование сети Edge AI:

- *Сбор обучающих данных:* Граничные устройства генерируют обучающие данные посредством сенсоров или каким-либо другим путем, например посредством захвата ввода данных пользователя.
- *Хранение данных:* Данные граничных устройств сохраняются для последующего обучения в облаке, в узлах туманных вычислений, либо на самих граничных устройствах.
- *Обучение моделей:* Накопленные данные используются для обучения моделей машинного обучения. Обучение может проводиться в любом месте сети – в облаке, в узле туманных вычислений, на граничном устройстве.
- *Развертывание моделей:* Если обучение моделей производилось не на граничных устройствах (например, в облаке), то их необходимо развернуть на краю сети.
- *Выполнение моделей:* После обучения и развертывания модель готова к использованию на реальных входных данных.

При выборе архитектуры построения сети Edge AI критически важно выбрать правильную архитектуру, которая подходит для решения целевой задачи. Выбор конкретной архитектуры обуславливает набор критериев, которым должна удовлетворять система. Примером такого критерия является критерий необходимости обработки данных в реальном времени. Примером другого критерия могут являться временные требования для обучения моделей. Грамотный ML инженер должен учесть все эти критерии и выбрать надлежащую архитектуру для поставленной задачи.

Ниже перечислены несколько вариантов архитектуры сети Edge AI:

- *Обучение в облаке, выполнение на граничных устройствах:* Данный подход предполагает, что обучение моделей будет осуществляться за счет вычислительных ресурсов облака. Данные для обучения моделей собираются граничными устройствами и пересылаются в облако на хранение. Обученные модели развертываются на граничных устройствах. Данная архитектура подходит для задач, где обучаемая модель слишком сложна для граничных устройств и узлов туманных вычислений.

- *Обучение и выполнение на граничных устройствах:* Генерируемые данные не покидают граничное устройство. Хранение данных, обучение и развертывание модели происходит на самом устройстве. Данный подход является оптимальным, если вычислительных и дисковых ресурсов граничных устройств хватает для обслуживания модели.

- *Обучение в узлах туманных вычислений, выполнение на граничных устройствах:* Данный подход является промежуточным и подходит для задач, где ресурсов туманных узлов хватает для обслуживания модели. Вместо отправки обучающих данных в удаленное облако, данные пересылаются на ближайший узел туманных вычислений для хранения и для обучения модели. Обученные модели, как и для предыдущего случая, развертываются на ближайших граничных устройствах.

Список используемых источников:

1. Shi W., Dustdar S. 2016. The Promise of Edge Computing. // Computer, V. 49(5), P. 78–81.
2. International telecommunication union. November 2017. Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s) // Report ITU-R M.2410-0.
3. David K., Berndt H. 2018. 6G Vision and Requirements: Is There Any Need for Beyond 5G? // IEEE Vehicular Technology Magazine. V 13(3), September 2018.
4. Jaber S., Soldatos J., Milovanovic M., Husser L. 2023. Edge AI technology report [E Reference]. URL: <https://www.wevolver.com/article/2023-edge-ai-technology-report> (access date: 03 Nov., 2023).

Obukhov E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Intelligent distributed edge computing in 6G networks.

This article provides brief introduction to the Edge AI technology. Edge AI is a new technology that combines edge computing and artificial intelligence. The article considers the difficulties that ML-engineers may face when using this technology. Typical Edge AI network architecture options were also considered.

Key words: artificial intelligence, edge computing, 5G and 6G networks, internet of things, edge AI, cloud computing.

УДК 004.72
ГРНТИ 49.33.29

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ УЯЗВИМОСТЕЙ БЛОКЧЕЙН В СЕТЯХ KDN

А. А. Сербин, М. А. Федянцева

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

Использование технологий машинного обучения и блокчейн в сетях KDN обеспечивает повышенный уровень самоуправления. Блокчейн используется для массового анализа данных, администрирования сети, контроля доступа и т.д. Однако помимо многочисленных преимуществ, технология обладает уязвимостями. В этой статье рассматриваются потенциальные уязвимости как для индивидуальных узлов, так и для всей блокчейн-сети в целом, а также предлагаются способы предотвращения сетевых атак на связанные узлы. Помимо этого, рассматривается использование телеметрии для обнаружения подобных атак.

KDN, SDN, блокчейн, машинное обучение, телеметрия, сетевые атаки

Knowledge-defined network (KDN) — это усовершенствованная версия программно-конфигурируемых сетей (SDN). Основное отличие KDN — это плоскость знаний, которая используется для генерации данных администрирования из сведений, собранных на сети, и отделяется от логики управления, как показано на рис. 1.

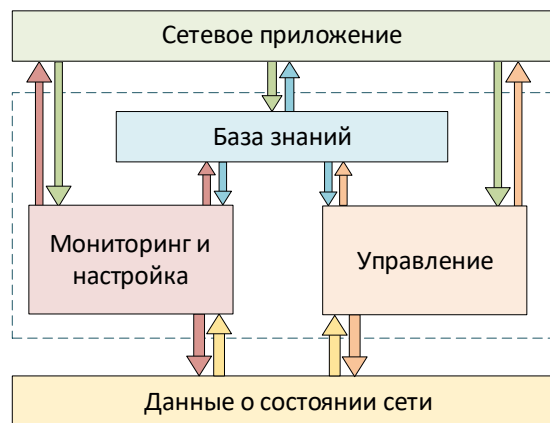


Рис.1. Высокоуровневая блок-схема архитектуры KDN

Парадигма построения KDN является эволюционным шагом к автономным и самоуправляемым сетям. Строительными блоками KDN являются программно-определяемые сети, сетевая телеметрия на уровне пакетов, машинное обучение и блокчейн.

Знания, сгенерированные в процессе мониторинга сети, могут быть использованы для процесса принятия решений относительно конфигурации сети на уровне управления. Например, когда на уровне знаний существует информация, что трафик, создаваемый устройствами, слишком интенсивный, модуль конфигурации сети может динамически перенастроить сетевые

устройства таким образом, чтобы снизить нагрузку. Аналогично, на уровне управления для принятия решений могут использоваться знания, полученные на основе данных, собранных о событиях безопасности, протоколах маршрутизации, данных QoS, статистике трафика и т.д.

Внедрение искусственного интеллекта и технологии блокчейн позволило уменьшить роль человека при настройке и обслуживании сети, повысить гибкость и безопасность. KDN использует блокчейн для оптимизации трафика, совместного использования ресурсов, администрирования сети, контроля доступа, защиты конфиденциальности, фильтрации трафика, обнаружения аномалий, виртуализации сети, массового анализа данных, граничных вычислений и создания центров обработки данных. Архитектура распределенного управления хорошо подходит для крупных сетей с множеством сетевого оборудования, когда решающее значение имеет отказоустойчивость и когда необходимо локальное принятие решений с низкой задержкой.

Несмотря на то, что использование технологии блокчейн дает неоспоримые преимущества [1], существуют определенные уязвимости, которые способны нанести системе ущерб различного характера. Выделяются несколько основных категорий таких уязвимостей:

1. Сетевые атаки — атаки, связанные с блокчейн-сетью, такие как атаки типа "отказ в обслуживании", при которых объем транзакций превышает допустимый, что делает ресурс недоступным.

2. Атаки на конечные точки — атаки, нацеленные на конечные точки (узлы) в блокчейн-сети. В случае получения контроля над 51% мощности сети [2], атакующие могут злонамеренно управлять ее ресурсами;

3. Преднамеренное злоупотребление — действия, относящиеся к лицам, использующим уязвимости в блокчейн-сети с целью получения личной выгоды. В ходе атак, таких как транзакции с двойными расходами злоумышленники заставляют блокчейн-сеть выполнять две транзакции одновременно, используя криптовалюту, достаточную для одной транзакции.

4. Уязвимости кода — уязвимости, которые связаны с программным обеспечением. Например, недостаточно надежная реализация контроля доступа может привести к введению злоумышленниками в эксплуатацию криминальных смарт-контрактов, реализующих договорные действия по обману или причинению вреда пользователям блокчейна с целью кражи криптовалюты, продвижения незаконных транзакций и т.д.;

5. Утечка данных — это раскрытие чувствительных или конфиденциальных данных. Поскольку блокчейн-транзакции могут быть отслежены, некоторые действия человека могут быть идентифицированы. Помимо этого, к утечке данных может привести хранение данных, используя ненадежное шифрование;

6. Человеческий фактор — ситуации, когда безопасность блокчейн-узла может быть нарушена из-за халатности. К примеру, нарушения безопасности могут быть несвоевременно выявлены, если журналы безопасности не будут должным образом отслеживаться.

Таким образом, сеть KDN является чувствительной к атакам из-за наличия уязвимостей в технологии блокчейн, которые могут быть устранены с помощью вторичных мер предосторожности. К примеру, для смягчения атак безопасности, могут быть использованы алгоритмы машинного обучения в качестве средства обнаружения атак наводнения [3]. Для предотвращения раскрытия конфиденциальных данных рекомендуется использовать надежное шифрование, в то время как для обнаружения уязвимостей кода следует использовать искусственный интеллект и отдельных специалистов.

Для предотвращения атак и вторжений используются системы обнаружения, которые сканируют трафик в сети на наличие признаков нестандартного поведения и предпринимают необходимые шаги, чтобы избежать последствий вредоносного влияния. Система поведенческого обнаружения угроз ищет отклонения в операциях, которые отличаются от типичного поведения, в то время как сигнатурное обнаружение сравнивает потоки пакетов данных с известными профилями угроз. С другой стороны, система обнаружения аномалий использует статистические методы для выявления необычных или непредсказуемых схем трафика.

Безопасность блокчейна обеспечивается программой под названием ChainGuard, которая исследует трафик, чтобы оценить надежность его источника. Данное программное решение перехватывает аномальный и вредоносный трафик. Таким образом, можно предотвращать атаки наводнения и предлагать ограничивающие функции, используя блокчейн для аутентификации узлов. С другой стороны, существует фреймворк, основанный на блокчейне (FL-FW) [4], который прогнозирует поток трафика с использованием федеративного обучения. В данном примере блокчейн используется для безопасного обмена правилами и для мониторинга распределенной сети. Иным примером может послужить, фреймворк под названием DeepCoin [5]. В данном случае используется метод обнаружения нарушений, основанный на глубоком машинном обучении, который использует последовательные нейронные сети для идентификации атак в энергосистеме. В реализации используется подход, основанный на блокчейне, который использует краткие подписи и алгоритмы хеширования для защиты от попыток взлома интеллектуальной сети. Помимо указанных систем, существует объединенная система последовательного глубокого экстремального обучения в реальном времени (FRSDEL) [6]. Данная система используется в сетях домашней автоматизации, построенных на блокчейне, для выявления нарушений в архитектуре умного дома, основанной на знаниях.

В сетях KDN алгоритмы машинного обучения становятся надежным инструментом для обеспечения безопасности. Их можно использовать для выявления нарушений, нестандартного поведения устройств в сети, вредоносного трафика и обнаружения атак. В частности, машинное обучение играет важную роль в прогнозировании управляющего трафика.

Соблюдение QoS в сетях связи частично может обеспечиваться посредством передачи доверительных данных с использованием блокчейна и самоисполняющихся контрактов, в то время как нейронные сети могут

использоваться для улучшения общего QoS путем оптимизации параметров блокчейна. Помимо этого, на основе собираемых данных может обеспечиваться оптимизация трафика с помощью переадресации пакетов и оптимизации нагрузки.

Совместное использование нейронных сетей и блокчейна заметно снижает участие человека в управлении и конфигурации сети. Несмотря на уязвимости технологии блокчейн, активный мониторинг трафика позволяет накапливать и использовать знания в целях обеспечения безопасности и управления сетью. Подход к управлению сетью с помощью генерации знаний позволит в будущем использовать алгоритмы машинного обучения для сокращения рисков, связанных с уязвимостью блокчейна.

Список используемых источников:

1. Technological aspects of blockchain application for vehicle-to-network Spirkina A.V., Buinevich M.V., Vladyko A.G. Elagin V.S Information (Switzerland). 2020. Т. 11. № 10. С. 465.
2. Coppolino, L.; D'Antonio, S.; Mazzeo, G.; Romano, L.; Campegnani, P. Facing the Blockchain Endpoint Vulnerability, an SGX-based Solution for Secure eHealth Auditing. In ITASEC 2021 (pp. 298-308).
3. Baek, U.J.; Ji, S.H.; Park, J.T.; Lee, M.S.; Park, J.S.; Kim, M.S. DDoS attack detection on bitcoin ecosystem using deep-learning. In 2019 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS) 2019, September (pp. 1-4). IEEE.
4. Qi, Y.; Hossain, M.S.; Nie, J.; Li, X. Privacy-preserving blockchain-based federated learning for traffic flow prediction. Future Generation Computer Systems 2021, 117, pp.328-337.
5. Ferrag, M.A.; Maglaras, L. DeepCoin: A novel deep learning and blockchain-based energy exchange framework for smart grids. IEEE Transactions on Engineering Management 2019, 67(4), pp.1285-1297.
6. Farooq, M.S.; Khan, S.; Rehman, A.; Abbas, S.; Khan, M.A.; Hwang, S.O. Blockchain-Based Smart Home Networks Security Empowered with Fused Machine Learning. Sensors 2022, 22(12), p.4522.

Serbin A., Fedyantseva M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Protection aspects of blockchain vulnerabilities in KDN.

The use of machine learning and blockchain technologies in KDN networks provides a higher level of self-governance. Blockchain is utilized for data analysis, network administration, access control, and more. However, despite numerous advantages, the technology has vulnerabilities. This article examines potential vulnerabilities for individual nodes and the entire blockchain network, as well as proposes methods to prevent network attacks on interconnected nodes. Additionally, the use of telemetry for detecting such attacks is discussed.

Key words: *KDN, SDN, blockchain, machine learning, telemetry, network attacks.*

УДК 004.7
ГРНТИ 20.15.05

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ОПТИМИЗАЦИИ В СЕТИ VANET

Г. И. Тамбовцев

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

Данная статья представляет обзор проблем и решений, связанных с эффективной обработкой запросов в сети Vehicle Ad-Hoc Network (VANET). Особое внимание уделяется использованию кэширования и кластеризации с целью повышения эффективности передачи данных, снижении задержек и оптимизации энергопотребления.

VANET, кэширование, оптимизация, V2V, V2I

Vehicle Ad-Hoc Network (VANET) представляет собой форму беспроводной технологии, используемой для обеспечения связи между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой. Эта технология играет ключевую роль в создании интеллектуальных транспортных систем, обеспечивая безопасность, эффективность и комфорт на дорогах.

VANET сталкивается с рядом технических и концептуальных вызовов, включая надежность связи в динамической среде, эффективную обработку больших объемов данных, своевременную доставку данных и решение проблем энергопотребления. В обзоре рассмотрены актуальные исследования и перспективы развития данной области.

Сети VANET предназначены для обеспечения связи между участниками дорожного движения и инфраструктурой. Транспортные средства, основные элементы VANET, оснащены специальными модулями связи и обработки данных для обмена информацией как между собой, так и с придорожной инфраструктурой. Roadside Unit (RSU) является частью придорожной инфраструктуры. RSU представляет собой устройство, установленное на дороге или вблизи дороги, и используемое для обеспечения связи между транспортными средствами и внешней сетью. On-Board Units (OBU) — это устройства, установленные на транспортных средствах, которые обеспечивают связь с RSU и другими участниками сети. Базовые станции (Base Stations, BS) включают в себя как Small Base Station (SBS), обеспечивающие ограниченное покрытие в малых масштабах, так и Macro Base Station (MBS), предоставляющие широкую зону покрытия на больших расстояниях. Для лучшего представления, на рисунке 1 схематически изображены вышеперечисленные объекты.

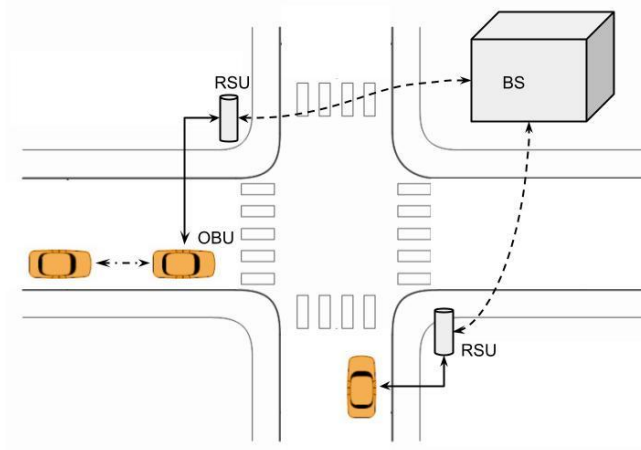


Рис. 1. Иллюстрация взаимодействия VANET объектов (RSU, OBU, BS)

В контексте VANET одним из наиболее эффективных методов обработки запросов от мобильных устройств (OBU), является использование технологии кэширования. Путем эффективного управления кэшем и оптимизации стратегий обновления данных, исследователи стремятся повысить скорость передачи данных и минимизировать задержки, что в конечном итоге способствует более надежному функционированию транспортной сети.

Для повышения эффективности работы системы, минимизации потерь данных и задержек при кэшировании, устройства, проводящие кэширование, объединяют в некоторые группы — кластеры. Объединенные устройства, могут опрашивать других участников группы на наличие необходимой информации, что может сократить время обработки запроса.

Авторы статьи [1], провели исследование и предложили свои алгоритмы кэширования на основе кооперации/кластеризации — Cooperation-Based Caching Scheme (CBCS). В работе [1] были замерены энергозатраты, получаемые при каждой обработке запроса, при использовании различных сценариев, зависящих от количества запросов на наиболее востребованный контент и общего размера данных контента. К наиболее востребованному контенту относится любой контент, который запрашивается большинством мобильных устройств. В эксперименте были рассчитаны варианты с использованием большого числа методов:

- NoCaching — без кэширования, удаленный сервер обрабатывает каждое устройство.
- Popularity-Based Caching Scheme (PBCS) — узлы в сети кэшируют контент с учетом его популярности среди других узлов.
- CCBCS — разделенная загрузка контента, каждый второй BS кэширует основной контент.
- CBCS-SA — метод имитации отжига [3], используемый для решения сложных оптимизационных задач.
- CBCS-GA — генетический алгоритм, применяемый для решения оптимизационных проблем, вдохновленный биологической эволюцией.

Результаты исследования [1] подтверждают, что предложенный CBCS метод эффективно преодолевает недостатки основных методов кэширования, применяемых в гетерогенных сетях. Результаты также подчеркивают значимость учета различных факторов, таких как мобильность пользователей, условия канала, изменяющаяся популярность контента по времени, а также емкость хранения различных сетевых узлов.

В свою очередь, в работе [2] рассматривают кэширование с целью уменьшения задержек на получение и передачу данных. Авторы разделяют архитектуру на несколько слоев: Local Internet Cloud (LIC) и Vehicle Cloud (VC). Слой LIC образуется при помощи кластеризации RSU, а VC, образуется за счет взаимодействия мобильных устройств (OBU) ближайших транспортных средств (V2V), иными словами, кластеризации OBU. При этом LIC соединены с базовой станцией (BS). Проблема VC, которую отмечают авторы, заключается в постоянном изменении положения участников, поскольку транспортные средства постоянно перемещаются. В рамках исследования, авторы допускают, что на рассмотренном участке слой VC изменяться не будет, что нивелирует вышеупомянутую проблему. Важными параметрами оптимизации являются популярность контента, емкость устройств, задержки до получения актуальных данных. Перечислим некоторые методы кэширования, рассмотренные авторами: ранее упомянутые NoCaching и PBCS, а также Random-Based Caching Scheme (RBCS), Probability-Based Caching Scheme (PBCS) и Simulated Anneal Algorithm (SAA), в основе которого, метод имитации отжига [3].

Результаты исследования указывают на преимущества предложенного метода кэширования, основанного на имитации отжига, в контексте облачной сети VANET. Предложенный метод позволяет эффективно сокращать задержки и повышать коэффициент попадания в кэш путем совместного учета кэширования на уровнях транспортных средств (VC) и инфраструктуры дорожного движения (LIC).

Наиболее современное исследование [4], из вышеизложенных, в сфере VANET кэширования, одновременно рассматривает и задержки в доставке контента, и ресурсы требуемые для вычисления контента (энергетические и временные). Авторы предлагают не только кэшировать данные, но и балансировать вычислительную нагрузку между объединенными RSU. Ими разработан алгоритм с целью решения проблемы оптимизации в реальном времени, связанной с принятием решений о том, какие вычислительные задачи передавать, какой контент кэшировать, а также каким образом распределять нагрузку между различными точками доступа в сети (OMEN). OMEN объединяет в себя лучшие качества двух методов: Average Energy Constraint (AEC) и Delay-Greedy Optimization (DGO).

В статье [4] утверждается, что OMEN достигает близкой к оптимальной производительности, сокращая вычислительную сложность значительно по сравнению с методом Branch-and-Bound (B&B). Точность метода OMEN,

близкая к оптимальной, свидетельствует о том, что он способен предложить решения, которые очень близки к наилучшим возможным, но с меньшей вычислительной нагрузкой. Таким образом, в данной работе обеспечивается сбалансированный подход к управлению энергопотреблением и временем задержки.

Авторы статьи [5] проводят исследование, одновременно подкрепляя результаты математической модели результатами комплексного имитационного моделирования. В предложенной системе, в отличие от рассмотренных ранее статей [1, 2, 4], RSU образуют не один кластер, а множество кластеров, которые не соединены между собой и, как следствие, не могут обмениваться информацией напрямую. Кроме того, в ходе своего движения, автомобили движутся по участку дороги с обгонами, поворотами и соединениями с различными RSU, в том числе, входящих в разные кластеры. Авторы предполагают, что нынешние вычислительные устройства RSU и OBU не могут самостоятельно решать сложные задачи, поэтому система должна быть адаптивна к своевременной передаче необходимого контента с наименьшим количеством потерь.

Результаты работы показали, что наименьшее количество потерь достигается при использовании системы с кластером в 4 RSU и двумя одновременными соединениями, однако такая система имеет наивысшие энергозатраты.

В приведенном обзоре рассмотрены различные подходы к решению задач в VANET. В последние годы в области VANET активно ведутся исследования, направленные на решение проблем кэширования и оптимизации энергопотребления. Предлагаются новые методы кэширования, основанные на сотрудничестве, кластеризации, имитации отжига и генетических алгоритмах. Результаты исследований показывают, что эти методы эффективно преодолевают недостатки предыдущих методов кэширования, способствуя снижению энергопотребления и оптимизации доставки контента для пользователей. Задачи VANET, следует рассматривать комплексно, одновременно оптимизируя энергозатраты, задержки и потери в различных условиях. Также стоит учитывать и сложность создание такой инфраструктуры в реальном мире и стремиться делать меньше допущений. VANET представляют собой важный шаг к созданию более интеллектуальных транспортных систем, способных обеспечить более безопасное и эффективное движение на дорогах. Дальнейшее развитие технологий в этой области может привести к более широкому внедрению умных транспортных систем, что в свою очередь, сделает дороги более безопасными и удобными для всех участников дорожного движения.

Список используемых источников:

1. J. Ma, J. Wang, G. Liu and P. Fan, "Low Latency Caching Placement Policy for Cloud-Based VANET with Both Vehicle Caches and RSU Caches," 2017 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps), Singapore, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/GLOCOMW.2017.8269203.

2. J. Ma, J. Wang and P. Fan, "A Cooperation-Based Caching Scheme for Heterogeneous Networks," in IEEE Access, vol. 5, pp. 15013-15020, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2644980.
3. Kirkpatrick S., Gelatt Jr C. D., Vecchi M. P. Optimization by simulated annealing //Science. – 1983. – Т. 220. – №. 4598. – С. 671-680.
4. Z. Ning et al., "Intelligent Edge Computing in Internet of Vehicles: A Joint Computation Offloading and Caching Solution," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 22, no. 4, pp. 2212-2225, April 2021, doi: 10.1109/TITS.2020.2997832.
5. Vladyko A, Tambovtsev G, Podgornaya E, Chelloug SA, Alkanhel R, Plotnikov P. Cluster-Based Vehicle-to-Everything Model with a Shared Cache. Mathematics. 2023; 11(13):3017. <https://doi.org/10.3390/math11133017>

Tambovtsev G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Overview of optimization studies in the VANET network.

This paper presents an overview of the challenges and solutions related to efficient request processing in Vehicle Ad-Hoc Network (VANET). Particular attention is given to the use of caching and clustering that improve data transfer efficiency, reduce latency, and optimize power consumption.

Key words: *VANET, caching, optimization, V2V, V2I.*

3.4. Оптоэлектронные технологии (фотоника) в инфокоммуникациях

УДК 621.391
ГРНТИ 49.33.29

НА ПУТИ К ПОДВОДНЫМ ОПТИЧЕСКИМ СЕТЯМ НА БАЗЕ SDM

С. Ф. Глаголев, И. М. Гордийчук

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

Эволюция подводных оптических сетей связи связана с необходимостью передавать огромные объемы информации на сверхдальние расстояния. Технология пространственного мультиплексирования обещает стать идеальным решением для удовлетворения будущих потребностей в пропускной способности наземных и подводных сетей оптической связи.

SDM, оптический усилитель, MCF (многосерцевинные волокна), MMF (маломодовые волокна)

Примерно полтора столетия назад были проложены первые подводные электрические кабели для передачи данных. В настоящее время, когда миллионы людей разных континентов общаются друг с другом в режиме реального времени, подводные волоконно-оптические системы связи стали необходимым базовым компонентом всей глобальной инфраструктуры магистральных сетей. В 2020 году трафик, генерируемый конечными пользователями, превысил средний годовой темп роста в 50% [1]. С таким объёмом запросов, потребность в скорости передачи по подводным кабелям связи растет в геометрической прогрессии.

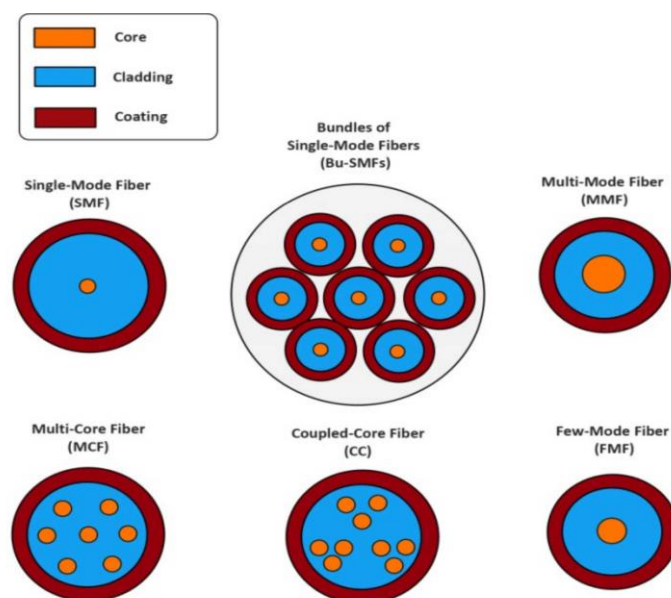


Рис. 16. Различные типы волокон для SDM

Технология пространственного мультиплексирования (space division multiplexing SDM) была предложена в 2009 году [1], как способ решения ожидаемого дефицита пропускной способности сетей связи в ближайшие десятилетия. Технология SDM использует множество независимых каналов, которые могут быть размещены в пучках стандартных одномодовых волокон (Bu-SMFs), а также в многосердцевинных волокнах (MCFs) и маломодовых волокнах (MMFs) (Рисунок 1). MCFs- и MMFs-волокна в настоящее время продолжают исследоваться для использования в будущем, поскольку они не только увеличивают пропускную способность оптических сетей, но и снижают затраты на строительство кабельных трасс и энергопотребление.

В настоящее время рассматриваются три варианта увеличения пропускной способности SDM на подводных сетях связи:

- Увеличение количества обычных оптических волокон (ОВ);
- Увеличение количества сердцевин в одной оболочке волокон MCF;
- Использование отдельных мод или их групп для передачи независимых сигналов в маломодовых волокнах MMF.

Для компенсации потерь в подводных ВОСС большой протяженности используют оптические усилители (ОУ), например, эрбиевые ОУ (EDFA). Во всех ОУ используются источники оптического излучения накачки (ИН), которые устанавливаются в подводных муфтах. В настоящее время для подводных сетей существует два основных типа подводных усилителей. Все они оснащены устойчивым к давлению, антикоррозийным и высокопрочным корпусом и способны поддерживать подводные работы на больших глубинах.

В сравнительно коротких однопролетных ВОСС (до 500 км) могут использоваться ОУ первого типа с удаленной оптической накачкой (ROPA) [2]. В них излучение накачки, обычно имеющее длину волны $\lambda=1480$ нм, передается по телекоммуникационным или выделенным ОВ с наземных объектов. В оптических кабелях (ОК) для таких ВОСС отсутствуют металлические проводники. Для увеличения протяженности таких ВОСС в них дополнительно используют ОУ Рамана. Известны ROPA, использующие до 32 пар ОВ в одном ОК [1].

В подводных ВОСС большой протяженности (более 500-1000 км) используется дистанционное питание (ДП) по металлическим проводникам, входящим в конструкцию подводного ОК. Проблема электропитания десятков и сотен подводных усилительных пунктов с большим количеством отдельных или объединенных ОУ, расположенных на больших расстояниях друг от друга, очень сложна. Вопросы экономии электроэнергии для питания ОУ, уменьшения потерь на ее передачу по металлическим проводникам должны решаться в комплексе и требуют оптимальных согласованных решений.

Внешний вид подводного ОУ пятого поколения представлен на рисунке 2. Он способен поддерживать ВОСС с 16 парами волокон [2].



Рис. 2. Прототип оптического усилителя петабитного уровня пятого поколения [2].

Совершенствование подводных ВОСС и, следовательно, и ОУ идет по нескольким направлениям.

1. Использование технологии многополосного усиления. Оптические усилители диапазона (C+L) могут увеличить пропускную способность подводных ВОСС с ограниченным количеством пар ОВ. Так пропускная способность порядка \times Тб/с за счет 4 пар оптических волокон в диапазоне С может быть обеспечена двумя парами ОВ, работающих в диапазоне С + L.

2. Использование технологии распределения накачки между ОУ (repeater pump farming, RPF). Структура RPF представляет собой группу («пул») ОУ, накачка которых перекрестно соединена друг с другом. Данная технология повышает надежность подводных ОУ. Даже в случае выхода из строя более чем одного лазерного диода (ЛД) накачки работоспособность ЛУ сохраняется за счет оставшихся ЛД. Внедрение концепции распределенной накачки представляется обязательным условием решения этой задачи [3].

3. Использование ОВ MCF (технология SDM) в сочетании с многосердцевинными ОУ (MC-EDFA), реализованными на основе многосердцевинного эрбиевого ОВ. В MC-EDFA может использоваться накачка сердцевин или оболочки эрбиевого MCF. Известно [1] о достигнутом оптическом усилении сигнала 32 дБ.

В подводных ВОСС для увеличения скорости передачи данных по сравнению с бинарными форматами используют когерентный прием цифровых оптических сигналов в сочетании современными многоуровневыми форматами амплитудной (АМ), фазовой (ФМ), частотной (ЧМ) модуляций и их сочетаний. Большое распространение получила квадратурно-амплитудная (QAM) модуляция. Благодаря широкому внедрению поляризационного мультиплексирования оптических сигналов скорость передачи увеличивается еще в 2 раза. Например, использование модуляции 2P-64-QAM с поляризационным мультиплексированием увеличивает в 6 раз канальную битовую скорость и позволяет достичь символьной скорости 95 ГБод. Применение технологии SDM и ОУ MC-EDFA [4] и использование модуляции 2P-QPSK позволило достичь скорости передачи 73×128 Гбит/с на расстоянии 8007 км.

Важнейшими параметрами, характеризующими качество оптической цифровой связи в многопролетных ВОСС, являются: коэффициент ошибок BER и Q – фактор, которые однозначно связаны между собой. Так величине $BER=10^{-12}$ (обычное требование к качеству цифровой связи) соответствует значение $Q=7$. Достоверность, качество и дальность связи в подводных ВОСС многократно возрастают за счет использования улучшенных кодов FEC, исправляющих битовые ошибки. Оценить эффективность FEC кодирования

можно следующим примером. Если без использования алгоритма декодирования FEC $BER=10^{-2}$, а $Q<3$, то после применения FEC декодирования BER становится равным $BER=10^{-12}$, а Q -фактор равным $Q=7$.

К подводным ВОСС большой протяженности предъявляются высокие требования по скорости передачи (в Тбит/с). Она может быть увеличена использованием большего количества ОВ в ОК, большего количества сердцевин в каждом ОВ, увеличении количества спектральных каналов в одной сердцевине (или в ОВ), увеличении канальной символьной скорости передачи.

Однако увеличение скорости передачи или увеличение пропускной способности ВОСС приводит к увеличению требуемого количества ОУ и их энергопотребления. В традиционной технологии оптического усиления на каждую сердцевину в ОВ необходим один ОУ, нуждающийся в источнике накачки лазерном диоде (ЛД). Энергопотребление одного усилительного пункта (УП) ограничено количеством сердцевин (в ОВ), количеством ОУ и ЛД накачки для них. Общее энергопотребление подводной ВОСС возрастает с увеличением количества УП. При этом необходимо учитывать потери электроэнергии при ее передаче по металлическим проводникам. Доступная для подводной ВОСС электрическая мощность ограничена допустимыми напряжениями и токами источников ДП. Выбор схемы ДП, необходимых значений напряжения и тока источников ДП, типа и сечения проводников в ОК сложная многовариантная задача, требующая оптимизации в каждом конкретном проекте подводной ВОСС.

Для оптимизации всего проекта подводной ВОСС надо решить много частных многовариантных задач. Самыми общими исходными данными являются: протяженность и скорость передачи ВОСС. В качестве примера, рассмотрим некоторые возникающие перед проектировщиком задачи для технологии SDM и наиболее перспективного варианта применения MCF.

1. Выбор типа телекоммуникационного ОВ типа MCF, ОУ типа MC-EDFA, количества каналов для одной сердцевины и канальной скорости.

2. Выбор источников излучения накачки, их количества и схемы перекрестной накачки RPF.

3. Расчет, моделирование и экспериментальная проверка процессов оптического усиления в УП. Определение электрической мощности необходимой для питания УП.

4. Расчет количества УП и максимального расстояния между ними,

Исходными данными для проектирования системы ДП будут: мощность для одного УП и их количество, Это позволит определить общую мощность источников ДП. Для выбора напряжения и тока ДП надо также выбрать оптимальные параметры металлических проводников в ОК. Предлагаемая в [1] замена медных проводников в ОК на экономичные алюминиевые нам кажется не обоснованной для дорогостоящих подводных ВОСС.

В качестве критериев эффективности системы ДП целесообразно использовать скорость и дальность передачи на единицу электрической мощности ДП. В [1] в качестве критерия эффективности системы ДП предлагается использовать количество оптоволоконных пар (сердцевин в ОВ) в ОК на единицу мощности ДП.

Для проекта подводной ВОСС уменьшение стоимости проектирования, строительства также имеют большое значение. Стоимость эксплуатации может оцениваться стоимостью одного бита передаваемой информации.

Для повышения эффективности подводных ВОСС в [1] предлагается также использовать сердцевин ОВ из сверхчистого кварца, которые обладают минимально возможным коэффициентом затухания порядка 0.15-0.16 дБ/км. В [5] предлагается для увеличения плотности упаковки ОВ в существующей конструкции ОК на 50% уменьшить диаметр покрытия ОВ с 250 до 200 мкм.

Продолжаются работы по использованию маломодовых ОВ MCF. Пока дополнительные потери устройств ввода-вывода, более высокий коэффициент затухания и стоимость по сравнению с одномодовыми ОВ делают MCF-волокна не конкурентно способными, но технологии совершенствуются.

Наконец, безопасность подводных ВОСС является решающим параметром, поскольку уязвимости подводных ОК могут привести к выходу из строя всей глобальной электросвязи, поэтому необходимы новые методы для решения нынешних и будущих проблем безопасности [6].

Список используемых источников:

1. Charalampos Papapavlou, Konstantinos Paximadis, Dimitrios Uzunidis and Ioannis Tomkos Toward SDM-Based Submarine Optical Networks: A Review of Their Evolution and Upcoming Trends. April 2022 [Электронный ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/359892529_Toward_SDM-Based_Submarine_Optical_Networks_A_Review_of_Their_Evolution_and_Upcoming_Trends (Дата обращения 25.09.2023).
2. HMN Tech Launches 32FP Petabit-Level Repeater Prototype. 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://subtelforum.com/hmn-techlaunches-32-fp-petabit-level-repeater-prototype> (Дата обращения 22.10.2023).
3. Papapavlou, C.; Paximadis, K.; Tzimas, G. Design and Analysis of a new SDM submarine optical network for Greece. In Proceedings of the 12th International Conference on Information Intelligence, Systems and Applications (IISA2021), Piraeus, Greece, 15–17 July 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://www.researchgate.net/publication/355296774> (Дата обращения 20.10.2023)
4. Takeshima, K.; Tsuritani, T.; Tsuchida, Y.; Maeda, K.; Saito, T.; Watanabe, K.; Sasa, T.; Imamura, K.; Sugizaki, R.; Igarashi, K.; et al. 51.1-Tbit/s MCF Transmission Over 2520 km Using Cladding-Pumped Seven-Core EDFAs. J. Lightwave Technol. 2015, 34. [Электронный ресурс] URL: <https://opg.optica.org/jlt/abstract.cfm?uri=jlt-34-2-761> (Дата обращения 15.10.2023)
5. Makovejs, S.; Hedgpeth, J. Fiber Technology for Subsea Networks Today vs. Tomorrow. Submarine Telecoms Magazine, Issue 117. [Электронный ресурс] URL: https://www.corning.com/media/worldwide/coc/documents/Fiber/articles/Subtel%20Forum%20117_Corning%20article.pdf. (Дата обращения 25.10.2023).

6. Papapavlou, C.; Paximadis, K.; Tzimas, G.; Save luna, I. Optical Frequency Hopping Techniques for Secure Fiber-Optic networks. In Proceedings of the 2021 12th International Conference on Information Intelligence, Systems & Applications (IISA), Chania Crete, Greece, 12–14 July 2021; с. 1–4.

Gordiychuk I., Glagolev S.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

*On the way to sdmo-based underwater optical networks.
The evolution of Submarine optical networks is associated with the need to transmit huge amounts of information over extremely long distances. Spatial multiplexing technology promises to be an ideal solution to meet future bandwidth needs of terrestrial and Submarine optical communication networks.*

Key words: SDM, optical amplifier, MCF (Multi-Core Fibers).

УДК 621.391.63
ГРНТИ 49.44.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МНОГОПРОЛЕТНОЙ КВАЗИСОЛИТОННОЙ ВОСС С ЧЕРЕДОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

С. Ф. Глаголев, Г. Р. Лыков

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

Доклад посвящен исследованиям процессов поддержания квазисолитонного режима распространения импульсов, имеющих форму гиперболического секанса в многопролетной ВОСС. Каждый пролет ВОСС представляет собой последовательное соединение четырех одномодовых оптических волокон (ОМОВ) с аномальной дисперсией и потерями и оптический усилитель (ОУ), компенсирующий затухание в пролете. Статья является продолжением статьи автора [1], в которой теоретически обосновано возможность такого технического решения, выбраны параметры и длины, требуемых ОМОВ.

одномодовые оптические волокна (ОМОВ), солитоны, хроматическая дисперсия (ХД), дисперсия групповых скоростей (ДГС), профиль показателя преломления (ППП), оптический усилитель (ОУ)

В предыдущей статье [1] был рассмотрен известный [2] метод поддержания солитонного режима на некотором ограниченном участке в одномодовых оптических волокнах (ОМОВ) с аномальной и уменьшающейся с увеличением расстояния хроматической дисперсией (ХД), Их назвали волокнами с уменьшающейся дисперсией (ВУД),

Для поддержания солитонного режима необходимо, чтобы пиковая мощность импульса P_m , имеющего форму гиперболического секанса (далее секансного импульса), в каждом сечении ОМОВ удовлетворяла условию [1, 2].

$$P_m = |\beta_2| / (\gamma \cdot T_0^2), \quad (1)$$

где β_2 - дисперсия групповых скоростей (ДГС), γ - коэффициент нелинейности ОМОВ, T_0 - каноническая полуширина секансного импульса.

Однако в ОМОВ пиковая мощность P_m с увеличением расстояния Z уменьшается

$$|P_m(Z)| = P_m(0) \cdot \exp(-\alpha \cdot Z) \quad (2)$$

и для сохранения солитонного режима надо, чтобы соотношение между ДГС β_2 и коэффициентом γ в ВУД не зависело от расстояния

$$|\beta_2(Z)| / \gamma(Z) = |\beta_2(0)| / \gamma(0) \cdot \exp(-\alpha \cdot Z) \cdot \frac{\beta_2(0)}{\beta_2(Z)} = \frac{P_0(0)}{P_m(Z)} = 1 / \gamma T_0 \quad (3)$$

В [2] приводятся сведения о создании и успешном исследовании ВУД. Однако серийный выпуск такого ОМОВ экономически не оправдан. В то же время существует возможность создать несколько типов ОМОВ с параметрами близкими к ОВ со смещенной дисперсией, управляя

технологическими процессами изготовления таких волокон. В [1] обоснована возможность создания многопролетной квазисолитонной ВОСС с пролетами длиной $L_A=100$ км, в которой каждый пролет состоит из четырех ОМ ОВ длиной $l_{ob}=25$ км. Расчетные значения ДГС и коэффициента ХД для этих ОВ в пролетах с номерами от 1 до 4 приведены в таблице 1. В расчетах предполагалось, что коэффициенты нелинейности γ и затухания α для всех этих ОВ постоянны. В таблице 1 также приведены расчетные значения пиковых мощностей P_m для формирования фундаментальных солитонов в ОВ без потерь и формирования квазисолитонов в ОМ ОВ с потерями на длине волны излучения $\lambda=1550$ нм. Значения P_m получены после уточнения нелинейных параметров ОМ ОВ, которые приведены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчетов параметров ХД и пиковых мощностей

№ участка	1	2	3	4
Расст. до начала, км	0	25	50	75
ДГС, β_2 , пс ² /км	-3.292	-1.042	-0.330	-0.104
Хроматическая дисперсия, D_{xr} пс/(нм км)	2.583	0.818	0.259	0.082
Пик. мощн. для ОВ без потерь, P_{m0} , мВт	11.0	3.35	1.06	0.336
Пик. мощн. для ОВ с потерями, P_{ma} , мВт	18.0	5.65	1.79	0.57

К сожалению, возможность создания таких ОМ ОВ в [1] не подтверждена. Данная работа должна восполнить этот пробел. В работах [3, 4] приведена методика расчета в среде Math Cad параметров ОМ ОВ по произвольно заданному профилю показателя преломления (ППП) с учетом геометрических размеров и параметров выбранных материалов. За основу была взята упрощенная конструкция ОМ ОВ со смещенной ХД типа DSF, показанная на рис. 1. Проведенные в [3, 4] исследования показали, что рассчитанные параметры ОВ DSF достаточно точно совпадают со справочными данными. Параметры материалов слоев и их радиусы при моделировании ОВ DSF приведены в таблице 2.

При расчете параметров четырех ОМ ОВ, необходимых для реализации квазисолитонной ВОСС с пролетами длиной $L_A=100$ км, изменялся в небольших только радиус 0 слоя. Этого оказалось достаточно для реализации всех четырех ОМ ОВ с параметрами, приведенными в таблице 1. В расчетах использованы значения коэффициента затухания $\alpha=0.2$ дБ/км, нелинейного показателя преломления $n_2=2.5 \cdot 10^{-20}$ м²/Вт. Результаты расчетов параметров четырех ОМ ОМ, необходимых для построения квазисолитонной ВОСС на длине волны $\lambda=1550$ нм приведены в таблице 3.

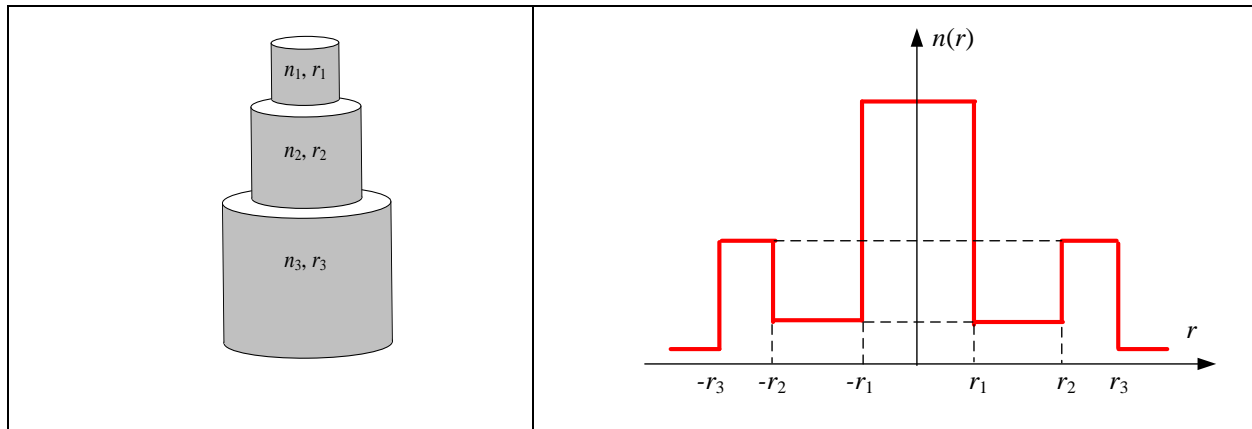


Рис. 1. Представление градиентного профиля показателя преломления многослойной структурой

ТАБЛИЦА 2. Параметры, использованные при расчете параметров ОМ ОВ типа DSF на длине волны $\lambda=1550$ нм

Номер слоя	Материал слоя	Радиус слоя, мкм	Показ. преломл., n	Групп. показ. преломл., n_g
1	7.9% GeO ₂ , 92.1 SiO ₂	2.5	1.456	1.475
2	100% SiO ₂	4.0	1.444	1,463
3	4.03% GeO ₂ , 9.7% B ₂ O ₃ , 86.27 SiO ₂	7.5	1.449	1.467
4	100% SiO ₂	125	1.444	1.463

ТАБЛИЦА 3. Результаты расчетов параметров четырех ОМ ОМ, необходимых для построения квазисолитонной ВОСС на длине волны $\lambda=1550$ нм

№ ОВ	Радиус 1 слоя r_1 , мкм	Коэффициент ХД D_x , пс/(км нм)	Дл. волны нулевой ХД λ_{0D} , нм	Площадь модов. поля, A_{ef} , мкм ²	Коэфф. нелинейн. γ , 1/(Вт км)	Крутизна дисп. хар-ки S_x , пс/(км нм ²)
1	2.654	2.583	1510	42.0	2.410	0.0065
2	2.567	0.818	1538	42.3	2.395	0.0068
3	2.539	0.259	1546	42.4	2.387	0.0070
4	2.531	0.082	1.549	43.6	2.323	0.0070

В процессе расчетов практически подтвердилось предположение, использованное в [1], о том, что при значительных изменениях коэффициента D_x коэффициент нелинейности γ изменяется мало. Тем не менее, при моделировании многопролетной квазисолитонной ВОСС в программе OptiSystem параметры ОМ ОВ устанавливались в соответствии с таблицей 3.

Схема моделирования ВОСС, аналогичная той, которая использовалась в [1], приведена на рис. 2. Она содержит: генератор периодической битовой последовательности (0101101110) со скоростью 10 Гбит/с, которая модулирует оптический генератор секансных импульсов (ГСИ); элемент, позволяющий изменять количество пролетов (усилительных участков УУ) N_u , оптический фильтр (ОФ) и фотоприемное устройство (ФПУ).

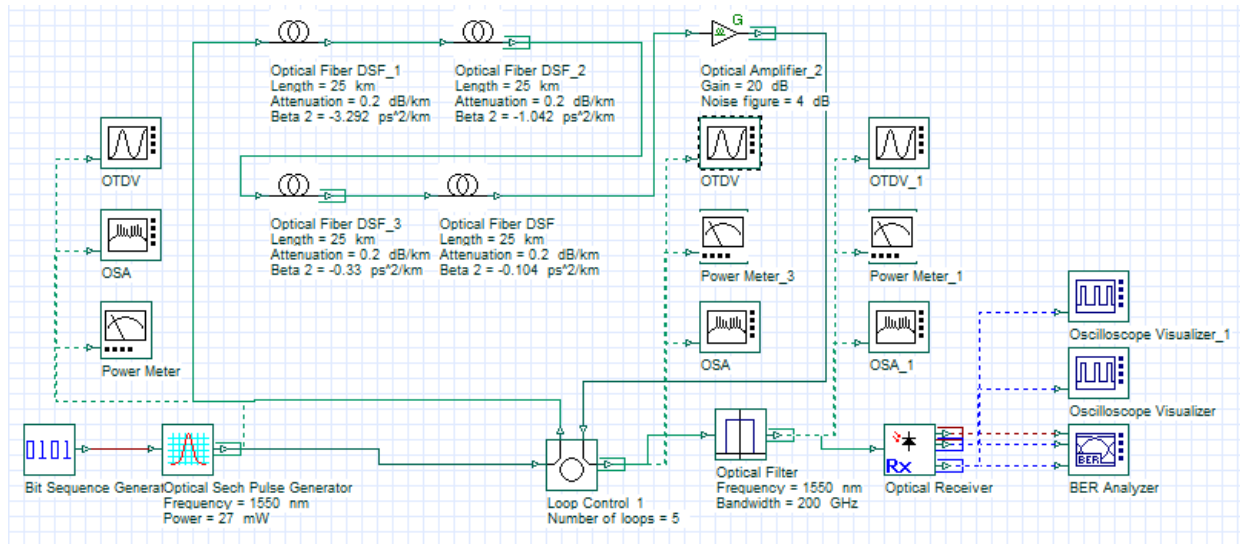


Рис. 2. Схема квазисолитонной многопролетной ВОСС с управлением дисперсией

В процессе исследования определялась оптимальная пиковая мощность необходимая для поддержания квазисолитонного режима распространения секансных импульсов. Изменялись: входная пиковая мощность, длительность входных импульсов и длина ВОСС. Измерялись: пиковая мощность, длительность импульсов на выходе волоконно-оптического линейного тракта. Исходные и измеренные величины приведены в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4. Результаты исследований квазисолитонной ВОСС

№№ п/п	Исходные данные				Измеренные величины		
	Кол-во пролетов, $N_{\text{пу}}$	Общая длина L , км	Пик. мощн. на входе, P_{m0} , мВт	Длит. вх. импульс a, t_{ul} , пс	Пик. мощн. на выходе, P_{m0} , мВт	Длит. вых. импульса, t_{ul} , пс	Q
1	3	300	18	20	16	24	65
2	3	300	22	20	24	19	65
3	3	300	20	20	19.5	20	66
4	3	300	20.2	20	20.2	20	68
5	5	500	20.2	20	19.3-19.7	20	51
6	6	600	21	20	21-21.8	20	47

Пиковая мощность для формирования фундаментального квазисолитона в ОВ с потерями составила 20 мВт вместо 18 мВт по расчету. Начиная с расстояния 500 км наблюдаются небольшие колебания амплитуды секансных импульсов при хорошем сохранении их формы. Качество связи очень высокое. Q-фактор превышает $Q = 50$ при расстоянии 500 км.

Выводы:

1. Отработана методика и проведены расчеты конструкции и параметров ОМ ОВ по заданным параметрам, предназначенных для создания квазисолитонной ВОСС с пролетами по 100 км.

2. Проведено моделирование многопролетной квазисолитонной ВОСС и подтверждена возможность передачи сигналов с высоким качеством на расстояние более 500 км.

Список используемых источников:

1. Г.Р. Лыков Исследование процесса поддержания квазисолитонного режима распространения импульсов в одномодовом волокне с аномальной дисперсией. Метод управления дисперсией. Сборник РИНЦ 2023

2. Андреева Е.И., Былина М.С., Глаголев С.Ф., Доценко С.Э., Чаймарданов П.А. Свойства временных оптических солитонов в оптических волокнах и возможность их использования в телекоммуникациях. Часть 3 // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4. № 3. С. 5–16.

3. Брюкнер, М.С. Былина, С.Ф.Глаголев Методика расчета хроматической дисперсии волокон с различными профилями показателя преломления Материалы Международной НТ и НМ конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». № 64. 2012 г., – СПб. С. 252-255

4. Ф. Брюкнер, М.С. Былина, С.Ф.Глаголев Расчет волноводной и материальной дисперсии одномодовых волокон с различными профилями показателя преломления Материалы Международной НТ и НМ конференции «Актуальные проблемы

5. инфотелекоммуникаций в науке и образовании». № 64. 2012 г., – СПб. С. 257-261

Glagolev S., Likov G.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Investigation of the possibility of practical implementation of a multi-span quasi-soliton voss with alternating multiple optical fibers.

The report is devoted to the study of the processes of maintaining the quasi-soliton regime of pulse propagation, which creates the form of a hyperbolic secant in a multi-span FOCL. Each SMOF span is a serial connection of four single-mode optical lines (SMOF) with anomalous dispersion and losses and an optical amplifier (OA) that compensates for attenuation in the span. The continuation of the article is the author's article [4], which theoretically substantiates the possibility of such a technical solution, the selected parameters and the length of the required SM OF.

Key words: *Single-mode optical fibers, solitons, chromatic dispersion, group velocity dispersion, refractive index profile, optical amplifier.*

УДК 535.4
ГРНТИ 47.37.00

ЭЛЕКТРОННАЯ ЗАПИСЬ И ОПТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГОЛОГРАММ НА НЕБОЛЬШОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

С. А. Горанская, С. А. Рогов

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

Используется малогабаритная экспериментальная установка для регистрации и восстановления голограмм. Ввод входных сигналов в оптическую систему и голограмм при их восстановлении осуществляется с помощью жидкокристаллического пространственного модулятора света. Проведены первые эксперименты по электронной записи и оптическому восстановлению голограмм.

электронный метод записи голограмм, оптическое восстановление голограмм, регистрация голограмм на матричном фотоприемнике, малогабаритная голографическая установка, фурье-голограмма, жидкокристаллическая матрица для ввода сигналов

Для того, чтобы избежать мокрого проявления и использования фотопластинок мы используем метод цифровой голографии, где регистрация голограмм осуществляется с помощью матричного фотоприемника. Для снижения требований к разрешающей способности регистрирующего устройства используется уменьшение угла между предметным и опорным пучками. При этом сигнал нулевого порядка при восстановлении голограммы может создавать помехи в восстановленном изображении. Для устранения этой помехи в цифровой голографии используют устранение слагаемых нулевого порядка из голографической записи, что позволяет уменьшить угол схождения опорного и предметного пучков и снизить частоту линий пространственной несущей на голограмме [1].

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. При 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 ее жесткость и стабильность интерференционной картины, что позволяет обойтись без массивных интерференционных установок.

Для создания компактной оптической системы голографической записи, нами была выбрана схема квази-фурье-голографии, в которой на голограмме записывается фурье-спектр объекта небольшого размера. Это позволило уменьшить габариты используемых оптических элементов и габариты всего устройства [2]. При восстановлении голограммы может быть использована та же оптическая система (устройство ввода, фурье-объектив и фотоприемник), что и при формировании предметного пучка.

Схема разработанной нами экспериментальной установки представлена на рис.1. 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.

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].

В качестве устройства ввода нами 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.

В настоящее время выполнен монтаж экспериментальной установки для электронной записи и оптического восстановления голограмм и получены первые результаты эксперимента, рис.2.

Из рис.2 видно, что в восстановленном изображении подчеркиваются его высокие частоты, что обусловлено выбором интенсивности опорного пучка на уровне боковых лепестков спектра предмета. Данный выбор позволяет

увеличить площадь части голограммы с максимальной дифракционной эффективностью, однако приводит к ограничению уровня низких частот и оконтуриванию восстановленного изображения.

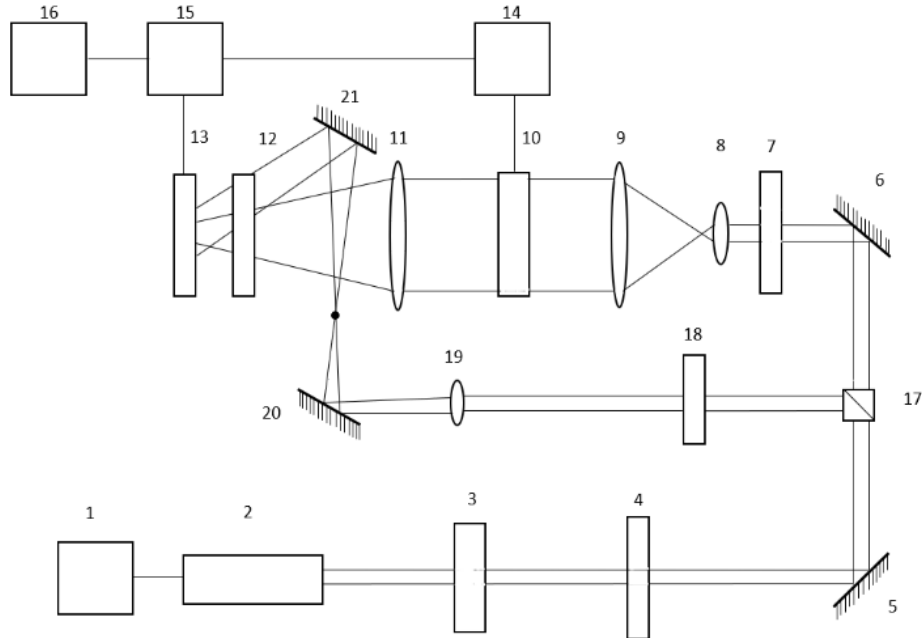


Рис.1. Схема экспериментальной установки для электронной записи и оптического восстановления голограмм

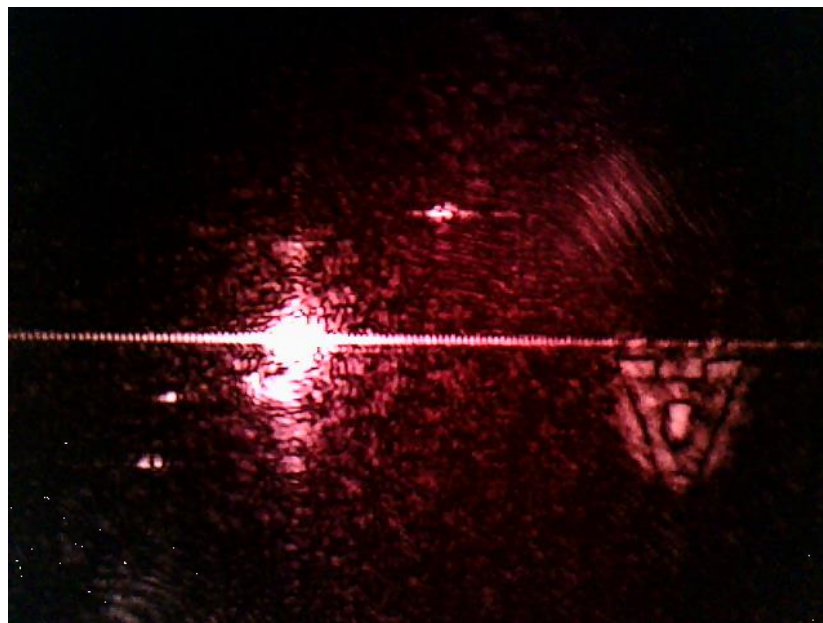


Рис.2. Результаты эксперимента с оконтуриванием восстановленного объекта

В настоящее время продолжают эксперименты по получению более качественных голограмм. Планируется эксперимент по восстановлению голограммы с вычитанием слагаемых нулевого порядка.

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

Electronic recording and optical restoration of holograms in a small experimental facility. A small-sized experimental setup is used for recording and restoring holograms. Input of input signals into the optical system and holograms during their restoration is carried out using a liquid crystal spatial light modulator. The first experiments on electronic recording and optical reconstruction of holograms were carried out.

Key words: *electronic method of recording holograms, optical reconstruction of holograms, registration of holograms on a matrix photodetector, small-sized holographic installation, Fourier hologram, liquid crystal matrix for signal input.*

УДК 621.373.8
ГРНТИ 49.44

ОДНОМОДОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЛАЗЕРЫ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ПО ДЛИНЕ ВОЛНЫ

М. Д. Григорьев, Л. В. Никифоров, И. Р. Романов

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

В работе рассмотрены принцип действия и конструкции различных одномодовых полупроводниковых лазеров с возможностью перестройки по длине волны, проведены исследования спектра излучения от температуры для лазера с распределённой обратной связью (DFB), исследованы возможности использования таких лазеров для системы связи с плотным спектральным уплотнением (DWDM).

перестраиваемый лазер, длина волны, резонатор, брэгговская решетка, distributed feedback laser (DFB), Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM

Перестраиваемые по длине волны лазеры широко используются во многих областях науки и техники, в частности, для сетей с применением технологии плотного спектрального мультиплексирования (*Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM*).

Методы перестройки длины волны можно разделить на внутренние и внешние. К внутренним методам относят способы перестройки длины волны путем изменения параметров резонатора лазера. Внешние методы предполагают использование дополнительного резонатора, внешнего по отношению к основной конструкции лазера.

Внутренние методы перестройки длины волны используются в лазерах с распределенной обратной связью (*Distributed Feedback Laser, DFB*) и лазерах с распределенными брэгговскими отражателями (*Distributed Bragg Reflector, DBR*), конструкция которых представлена на рисунке 1.

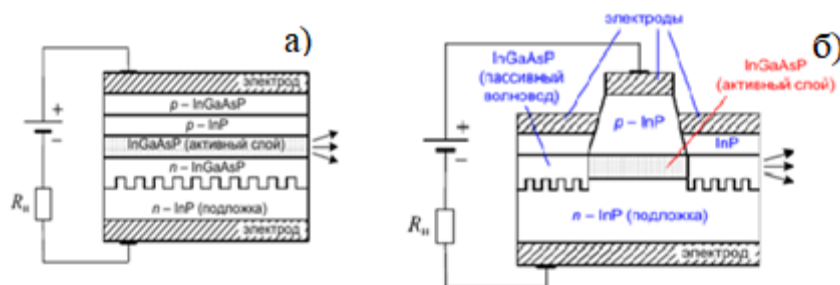


Рис. 1 конструкция и метод подключения DFB лазера (а) и DBR лазера (б).

Избирательная обратная связь в DFB лазере формируется брэгговской решеткой, которая создает условия для генерации единственной длины волны λ_B , определяемой выражением:

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda, \quad (1)$$

где n_{eff} – эффективный показатель преломления в области решетки, Λ – шаг решетки [1].

Перестройку длины волны в DFB лазере можно осуществлять температурным способом, например, с помощью элемента Пельтье, что приводит к изменению Λ , а значит к смещению генерируемой длины волны.

Достижимый диапазон перестройки длины волны оказывается небольшим – не более 3-4 нм. Для расширения диапазона перестройки в составе одного передатчика используют до 8 лазеров DFB. Излучения отдельных DFB лазеров объединяют интегрально-оптическим разветвителем и усиливают с помощью полупроводникового усилителя [1].

В DBR лазере резонатор состоит из одной или двух брэгговских решеток, ведущих себя как зеркала, отражающие свет только одной длины волны. В случае одной решетки роль второго зеркала выполняет торец полупроводникового кристалла.

Лазер DBR имеет дополнительные электроды, подача напряжения на которые позволяет управлять параметрами решеток. Перестройка осуществляется путем инжекции носителей заряда в область решетки. При этом показатель преломления n_{eff} уменьшается и, согласно (1), изменяется генерируемая длина волны λ_B . Диапазон перестройки существенно больше, чем у DFB лазера, и достигает 20 нм [1]. Усовершенствованные конструкции DBR лазеров – лазеры с профилированными решетками (*Sampled Grating DBR*, *SG DBR*) позволяют расширить диапазон перестройки до 100 нм [1].

В основе конструкции лазера с внешним резонатором (*Extended Cavity Diode*, *ECD*) чаще всего лежит многомодовый лазер и внешний оптический фильтр, который выделяет нужную моду излучения. ECD обладают широким спектром настройки, однако из-за сложной конструкции не получили такого распространения, как DFB или DBR лазеры.

Проведем исследование DFB лазера (рис. 1а) для применения в системах DWDM. Рассчитаем параметры брэгговской решетки (БР), обеспечивающей избирательную обратную связь. Из рис. 1а видно, что БР сформирована слоями *InGaAsP* и *InP*. Зависимость показателя преломления (ПП) *InP* от длины волны описывается формулой Зельмейера:

$$n^2(\lambda) = A + \frac{B * \lambda^2}{(\lambda^2 - C)} + \frac{D * \lambda^2}{(\lambda^2 - E)} \quad (2)$$

где λ – длина волны, а A, B, C, D, E – коэффициенты Зельмейера для *InP* [3], приведенные в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Коэффициенты Зельмейера для InP

A	B	C (*10 ²), мкм ²	D	E, мкм ²
7,255	2,316	39,225	2,765	1085

ПП $InGaAsP$ сильно зависит от степени легирования арсенида галлия индием и фосфором [4], что позволяет обеспечить глубину модуляции Δn разных порядков.

Примем длину волны $\lambda_B = 1550.92$ нм, соответствующей каналу номер 33 в стандарте *ITU G.694.1* [2]. ПП InP на этой длине волны согласно (2) составляет $n_1 = 3.166$. Тогда при $\Delta n = 0,0001$ (1) получим $\Lambda = 245$ нм. Значение n_{eff} было рассчитано по выражению:

$$n_{eff} = n_1 + 0.5\Delta n \quad (3)$$

Для коэффициента отражения R справедливо выражение [5]:

$$R(\lambda) = \frac{K(\lambda)^2}{s(\lambda)^2 * \text{cth}^2(s(\lambda) * L) + \left(\frac{\Delta\beta(\lambda)}{2}\right)^2 * L} \quad (4)$$

где $k(\lambda)$ – волновое число, $\Delta\beta(\lambda)$ – фазовое рассогласование, $K(\lambda)$ – коэффициент связи, $L=N*\Lambda$ – длина БР, N – число периодов. Для расчета $k(\lambda)$ и $\Delta\beta(\lambda)$ справедливы выражения:

$$k(\lambda) = (2\pi/\lambda_B) \cdot \sqrt{0.5 \cdot [n_1^2 + (n_1 + \Delta n)^2]}, \quad \beta = 2k(\lambda) - 2\pi/\Lambda. \quad (5)$$

Коэффициент связи $K(\lambda)$ для поляризации моды, перпендикулярной плоскости падения, и параметр $s(\lambda)$ находятся из выражений:

$$K(\lambda) = \frac{i}{\lambda} \sqrt{\frac{2((n_1 + \Delta n)^2 - n_1^2)}{(n_1 + \Delta n)^2 + n_1^2}}, \quad s(\lambda)^2 = K(\lambda)^2 - \left(\frac{\Delta\beta(\lambda)}{2}\right)^2 \quad (6)$$

От длины БР L зависит максимальный коэффициент отражения R_{max} на длине волны λ_B . На рис. 2 показаны спектры излучения, рассчитанные при разных Δn и L . Из рисунка 2 видно, что при уменьшении Δn происходит сужение полосы отражения, а при увеличении длины БР увеличивается амплитуда коэффициента отражения R_{max} . В случае на рис. 2г получены $R_{max} \approx 0.98$, и $\Delta\lambda \approx 2$ нм ($\Delta\nu \approx 200$ ГГц).

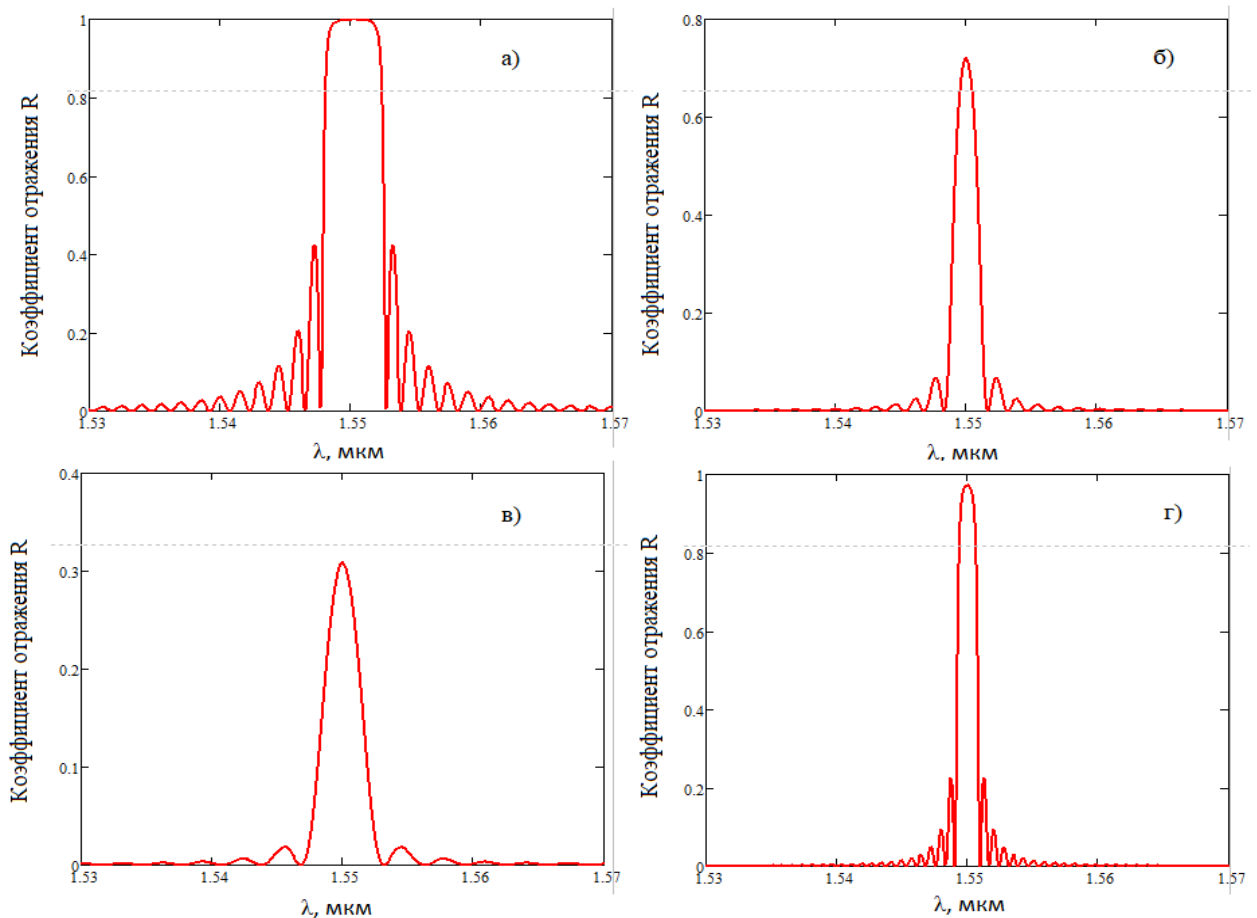


Рис 2. Зависимость R от λ при а) $L=245$ мкм, $\Delta n=0,001$ б) $L=245$ мкм, $\Delta n=0,0001$
 в) $L=122,5$ мкм, $\Delta n=0,0001$ г) $L=490$ мкм, $\Delta n=0,0001$

Для анализа возможности температурной перестройки DFB определим температурный коэффициент расширения БР C_T :

$$C_T = \Delta\lambda_B \cdot n_{eff} / \Delta T \quad (8)$$

где $\Delta\lambda_B / \Delta T \sim 0,094$ нм/°С [6], следовательно, $C_T \sim 0,03$ нм/°С. С помощью стандартного элемента Пельтье можно осуществить регулировку температуры в диапазоне 60-80°С [7].

На рисунке 3 показаны спектры отражения БР ($L=490$ мкм, $\Delta n=0,0001$) при двух температурах, отличающихся на $\Delta T = 25^\circ\text{C}$. Видно, что представленные спектры исключением боковых лепестков не пересекаются. При этом ΔT новое значение $\lambda_B = 1552.52$ нм соответствует 31 каналу DWDM.

Таким образом, при использовании всего температурного диапазона можно получить перестройку длины волны в пределах 4 каналов DWDM с разносом 200 ГГц, что соответствует распространённой информации о возможностях DFB лазеров.

Уменьшив ширину спектра отражения $\Delta\lambda$ за счет уменьшения глубины модуляции Δn и увеличения длины решетки L , можно уменьшить разнос

каналов DWDM, в пределах которых осуществляется перестройка, и увеличить их количество.

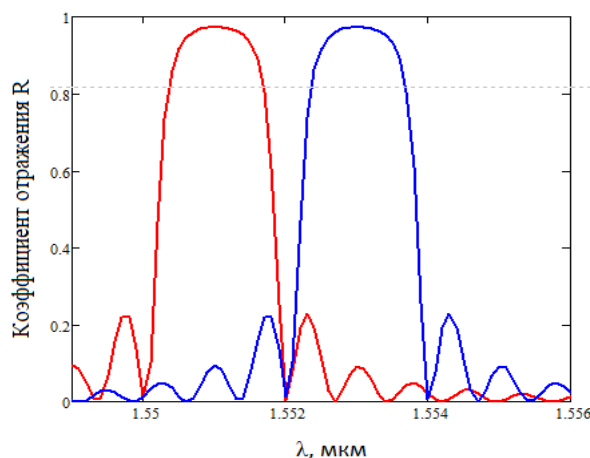


Рис. 4 Смещение спектра отражения БР при изменении температуры на 25 °С

Список используемых источников:

1. Larry A. Coldren, Fellow, IEEE, G. A. Fish, Y. Akulova, J. S. Barton, L. Johansson, and C. W. Coldren, , Tunable Semiconductor Lasers: A Tutorial, JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 22, NO. 1, JANUARY 2004, pages 195-196
2. Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) ITU Grid [электронный ресурс] URL: <https://www.fiberdyne.com/products/itu-grid.html> (Дата обращения 29.10.23)
3. Edward D. Palik Handbook of optical constants of solids II, pages 139-141
4. Gorachand Ghosh, Handbook of thermo-optic coefficients of optical materials with applications, page 22.
5. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах: Пер. с англ.- М.: Мир, 1987.стр 373 - 380
6. Nursidik Yulianto^{1,2}, Bambang Widiyatmoko² , Purnomo Sidi Priambodo¹, Temperature Effect towards DFB Laser Wavelength on Microwave Generation Based on Two Optical Wave Mixing, International Journal of Optoelectronic Engineering 2015, 5(2): 21-27
7. THERMOELECTRIC, PELTIER MODULES [электронный ресурс] URL: <https://www.amstechnologies-webshop.com/thermal-management/thermoelectric-peltier-modules-category> (Дата обращения 29.10.23)

Grigoriev M., Nikiforov L., Romanov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Single-mode semiconductor lasers tunable in wavelength.

This article examines principles of work and construction for different single mode semiconductor lasers with available option of wavelength tuning. We researched dependance between optic spectrum and temperature tuning for Distributed Feedback laser (DFB) and potential use of that laser in optical transport network with Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM).

Key words: *tunable laser, wavelength, cavity, Bragg grating, distributed feedback laser (DFB), Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM).*

3.5. Программная инженерия

УДК 004.852

ГРНТИ 28.23.37

ОПТИМИЗАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

А. А. Березкин, Е. В. Никифоров

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

Данная работа посвящена разработке нового подхода для обучения и оптимизации искусственных нейронных сетей, основанного на нахождении функции трех аргументов, которая выражает веса между слоями, применяя эволюционные алгоритмы. Статья является частью исследования по применению искусственных нейросетей для сжатия изображений и нацелена на уменьшение размера данных, необходимых для хранения моделей нейросетей.

эволюционные алгоритмы, нейросети, сжатие изображений

Генетическая модель

Целью данного исследования была разработка такой модели нейронной сети, которая требует наименьшее количество памяти. В такой нейросети не представляется возможным, поскольку на каждый нейрон приходится количество связей, равное числу нейронов на предыдущем уровне, если мы рассматриваем классический перцептрон, но мы можем выразить веса отдельного нейрона формулой, например через функцию $f(x) = \cos(2\pi x)$. Под x мы подразумеваем индекс входного нейрона. При использовании такой формулы мы получим веса равными единице. Естественно, что обычно веса для разных входных нейронов различаются, что можно добиться изменением формулы, например мы можем добавить коэффициенты: $f(x) = a \cdot \cos(2\pi x \cdot b + c)$. В измененной формуле мы уже можем контролировать максимальное значение весов через коэффициент a и необходимые смещения значений через коэффициенты b и c , но даже такая формула была бы неспособна отразить все необходимые варианты весов. В таком случае мы могли бы добавить еще один элемент в формулу, чтобы привести ее к виду $f(x) = a \cdot \cos(2\pi x \cdot b + c) + d \cdot \cos(2\pi x \cdot e + f)$. В такой конфигурации формулы мы всё ещё можем контролировать максимальное значение через коэффициенты a и d , но уже получили большее разнообразие весов. В общем виде формула могла бы выглядеть так:

$$f(x) = \sum_{i=0}^L a_i \cdot \cos(2\pi x \cdot b_i + c_i)$$

где L - это количество элементов в ряду, который можно было бы считать частным случаем Ряда Фурье. Подобрать правильные коэффициенты и

количество элементов можно было бы выразить веса одного нейрона для любого количества входных нейронов, при этом количество входных нейронов бы напрямую не влияло на количество памяти, необходимое для весов. Но даже такой подход можно расширить, мы можем начать использовать функции двух аргументов для выражения весов:

$$f(x, y) = \sum_{i=0}^L a_i (\cos(2\pi x \cdot b + c) + \cos(2\pi y \cdot d + e))$$

где x - это индекс входного нейрона, y - это индекс вычисляемого нейрона. При L равным единице и остальным коэффициентам равным соответственно 1, 1, 0, 1, 0 мы бы получили график, представленный на рисунке 1.

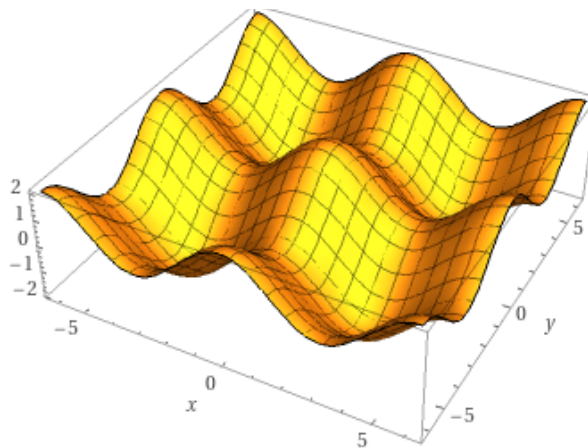


Рис.1. Частный случай функции двух аргументов, выражающий косинусоидальные волны.

В таком виде формула бы выглядела очень просто: $f(x, y) = \cos(2\pi x) + \cos(2\pi y)$. При использовании такой формулы мы бы получили все веса между двумя слоями равными 2, причем количество нейронов на этих двух слоях не имеет никакого значения для количества памяти, необходимое для хранения весов, нам необходимо запоминать только коэффициенты формулы. Теперь мы можем добавить последний компонент в нашу формулу: третью переменную, отвечающую за индекс слоя:

$$f(x, y, z) = \sum_{i=0}^L a_i (\cos(2\pi x \cdot b + c) + \cos(2\pi y \cdot d + e) + \cos(2\pi z \cdot f + g))$$

Такая формула позволяет получить вес конкретного входного нейрона x для нейрона y на слое z , остаётся только подобрать правильные коэффициенты в формуле. Получается, что вся нейросеть сводится к количеству входных нейронов, элементам и коэффициентам формулы, и структуре нейросети. Все перечисленные свойства и будут формировать генетическую модель нейросети.

Эволюционный алгоритм

Для описанной в предыдущей главе модели нейросети не представляется возможным применение метода обратного распространения ошибки для

обучения, поскольку веса являются только продуктом генома, а изменению подлежит как раз сам геном, в связи с чем были разработаны и исследованы 2 подхода: “Мутация лучших” и “Смесь генов”, оба алгоритма подразумевают создание начальной популяции, состоящей из нейросетей с одним слоем и с одним элементом формулы со случайными коэффициентами.

При подходе “Мутация лучших” каждый член популяции тестируется на данных обучения и по сумме квадратов ошибки определяются лучшие, которые впоследствии копируются в следующее поколение, а также наполняют все остальные места своими мутировавшими вариантами и процесс повторяется, ниже перечислен список мутаций:

- Добавление слоя нейросети. Добавляет ещё один слой нейросети и наполняет его случайным количеством нейронов в установленных пределах
- Удаление слоя нейросети. Если количество слоёв больше одного, то удаляет случайный слой.
- Добавление/Удаление нейронов. Выбирает случайные слои (исключая последний) и добавляет/удаляет случайное количество нейронов в установленных пределах
- Добавление элемента в формулу. Добавляет ещё один элемент в формулу с нулевыми коэффициентами.
- Удаление элемента из формулы. Если количество элементов больше одного, то удаляет случайный элемент
- Большое изменение одного коэффициента одного элемента формулы на случайное число в установленных пределах
- Небольшое изменение всех коэффициентов всех элементов формулы.

Все вышперечисленные мутации, кроме последней (она происходит всегда) случаются с определенными, установленными для каждой мутации отдельно вероятностями.

Для наглядного тестирования можно взять простое черно белое изображение 4 на 4 пикселя и обучить нейросеть на запоминание значения всех пикселей. Таким образом нейросеть получит на вход координаты пикселя, а на выходе должна выдавать яркость изображения в заданных координатах. Исходное изображение и результат нейросети представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.



Рис. 2. Исходное изображение для запоминания

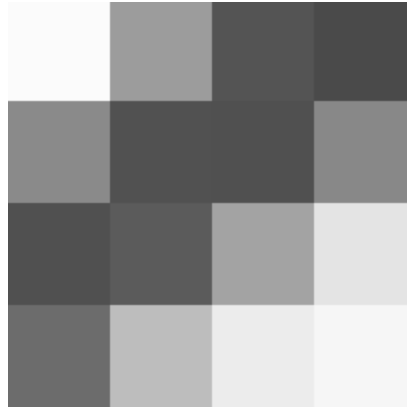


Рис. 3. Результат работы нейросети с суммарной квадратичной погрешностью 0.1

Копия достаточно неточная, но это можно исправить уменьшив допустимую суммарную погрешность. При размере популяции в две тысячи особей и отборе 10 лучших, алгоритму понадобилось 3487 поколений, а итоговая структура нейросети выглядит так: входной слой с двумя нейронами, один скрытый слой состоящий из шести нейронов и выходной слой с одним нейроном. Формула для весов состоит всего из одного элемента с приведенными ниже коэффициентами:

- a -7.683134
- b -32.209705
- c 2.109023
- d -7.907637
- e -18.601761
- f 12.615519
- g -3.316185

Для запоминания всех весов всей нейросети нам понадобилось всего 7 чисел, когда при нормальном хранении нам бы на это понадобилось 18 чисел, по одному на каждую пару нейронов на соседних слоях. Выигрыш более чем в 2 раза, но он потенциально может быть и в сто и в тысячу раз, в зависимости от архитектуры нейросети. Из недостатков подхода хочется особенно выделить нестабильность и низкую эффективность множества геномов, которая создаётся за счёт сохранения нескольких лучших особей. Низкая эффективность присуща всем эволюционным алгоритмам, поскольку, по сути, решается задача перебором, что не дает абсолютно никакой гарантии, что найденное решение будет лучшим в чём и заключается нестабильность, также сохранение нескольких генотипов в популяции помимо лучшего можно поставить под сомнение, поскольку крайне редко лучший генотип смещается другим претендентом.

Метод “Смесь генов” был призван решить проблемы предыдущего подхода путем изменения алгоритма образования следующего поколения. Вместо копирования и мутации лучших, мы берём 4 случайных особи, находим 2 из них с наименьшей суммарной квадратичной ошибкой, а затем смешиваем их. Смешивание происходит таким образом, что у родительских особей разделяется архитектурная часть и часть с элементами, а потом получившиеся 4 элемента комбинируются, образуя 2 новых особи со

смешанным геномом и 2 старых особи, также с некоторой установленной вероятностью происходит мутация из перечисленного ранее списка. Метод оказался полностью провальным и не принёс никаких результатов. Средняя ошибка при обучении либо не снижалась, либо снижалась крайне низко, что объясняется тем, что гены в среднем просто смешивались, находя лучшую комбинацию из текущих вариантов генов, а опций мутации не хватало, чтобы создавать новые виды генов. Рассматриваются дальнейшие варианты улучшения алгоритма через увеличение вариантов мутации а также через улучшение самого процесса смешивания родительских особей.

Выводы

Исходя из результатов проведённых исследований можно утверждать, что предложенная модель нейросети имеет большой потенциал для сжатия и запоминания информации, поскольку позволяет достаточно эффективно представлять свои веса в виде коэффициентов формул.

Также хочется выделить несколько пунктов для улучшения:

- Дальнейшая доработка эволюционных алгоритмов
- Разработка аналога обратного распространения ошибки для предложенной модели
- Разработка способа перевода весов уже существующих моделей в вид предложенной нейросети

Список используемых источников:

1. А.Н. Горбань Обучение нейронных сетей. СП ПараГраф Москва. 1990.
2. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. - М.: РиС, 2015. - 496 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. - М.: Диалектика, 2019. - 1104 с.
4. А.Н.Васильев, Д.А.Тархов. Нейростроевое моделирование. Принципы. Алгоритмы.

Berezkin A., Nikiforov E.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Optimization and training of neural networks using evolutionary algorithms.

This work is devoted to the development of a new algorithm for training and optimizing artificial neural networks, based on constructing a function of three arguments that adjusts the weight between layers using evolutionary algorithms. The article is part of a study on the use of artificial neural networks for image compression and aims to reduce the size of the data required to store neural network models.

Key words: evolutionary algorithms, AI neural networks, image compression.

УДК 004.021
ГРНТИ 28.27.27

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ С ВСТРОЕННЫМ КОНТРОЛЕМ И ОБНАРУЖЕНИЕМ МЕСТА ОТКАЗА

Т. В. Горнаев

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

В работе рассматривается решение интегральных уравнений, возникающих при нахождении коэффициента готовности в моделях расчёта надёжности систем с встроенным контролем и обнаружением места отказа. В общем виде показано решение уравнения методом квадратур, после чего демонстрируется решение на примере конкретной модели.

математическое моделирование, интегральные уравнения, численные методы, метод квадратур

Решение ряда практических задач сводится к нахождению некой функции, отражающей зависимость интересующей величины от определённых параметров рассматриваемой системы. Требования к искомой функции обычно выражают в виде уравнения, которое должно обращаться в тождество на всей области её определения. Таким образом, задача сводится к решению функционального уравнения, то есть уравнения, в котором эта функция содержится в качестве неизвестной. В ряде случаев получающееся функциональное уравнение содержит искомую функцию под знаком интеграла. Такие уравнения называются интегральными. Наконец, в определённых случаях решаемое интегральное уравнение сводится к уравнению вида

$$f(t) = x(t) - \int_a^t K(t,s)x(s) ds, \quad t \in [a, b],$$

где x — искомая функция, f и K — заранее заданные функции. Функция K называется ядром, функция f — свободным членом. Такие уравнения называются уравнениями Вольтерра второго рода [1].

При нахождении коэффициента готовности в различных моделях расчёта надёжности систем возникают уравнения, сводящиеся к данному уравнению. Эти уравнения обычно решаются численными методами, такими как метод квадратур [2] и метод последовательных приближений [3].

Суть метода квадратур заключается в замене интеграла некоторой квадратурной формулой. Рассматривается равномерная замкнутая сетка (t_0, \dots, t_n) с шагом h . Целью является вычисление приближённого значения функции x в этих точках.

Из исходного уравнения очевидно, что

$$x(t_0) = f(t_0),$$

$$x(t_k) = f(t_k) + \int_a^{t_k} K(t_k, s)x(s) ds, \quad k \in \{1, \dots, n\},$$

Интеграл представляется в виде квадратурной формулы, составленной для узлов (t_0, \dots, t_k) :

$$\int_a^{t_k} K(t_k, s)x(s) ds = h \sum_{j=0}^k A_{kj}^{(n)} K(t_k, t_j)x(t_j) + R_k^{(n)}, \quad k \in \{1, \dots, n\},$$

где $A_{kj}^{(n)}$ — не зависящие от h веса квадратурной формулы, составленной для $k+1$ узлов, $R_k^{(n)}$ — соответствующий остаточный член.

Тогда для $k \in \{1, \dots, n\}$ уравнение (1) принимает следующий вид:

$$x(t_k) - h \sum_{j=0}^k A_{kj}^{(n)} K(t_k, t_j)x(t_j) = f(t_k) + R_k^{(n)}.$$

Далее отбрасываются остаточные члены $R_k^{(n)}$ и принимается $x(t_k) \approx x_k$, после чего при выполнении условия

$$hA_{kk}^{(n)} K(t_k, t_k) \neq 1$$

получается следующее решение:

$$x_k = \frac{x_0 = f(t_0), \quad f(t_k) + h \sum_{j=0}^{k-1} A_{kj}^{(n)} K(t_k, t_j)x_j}{1 - hA_{kk}^{(n)} K(t_k, t_k)}, \quad k \in \{1, \dots, n\}.$$

Важным случаем моделей расчёта надёжности является модель системы, в которой осуществляется постоянный контроль. В начале работы система находится в работоспособном состоянии. В случае отказа немедленно начинается процесс обнаружения места отказа. После обнаружения начинается процесс восстановления системы, после завершения которого система вновь находится в работоспособном состоянии.

Время отказа системы описывается случайной величиной ξ , время обнаружения отказа — случайной величиной η_{fd} , время восстановления — случайной величиной η_{fr} .

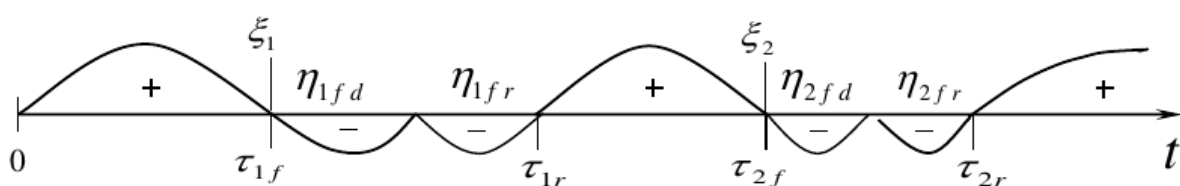


Рис. 1. Схема стратегии функционирования с постоянным контролем

Таким образом, в каждый момент времени система находится в одном из следующих состояний:

- E_0 , если система функционирует;
- E_1 , если система простаивает в неработоспособном состоянии (при обнаружении места отказа или во время самостоятельного проявления отказа);
- E_2 , если система восстанавливается.

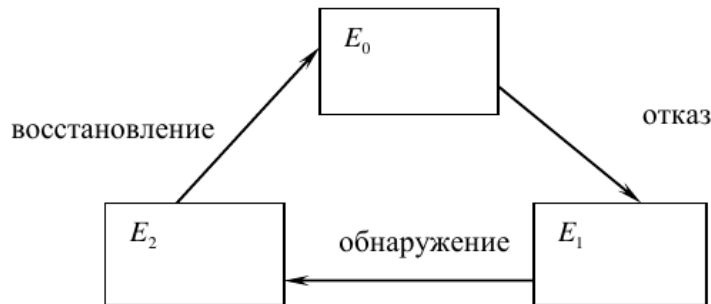


Рис. 2. Состояния системы с постоянным контролем

Коэффициент готовности данной системы удовлетворяет следующему интегральному уравнению:

$$K(t) = (1 - F_{\xi}(t)) + \int_0^t f_{\eta_{fr}}(x) \int_0^{t-x} f_{\eta_{fd}}(y) \int_0^{t-x-y} f_{\xi}(z) K(t-x-y-z) dz dy dx,$$

где $K(t)$ — коэффициент готовности в момент времени t , F и f — функции распределения и функции плотности вероятности соответствующих случайных величин.

Данное уравнение можно решить с помощью описанного ранее метода квадратур. Уравнение решается на промежутке $[0, t]$. Для этого берут равномерную замкнутую сетку t_0, t_1, \dots, t_n с шагом Δt и строят по ней квадратурные формулы для всех интегралов уравнения. Тогда для каждого узла t_i ($1 \leq i \leq n$) выполняется равенство:

$$K(t_i) = (1 - F_{\xi}(t_i)) + \sum_{x=0}^i f_{\eta_{fr}}(t_x) \left(\sum_{y=0}^{i-x} f_{\eta_{fd}}(t_y) \left(\sum_{z=0}^{i-x-y} f_{\xi}(t_z) K_{i-x-y-z} \Delta t \right) \Delta t \right) \Delta t.$$

Далее, выразив $K(t_i)$, получают решение:

$$K(t_i) = \frac{(1 - F_{\xi}(t_i)) + f_{\eta_{fr}}(t_0) f_{\eta_{fd}}(t_0) s_1 \Delta t^2 + f_{\eta_{fr}}(t_0) s_2 \Delta t + s_3}{1 - f_{\eta_{fr}}(t_0) f_{\eta_{fd}}(t_0) f_{\xi}(t_0) \Delta t^3},$$

где

$$s_1 = \sum_{z=1}^i f_{\xi}(t_z) K_{i-z} \Delta t,$$

$$s_2 = \sum_{y=1}^i f_{\eta_{fd}}(t_y) \left(\sum_{z=0}^{i-y} f_{\xi}(t_z) K_{i-y-z} \right) \Delta t^2$$

$$s_3 = \sum_{x=1}^i f_{\eta_{fr}}(t_x) \left(\sum_{y=0}^{i-x} f_{\eta_{fd}}(t_y) \left(\sum_{z=0}^{i-x-y} f_{\xi}(t_z) K_{i-x-y-z} \right) \right) \Delta t^3.$$

В качестве примера можно рассмотреть модель, в которой:

- Распределение времени наработки на отказ: нормальное с параметрами $\mu = 0.3$, $\sigma = 0.1$;
- Распределение времени восстановления: нормальное с параметрами $\mu = 0.1$, $\sigma = 0.02$;
- Распределение времени обнаружения места отказа: нормальное с параметрами $\mu = 0.1$, $\sigma = 0.02$;
- Шаг: 0.01 лет.

Для данной модели метод квадратур даёт решение, показанное на рис. 3.

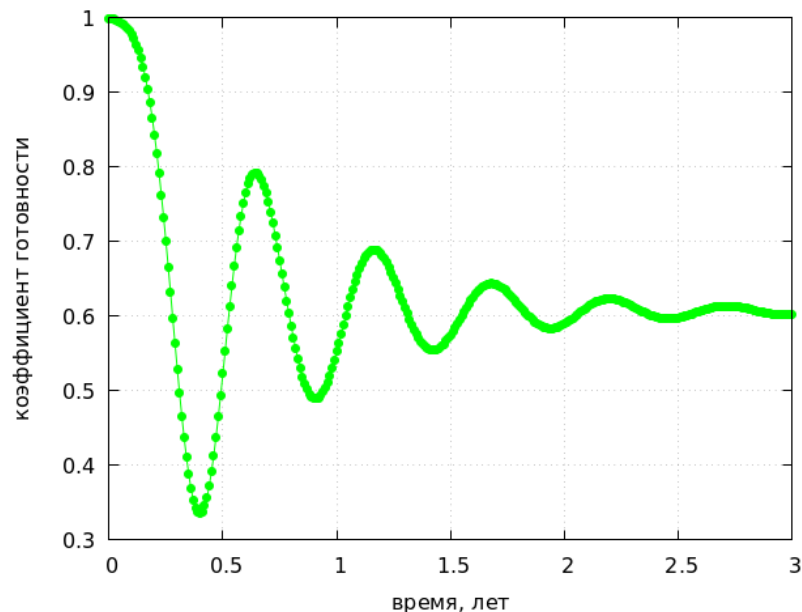


Рис. 3. Решение уравнения состояния готовности системы, полученное методом квадратур

Список используемых источников:

1. Volterra Equation — Encyclopedia of Mathematics [Электронный ресурс]. URL: https://encyclopediaofmath.org/index.php?title=Volterra_equation (дата обращения 14.11.2023).
2. Арушанян И. О. Применение метода квадратур для численного решения интегральных уравнений второго рода. Учебное пособие. Москва, 2018. 61 с.
3. Зуева Г. А. Методы математической физики. Интегральные уравнения: Методические указания. Иваново, 2006. 32 с.

Gornaev T.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Solution of the equation of the state of readiness of the system with built-in monitoring and detection of the place of failure.

The work considers the solution of integral equations arising when finding the reliability factor in models for calculating the reliability of systems with built-in monitoring and failure location detection. The solution is shown in general form equations using the quadrature method, after which the solution is demonstrated using an example specific model.

Key words: *mathematical modeling, integral equations, numerical methods, quadrature method.*

УДК 004
ГРНТИ 20.15.05

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ФИНАНСОВЫХ АКТИВОВ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННЫХ БИЛЕТОВ

К. А. Дворецков, А. А. Мартынюк, А. В. Помогалова

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

Цифровые финансовые активы представляют собой ключевой элемент современной финансовой индустрии, открывающий новые перспективы для инвесторов, финансовых учреждений и экосистемы цифровой экономики в целом. В данной статье электронные билеты рассматриваются как цифровые финансовые активы. Подробно описаны способы токенизации билетов: создание билетов с помощью смарт-контрактов как невзаимозаменяемых токенов или с помощью применения технологии децентрализованных идентификаторов и проверяемых учетных данных. Статья анализирует преимущества рассмотренных способов токенизации, исследует перспективы их использования в сфере цифровых финансовых активов.

цифровые билеты, технология распределенных реестров, non-fungible tokens, decentralized identifiers, verifiable credentials, DID, VC

Цифровые билеты - это электронные документы, которые подтверждают право на посещение определенного мероприятия или использование определенной услуги. В основном, они представляются в виде QR-кодов, штрих-кодов, в которых зашифрована информация о билете. Цифровые билеты имеют ряд преимуществ перед бумажными, таких как удобство, экономия, безопасность и экологичность.

Однако сами цифровые билеты также сталкиваются с некоторыми проблемами, связанными с подделкой, дублированием, потерей, передачей и непрозрачной проверкой, отсутствием единой системы для долгосрочного защищенного хранения цифровых билетов, их бесполезностью после окончания мероприятия. В связи с этими фактами в сферу цифровых билетов необходимо внедрение современных технологий, удовлетворяющих потребностям как организаторов, так и участников мероприятий, а также обеспечивающих высокий уровень безопасности, прозрачности и ценности данных.

Токенизация цифровых билетов - способ решения проблем, возникающих с нынешними цифровыми билетами. В данной статье рассмотрены два способа токенизации цифровых билетов:

- применение технологии распределенных реестров: создание с помощью смарт-контрактов билетов как невзаимозаменяемых, NFT [1], токенов
- применение технологии проверяемых учетных данных (VC) и децентрализованных идентификаторов (DID)

Мы сравним эти два подхода по критериям эффективности, безопасности, гибкости и удобства для участников и организаторов мероприятий.

Технология распределенных реестров позволяет создавать и управлять цифровыми билетами, которые имеют ряд уникальных свойств и преимуществ. Одно из главных достоинств NFT билетов состоит в том, что создание и управление билетами осуществляют смарт-контракты [2] - неизменяемые программы, исполняющиеся в блокчейне и выступающие как доверенная сторона [3] между организатором и участником мероприятия. Смарт-контракты безопасны: они подлежат аудиту с целью выявления и устранения уязвимостей, недеklarированных возможностей. Благодаря смарт-контрактам NFT-билеты записываются в блокчейн [1], становясь недоступными для копирования и взлома. Ведь каждый билет имеет свой уникальный идентификатор и принадлежит только одному владельцу.

Функциональность для управления NFT билетами может быть очень обширной: она зависит от логики, заложенной в смарт-контракте. Ее реализация опирается на пожелания конкретного организатора(ов) мероприятия. Например, можно реализовать контроль вторичных продаж NFT билета, с обязательным отчислением фиксированного процента на кошелек организатора. В данном примере смарт-контракт выступает как гарант того, что все условия при вторичной продаже билета будут выполнены [3]. Это исключает возможность манипуляций и обмана со стороны как организаторов, так и участников мероприятий, тем самым смарт-контракты предоставляют возможность NFT билетам стать ценными памятными предметами или коллекционными артефактами, которые можно безопасно и прозрачно хранить или продавать на специализированных площадках.

Также ещё одна технология, которая позволяет создавать токенизированные билеты для различных мероприятий, представляя цифровые билеты - это технология DID — это глобальный уникальный идентификатор, такой как URL-адрес (или веб-адрес), адрес которого уникален, разрешим с высокой доступностью и криптографически проверяем [4]. DID обычно связаны с криптографическим материалом, таким как открытые ключи и конечные службы, для создания безопасных каналов связи. DID не требуют централизованного органа для их создания или регистрации, поскольку они регистрируются с помощью технологий распределенного реестра (DLT).

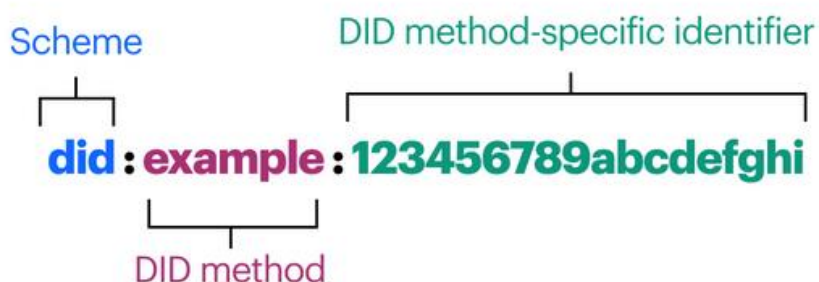


Рис. 1. Базовая структура DID

DID (Decentralized Identifier) представляет собой простую текстовую строку, состоящую из трех частей, показанное на рисунке 1:

1. Идентификатор схемы URI DID. (Scheme) - может использоваться как идентификатор организатора и мероприятия
2. Идентификатор для метода DID. (DID Method) – применим для создания прав и привилегий определенного билета.
3. Уникальный идентификатор метода – создает уникальный идентификатор билета

Когда пользователь создает DID, он связывает его как минимум с одной парой криптографических ключей: открытым и закрытым ключом. Продвинутая криптография позволяет создавать открытый ключ, связанный с закрытым ключом (который всегда хранится у пользователя вне цепи). DID и открытые ключи публикуются в блокчейне, также их можно применять в невзаимозаменяемом токене, обеспечивая совершенно новый уровень безопасности и пользовательского опыта, и этот "пакет" называется DID-документом. DID-документы также содержат инструкции для машин, которые позволяют аутентифицировать владельца DID, то есть DID способен поддерживать все виды применения и механики, связанные с уникальным идентификатором как в технологии NFT, например, такие как рассмотренный ранее механизм токенизации электронных билетов, подтверждение права собственности, управление доступом, подтверждение оригинальности товара, создание цифровых финансовых активов, взаимодействие с помощью умных смарт-контрактов с ними, а также защита персональных данных.

Спецификации методов DID обычно определяют, как минимум следующие операции для конкретной целевой системы:

1. Создание и регистрация DID: Методы определяют, как создавать новые DID и как они будут зарегистрированы в системе. Это включает в себя спецификации для генерации уникальных идентификаторов и методы регистрации в распределенных реестрах, блокчейнах или других децентрализованных системах.

2. Чтение и разрешение DID: Методы определяют, как разрешать DID и получать информацию о владельце или других связанных данных. Это включает в себя определение принципов доступа к данным и механизмы разрешения запросов.

3. Обновление и управление DID: Методы позволяют владельцам DID обновлять свои идентификаторы и связанные с ними данные, а также управлять правами доступа к ним.

4. Удаление DID: Некоторые методы могут также определять процедуры для удаления или архивирования DID при необходимости.

Неотъемлемой частью для повышения эффективности DID является технология VC(DVC) (Verifiable Credentials или Digital Verifiable Credentials) - поддающиеся проверке учетные данные, представляют собой стандартный формат цифрового представления учетных данных. Verifiable Credentials (VC)

являются важной частью децентрализованной сети, так как они предоставляют способ безопасного обмена информацией для физических лиц и организаций, не зависящий от центральных властей. При использовании VCs физические лица могут сохранять контроль над своими данными, а организации могут более эффективно управлять цифровыми активами и ресурсами, такой подход можно эффективно применять при создании билетов, пропусков, идентификаторов посетителей на различные мероприятия, при этом иметь также возможность собирать определенные метрики посетителей.

Важно отметить, что существует множество различных методов DID, каждый из которых ориентирован на разные сценарии использования и интегрируется с различными технологиями и эко-системами. Количество методов никак не ограничено, что позволяет создавать гибкую и масштабируемую систему идентификации. Эти методы позволяют системе DID быть гибкой и применимой к различным контекстам, где требуется децентрализованная идентификация.

VCs часто сравниваются с традиционными физическими удостоверениями, такими как водительские удостоверения или паспорта, однако VCs обладают несколькими преимуществами перед традиционными удостоверениями:

- Они могут быть мгновенно проверены онлайн, без необходимости личной проверки.
- Их можно аннулировать или обновить по необходимости.
- Они более надежны, так как они цифровые и криптографические.
- Они предоставляют лучшую защиту конфиденциальности, так как можно выборочно передавать только необходимую информацию, не раскрывая другую ненужную информацию.

Все эти факторы свидетельствуют о важности и росте роли цифровых финансовых активов в современном мире. На примере токенизации они изменяют облик финансовой индустрии, обеспечивая большую доступность, эффективность и инновации. Это также приносит вызовы и необходимость разработки регулирования и стандартов для обеспечения безопасности и устойчивости этой новой экономической реальности. NFT (невзаимозаменяемые токены) и технологии DID (децентрализованные идентификаторы) и VC (верифицируемые учётные записи) при одновременном применении могут быть полезными инструментами для создания билетов на мероприятия по нескольким причинам: создать сильную защиту подлинности билетов, обеспечить ещё более легкую передачу и продажу, усовершенствовать управление доступом, имея возможность взаимодействия с каждым билетом или группой билетов, а также увеличить пользовательский опыт и повысить лояльность к организатору.

В современном мире важность представления цифровых финансовых активов не может быть недооценена. Этот новый класс активов преобразует способы, которыми мы храним, передаем и управляем нашими финансами. С

каждым годом количество операций с цифровыми финансовыми активами растет во всем мире. Применение невзаимозаменяемых токенов (NFT) и технологий DID & VC вместе выводят уровень безопасности, управления и пользовательского опыта на новый уровень, ранее не применяемый в описанном направлении применения. ЦФА дают новые возможности для безопасного и прозрачного взаимодействия как физическим лицам, так и компаниям. Важно освещать и делать доступной информацию о таких технологиях для эффективного и быстрого внедрения их для упрощения сложных вещей в повседневной жизни.

Список используемых источников:

1. ERC-721 Non-Fungible Token Standard. URL: <https://ethereum.org/ru/developers/docs/standards/tokens/erc-721/> (дата обращения: 28.09.2023)
2. The Solidity Contract-Oriented Programming Language documentation. URL: <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.18/> (дата обращения: 1.10.2023)
3. Дворецков К. А., Мартынюк А. А., Помогалова А. В. Разработка платформы-агрегатора для систем лояльности с применением технологии блокчейн // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XI Юбилейная Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2022. Т. 1. С. 388–392. (дата обращения: 20.10.2023)
4. DID and VC: Untangling Decentralized Identifiers and Verifiable Credentials for the Web of Trust. URL: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3446983.3446992> (дата обращения: 25.10.2023).

Dvoretzkov K., Martyniuk A., Pomogalova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Comparison of ways to create digital financial assets using the example of digital tickets. Digital financial assets represent a key element of the modern financial industry, opening up new prospects for investors, financial institutions and the digital economy ecosystem on the whole. This article examines e-tickets as digital financial assets. Methods for ticket tokenization are described in detail: creating e-tickets using non-fungible token smart contract or using decentralized identifier technology and verifiable credentials. The article analyzes the advantages of the considered tokenization methods and explores the prospects for their use in the field of digital financial assets.

Key words: digital tickets, distributed ledger technology, non-fungible tokens, decentralized identifiers, verifiable credentials, DID, VC.

УДК 004.8
ГРНТИ 20.53.17

РАЗРАБОТКА SDK ДЛЯ ИГРОВОГО ДВИЖКА UNITY В РАМКАХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДИСТРИБУЦИИ ОБУЧАЮЩИХ НАБОРОВ (ДАТАСЕТОВ И ОНТОЛОГИЙ) ДЛЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. М. Карев, А. В. Пачин

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

Отсутствие удобных инструментов для распространения обучающих наборов (датасетов и онтологий) для систем искусственного интеллекта, долгий процесс поиска подходящих данных, а также невозможность воспользоваться платными зарубежными аналогичными сервисами приводят к замедлению разработки систем искусственного интеллекта и экспертных систем. Это также приводит к увеличению стоимости разработки таких систем и замедлению темпов развития новейших технологий в этой области. В данной работе будет рассмотрено возможно решение- разработка реализации универсального инструмента для упрощения и ускорения разработки систем искусственного интеллекта. Платформа будет предоставлять готовые обучающие наборы (датасеты и онтологии) и инструменты для их интеграции.

искусственный интеллект, дистрибуция данных, sdk, игровые движки, unity, обучающие наборы

Подобно разработке программного обеспечения, которое работает с кодом, разработка рабочей модели машинного обучения требует высококачественных данных. Модели требуют точно маркированных и аннотированных данных на нескольких этапах производства, поскольку алгоритм необходимо постоянно обучать выполнению задач. При этом отрасль искусственного интеллекта показывает интенсивный рост на протяжении достаточно долгого времени. Системы искусственного интеллекта активно внедряются во многие процессы и являются одним из самых перспективных направлений в современном технологическом секторе.

В отчете Global Generative AI in Gaming Market 2022 от Market.us, представленном на рисунке 1, говорится, что в 2022 году генеративный искусственный интеллект на игровом рынке оценивался в 992 миллиона долларов. Ожидается, что к 2032 году объем мирового рынка достигнет 7,1 миллиарда долларов, что составляет в среднем 23,3%. Наибольшая финансовая доля будет приходиться на разработку неигровых персонажей (NPC), за которыми последует генерация уровней и улучшение имиджа. Искусственный интеллект активно начинает использоваться в разработке игр, для которых так же требуются обучающие наборы. Такие системы находят своё применения и в VR/AR технологиях, которые связаны с разработкой игр. Игровой движок Unity позволяет разрабатывать все виды таких программных

продуктов, так как предоставляет инструменты для кроссплатформенной разработки. Поэтому целесообразно будет внедрить подобную систему.

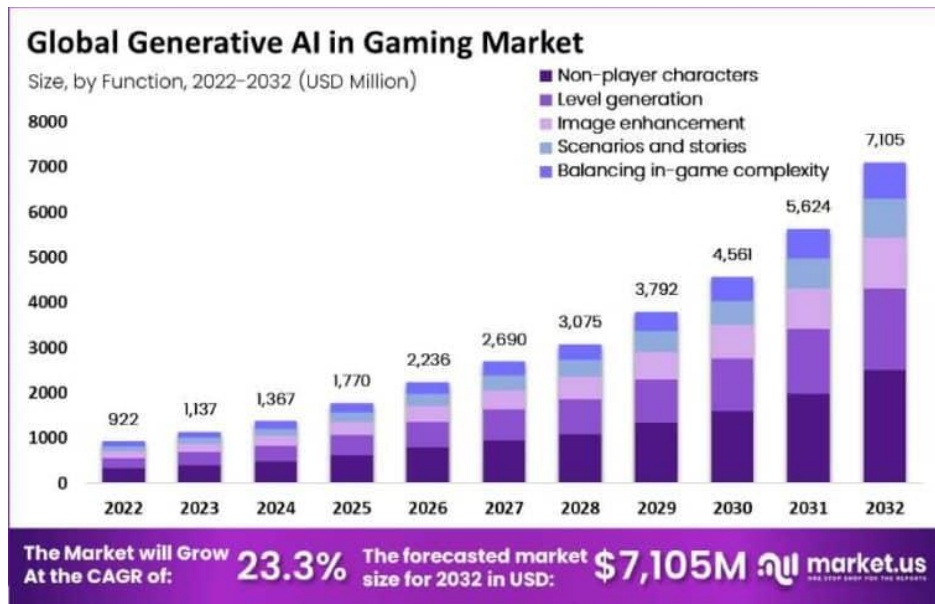


Рис. 17. Отчет Global Generative AI in Gaming Market 2022 от Market.us.

Однако качественные данные трудно найти. Иногда наборы данных могут быть заполнены ошибками, которые могут повлиять на результат проекта. Эксперты по машинному обучению часто тратят больше времени на очистку данных, чем на их оценку и анализ. Также, большинство систем хранения датасетов предоставляют доступ к качественным данным за дополнительную плату. В таблице 1 представлены самые распространенные системы дистрибуции обучающих наборов

ТАБЛИЦА 1. Перечень самых известных систем дистрибуции обучающих наборов

Название	Тип системы	Количество датасетов
Kaggle	платформа для соревнований по машинному обучению	> 23000
UCI machine learning repository	репозиторий баз данных, теорий предметной области и генераторов данных	653
Open Data on AWS	централизованное хранилище общедоступных наборов данных	> 3000

Таким образом, в результате разработки SDK для игрового движка Unity для облачной платформы дистрибуции обучающих наборов будет представлен универсальный инструмент для облегчения и ускорения процесса машинного обучения в разработке игр, приложений виртуальной и дополненной реальности на основе движка Unity. Это позволит разработчикам быстро и эффективно получать необходимые обучающие данные в удобном формате, что ускорит процесс разработки систем искусственного интеллекта и обучать нейронные сети быстрее, а также создавать экспертные системы на основе дистрибутированных данных.

Список используемых источников:

1. Н. В. McMahan, E. Moore, D. Ramage, S. Hampson, B. A. y Arcas, "Federated Learning: Strategies for Improving Communication Efficiency", NIPS (Neural Information Processing Systems), 2017
2. Jakub Konečný, Н. Brendan McMahan, Felix X. Yu, Peter Richtárik, Ananda Theertha Suresh, Dave Bacon, "Scalable and Privacy-Preserving Federated Learning", ICLR (International Conference on Learning Representations), 2017
3. М. Lazarova, О. Nakov and E. Mihaylova, "Deep Learning Platforms for High-Performance and Distributed Computing Object Detection", 2020 III International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech), pp.1-4, 2020.vol. 52, no. 12, pp. 2052-2056, Dec. 2004

Karev A., Pachin A.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

SDK development for the unity game engine within the framework of a multifunctional cloud-based distribution platform for training kits (datasets and ontologies) for artificial intelligence systems.

The lack of convenient tools for distributing training sets (datasets and ontologies) for artificial intelligence systems, the long process of searching for suitable data, as well as the inability to use paid foreign similar services lead to a slowdown in the development of artificial intelligence systems and expert systems. This also leads to an increase in the cost of developing such systems and a slowdown in the development of the latest technologies in this area. In this paper, a possible solution will be considered - the development of the implementation of a universal tool to simplify and accelerate the development of artificial intelligence systems. The platform will provide ready-made training kits (datasets and ontologies) and tools for their integration.

Key words: *Artificial intelligence, datasets distribution, sdk, game engines, unity, training datasets.*

УДК 004.896
ГРНТИ 28.23.37

МЕТОДИКА СОКРАЩЕНИЯ ТРАФИКА СЕТИ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Е. А. Карелин, А. В. Пачин

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

Количество устройств Интернета вещей увеличивается с каждым годом. Это влечёт за собой рост сетевого трафика как внутри сенсорных полей, так и за их пределами. Увеличивающееся количество генерирующих трафик устройств приводит к дополнительным затратам на эксплуатацию и расширение сетей связи передачи данных. Для уменьшения затрат на организацию, обслуживание и модернизацию сенсорных полей в данной работе предложена методика сокращения трафика сети устройств Интернета вещей с применением технологий искусственного интеллекта.

нейронные сети, Интернет вещей, машинное обучение, сенсорные поля

Интернет вещей — это множество устройств, подключенных к сети передачи и обменивающиеся данными. Концепция IoT (Internet of Things) уже глубоко внедрилась во многие сферы общества. Начиная от умных домов, заканчивая целыми предприятиями. Концепция умного предприятия (Smart Factory), которое контролирует промышленное оборудование и ищет проблемные места, а затем перестраивается так, чтобы не допустить поломок. Интернет вещей занимает важное место в процессе цифровой трансформации в компаниях. Прогнозируется, что к 2030 году количество подключенных к сети устройств вырастет примерно до 24 млрд с годовой выручкой до 1,5 трлн долларов [1]. В 2023 году количество подключённых устройств составило 16.7 млрд [2].

С каждым годом количество устройств Интернета вещей увеличивается, увеличивая, тем самым, и объёмы передаваемой информации, а также размеры сенсорных сетей и сетей связи передачи данных, в целом. Все эти факторы влияют и на затраты, необходимые для построения сетей, в [модернизацию и эксплуатацию.

Одним из подходов для решения данной проблемы является уменьшение объёма передаваемой информации. В наше время существует несколько основных подходов к уменьшению её объёма:

1. Сжатие и дедупликация,
2. Решения на базе искусственного интеллекта.

Эти методы хорошо известны и давно пользуются своей популярностью. Существуют две категории методов сжатия: с потерями и без потерь. Хотя каждый из них использует разные методики сжатия данных, оба преследуют

одну и ту же цель: искать повторяющиеся серии данных и использовать более компактное их представление.

Нейронные сети активно используют в задачах сжатия изображений [3, 4], поскольку их обобщающие способности позволяют добиться сжатия с потерями. Теоретически, возможно добиться полного восстановления данных, но, на практике, разработчики сталкиваются с высокими накладными расходами, связанными с повышением занимаемого места самой сети, а также с ростом вычислительной сложности алгоритма [5].

Вместе с сжатием набирают популярность нейронные сети по предсказанию, способные предугадать, какие данные будут переданы по сети следующими. Одной из наиболее перспективных областей применения таких нейронных сетей является Интернет вещей, из-за характера передаваемых данных, а также определённых закономерностей образования трафика в конкретные периоды времени, становится возможным предсказание информации, которая может быть передана в будущем [6, 7]. Это дополняется свойством нейронных сетей быстро адаптироваться к новым поступающим входным данным.

На данный момент, существует несколько разновидностей нейронных сетей, хорошо зарекомендовавших себя в области предсказания информации:

- Сеть радиальных базисных функций (radial basis function network - RBFN)
- Рекуррентные нейронные сети (recurrent neural network - RNN)
- Долгая краткосрочная память (long short-term memory - LSTM)
- Управляемые рекуррентные нейроны (gated recurrent unit - GRU)

Их можно разделить на 2 категории:

- На базе рекуррентной модели
- На базе модели прямого распространения

Специфика устройств Интернета вещей такова, что размер создаваемых ими пакетов данных, имеет малый вес, что делает методики сжатия малоэффективными для уменьшения общего объёма передаваемой информации внутри сенсорных полей и за их пределами.

Таким образом, для достижения цели сокращения трафика, потребуется использование такой реализации модели искусственного интеллекта, которая была бы способна с достаточной эффективностью производить предиктивную аналитику передаваемых данных устройств интернета вещей, а также подстраиваться под возможные изменения данных.

Одной из “классических” архитектур нейронных сетей является нейронная сеть долгой краткосрочной памяти (LSTM).

Она обладает рядом преимуществ для решения подобного рода задачи:

- Эффективно справляется с большими объёмами данных
- Учитывает контекст информации
- Обладает достаточной гибкостью

Она способна обучаться долгосрочным зависимостям, чего не хватало рекуррентной сети для эффективного решения задач, требующих обработки и запоминания больших объёмов информации. Поэтому в 1997 году Зеппом Хохрайтер и Юргеном Шмидхубером была предложена следующая архитектура модели “долгой краткосрочной памяти” [8], представленная на рис. 1:

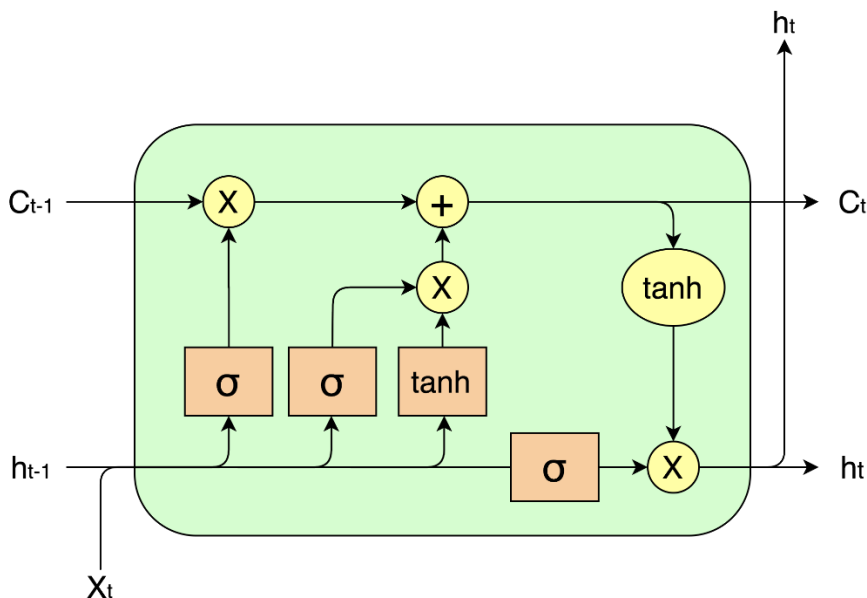


Рис. 1. Модель долгой краткосрочной памяти

где X_t – входной вектор на шаге t , h_t – вектор скрытого состояния на шаге t , h_{t-1} – вектор скрытого состояния на шаге $t - 1$, C_t – вектор памяти, C_{t-1} – вектор памяти на предыдущем шаге, σ в квадрате – слой нейронной сети с сигмоидальной функцией активации, \tanh в квадрате – слой нейронной сети с гиперболическим тангенсом, $+$ в круге – поэлементное сложение, \times в круге – поэлементное умножение, \tanh в круге – поэлементное вычисление гиперболического тангенса.

Логически, можно разделить архитектуру на 3 сегмента - фильтра:

- Забывания информации
- Добавления информации
- Выдачи информации

Фильтр забывания информации отвечает за обновление состояния данных на предмет их актуальности, на вход к нему поступают объединённые входные данные, а также данные скрытого состояния с предыдущего шага, проходят через слой нейронов с сигмоидальной функцией активации (далее - f_t), после чего, полученный вектор, поэлементно перемножается с вектором памяти.

Модель с управляемыми рекуррентными блоками – разновидность модели LSTM. В отличие от LSTM, GRU имеет меньшее количество фильтров, обладая лишь забыванием и добавлением, в то время как у LSTM, в

дополнение к озвученным, есть ещё и выходной. В остальном, архитектура и применение являются идентичными.

GRU использует меньшее количество параметров во время процесса обучения и, следовательно, использует меньше вычислительных ресурсов, что может быть критичным при реализации модели под разные платформы и задачи. Также, соответственно, исполнение и обучение происходит быстрее, нежели у LSTM.

Соответственно, если требуется меньшее потребление памяти и повышенная, относительно LSTM, скорость работы – используется GRU.

Однако просто применения модели нейронной сети недостаточно для полноценного достижения поставленной задачи. Также требуется разработка соответствующего протокола для достижения максимальной эффективности. Протокол должен удовлетворять следующим требованиям:

- Низкое энергопотребление,
- Малый объём единичного сообщения.

Таким образом, для достижения цели сокращения затрат на создание, модернизацию и эксплуатацию сенсорных полей, потребуются разработка протокола передачи данных, в основе которого происходит использование искусственного интеллекта, реализующего эффективную предиктивную аналитику информации, достаточно гибкого для адаптации к изменениям трафика сети,

Список используемых источников:

1. Global IoT Market Will Grow to 24.1 Billion Devices in 2030, Generating \$1.5 Trillion Annual Revenue [Электронный ресурс] URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-iot-market-will-grow-to-24-1-billion-devices-in-2030--generating-1-5-trillion-annual-revenue-301061873.html>. (дата обращения 28.09.2023)
2. IoT ANALYTICS [Электронный ресурс] URL: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>. (дата обращения 28.09.2023)
3. Барабанов В. Ф. и др. Программная реализация приложения с использованием нейронных сетей для восстановления изображений после сжатия с потерями // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2018. Т. 14. N 3. С. 20-28.
4. Wu Y. et al. Deep Image Compression with Latent Optimization and Piece-wise Quantization Approximation // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2021. С. 1926-1930.
5. Cybenko G. Approximation by superpositions of a sigmoidal function // Mathematics of control, signals and systems. 1989. Т. 2. N 4. С.303-314.
6. Abdellah R., Mahmood O. A. K., Paramonov A., Koucheryavy A. IoT traffic prediction using multi-step ahead prediction with neural network // 11th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). IEEE, Oct. 2019.
7. Park, J., Park, H., & Choi, Y.-J. (2018). Data compression and prediction using machine learning for industrial IoT // International Conference on Information Networking (ICOIN), 2018.
8. Hochreiter, S., Schmidhuber, J. Long Short-Term Memory // Neural Computation. N 9(8) С. 1735–1780. doi:10.1162/neco.1997.9.8.1735

Karelin E., Pachin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A technique for reducing network traffic of internet of things devices using artificial intelligence technologies.

The number of IoT devices is increasing every year. This entails an increase in network traffic both inside and outside the sensor fields. The increasing number of traffic-generating devices leads to additional costs for operating and expanding data communication networks. To reduce the costs of organizing, maintaining and upgrading sensor fields, this paper proposes a methodology to reduce the network traffic of Internet of Things devices using artificial intelligence technologies.

Key words: neural networks, Internet of things, machine learning, sensor fields.

УДК 004.42
ГРНТИ 50.43.31

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С СОВРЕМЕННЫМИ МЕССЕНДЖЕРАМИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Г. К. Киркум А. В. Пачин

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

Безопасность на предприятии является одним из наиболее важных аспектов. Система контроля и учета доступа позволяет обеспечить ее и отслеживать перемещение сотрудников в режиме реального времени. В связи с этим возникает потребность управления и получения уведомлений от системы для обеспечения безопасности. Помочь решить эту проблему могут современные мессенджеры. В рамках данной статьи рассматривается проект по управлению системой контроля и учета доступа и внедрению в эту систему современных мессенджеров.

СКУД, мессенджеры, администрирование, контроль и управление доступом

В настоящее время все больше компаний устанавливают СКУД на своей территории для увеличения безопасности поскольку подобные системы в полной мере могут закрыть потребности предприятий.

Система контроля и управления доступом, СКУД - совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП. Помимо этого, с помощью СКУД можно реализовать контроль активации или разблокировки электронных приборов. Так при помощи ключ карты можно реализовать разблокировку терморегулирующего оборудования или включение персонального компьютера.

СКУД внедряют с целью обеспечения безопасности на предприятии, но подобные системы могут предоставить и другие возможности. Вот некоторые функции, которые позволяет реализовать СКУД:

- Учет рабочего времени работников.
- Формирование базы данных активации «точек прохода».
- Ведение списка посетителей организации.

Цели создания ПО для администрирования и взаимодействия с современными мессенджерами:

- Увеличить безопасность за счет приложения для управления СКУД и «точками прохода».

- Реализация безопасного взаимодействия системы контроля и управления доступом с чат ботами мессенджеров VK и Telegram.

Реализация поставленной цели:

- 1) Создание ботов мессенджеров VK и Telegram.
- 2) Формирование закрытой системы взаимодействия модулей разрабатываемого проекта.
- 3) Улучшение безопасности взаимодействия с мессенджерами за счет мониторинга активности через администрирующее ПО.

Использование мессенджеров VK и Telegram позволит упростить процесс отслеживания и управления СКУД для руководящих лиц. Из-за огромной популярности эти приложения можно встретить почти на любом устройстве. Пользователю не нужно будет устанавливать стороннее приложение на телефон что бы получать уведомления и управлять системой контроля и управления доступом. Также чат ботов можно достаточно гибко настраивать под нужды конкретного предприятия. Перечень основных функций и описаний взаимодействия пользователя с чат ботами приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Перечень функций чат ботов VK и Telegram

Название функции	Описание
Авторизация в мессенджере	Пользователь указывает свою ФИО. Если система находит его в БД, то администратору отправляется запрос на подтверждение авторизации
Получение уведомлений о входе по карте	Пользователь имеющий права на получение уведомлений может получать информацию об активации модулей считывания карт. (ФИО, должность, № и описание помещения, дата и время открытия)
Управление уведомлениями	Пользователь может отключить уведомление поступающие от открытия определенного модуля считывания карт
Предоставление временного доступа сотруднику	Пользователь имеющий право предоставлять временный пропуск может выбрать сотрудника и дать ему право пройти в защищенно помещение. Проход может быть открыт на время или на определенно количество активаций

Добиться улучшения безопасности разрабатываемой системы можно за счет максимального изолирования ее модулей внутри одной локальной сети и минимизации количества выходов в глобальную сеть. При таком подходе модули системы располагаются внутри одной локальной сети. Основной программный модуль СКУД и боты развертывается на сервере компании. В свою очередь администрирующее ПО устанавливается на персональный компьютер подключенный к корпоративной сети. Компания получит возможность самостоятельно управлять и следить за системой и ботами. При этом для каждой компании развертывается отдельные боты.

Единственным внешним модулем становится сам мессенджер. В нынешнее время мессенджеры имеют хорошую систему защиты. Двух факторная аутентификация через номер телефона в VK и Telegram обеспечивает достаточно высокий уровень защищенности. Поэтому они не будут является слабым местом в разрабатываемой системе.

Также улучшить безопасность можно за счет создания приложения для администрирования и мониторинга СКУД и чат ботов. Приложение позволит сделать авторизацию пользователя в мессенджере безопаснее. При обращении к серверу для предоставления доступа к мессенджеру будет требоваться ответ от администратора. За счет этого не требуется создавать полноценную систему авторизации с использованием логина и пароля. Это усложнит процедуру входа, но при этом сделает его максимально безопасным.

Помимо управления авторизацией в мессенджере приложение позволит вести управление всей системой в целом. Администратор сможет в режиме реального времени следить за активностью системы и управлять ей. Ниже приведена таблица 2 перечисляющая основные функции, которые будут присутствовать в приложении:

ТАБЛИЦА 2. Перечень функций администрирующего приложения

Название функции	Описание
Создание учетной записи сотрудника с повязкой карты ключа.	Через администрирующем ПО создается учетная запись сотрудника (ФИО, почта, номер телефона, должность) и к этой учетной записи привязывается карта доступа. Данный отправляются на сервер.
Удаление учетной записи сотрудника с отделкой карты ключа.	Через администрирующем ПО подается запрос на удаление учетной записи сотрудника.
Изменение доступа к модулю считывания карты.	Выбирается сотрудник из списка. Открывается его дело и в списке помещений отмечаются те помещения, к которым человек имеет доступ. Аналогичным образом у человека отзывается доступ.
Просмотр истории активаций модуля считывания карты.	В списке модулей считывания карт выбирается один модуль. В всплывающем окне отображается информация о том, кем и когда был активирован модуль.
Предоставление временного доступа к модулю считывания карты.	При выборе сотрудника администратор может выдать временный (разовый) доступ к модулям, к которым у сотрудника нет доступа.
Резервное копирование БД.	Администратор в ПО может отправить запрос на создание резервной копии БД. Копия отправляется на ПК администратора.
Дистанционная активация модуля считывания карты.	Администратор выбирает модуль управления доступом и подает запрос на активирование.

Ближайшие задачи является разработка приложения для администрирования и мониторинга системы контроля и управления доступом с использованием технологии Wi-Fi. После необходимо создать и внедрить чат ботов VK и Telegram для взаимодействия с системой контроля и управления доступом.

В перспективе разрабатываемый проект позволит интегрировать другие системы внутрь себя. К примеру, датчик движения будет направлять уведомления об активности на смартфон пользователя. В свою очередь пользователь с помощью мессенджера сможет деактивировать сигнализацию или отключить уведомления.

Комплексное сочетание выше перечисленных подходов позволит увеличить безопасность системы контроля и управления доступом при взаимодействии с мессенджерами. При этом будет внедрен необходимый и полезный для пользователя функционал. Таким образом, внедрение современных мессенджеров в системы контроля и управления доступом может значительно улучшить эффективность работы системы в целом. Однако необходимо уделить особое внимание вопросам безопасности и конфиденциальности данных, а также обеспечить совместимость существующих технологий и соответствие законодательству. Разработка программного обеспечения для взаимодействия с мессенджерами в СКУД представляет собой перспективное направление развития, которое может значительно улучшить работу системы контроля и управления доступом.

Список используемых источников:

1. Сагидова М.Л. Современные системы контроля и управления доступом. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, vol. 9-1 (72), 2022.
2. Даутов А.Л., Пуряев А.С. Внедрение и развитие систем контроля и управления доступом на предприятиях. *Международный научный журнал «Инновационная наука»* №5/2016 ISSN 2410-6070.

Kirkum G., Pachin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of software for administration and interaction with modern messengers of the access control and management system.

Security at the enterprise is one of the most important aspects. Access control and access control system allows to ensure it and track the movement of employees in real time. This raises the need to manage and receive notifications from the system to ensure security. Modern messengers can help to solve this problem. This paper discusses a project to manage an access control and accounting system and implement modern messengers in this system.

Key words: ACS, messengers, administration, access control and management.

УДК 004.4'232
ГРНТИ 50.41.25

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Л. А. Коваленко

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

С начала 21 века активно ведется разработка программного обеспечения, специализирующегося на разработке моделей машинного обучения. Существуют инструменты, такие как Jupyter Notebook, Visual Studio Code и JupyterLab, которые предоставляют разработчикам удобные среды для работы. Библиотеки, такие как scikit-learn, tensorflow, xgboost, keras и pytorch, являются наиболее используемыми инструментами для быстрого создания моделей машинного обучения. Все эти инструменты связаны с языком программирования Python, который является наиболее удобным для разработчиков и исследователей из-за его простоты и лаконичности. Однако среды разработки не всегда удовлетворяют нужды исследователей, поэтому актуальность статьи заключается в рассмотрении нового программного обеспечения для работы с моделями.

прикладное ПО, искусственный интеллект, машинное обучение, python, jupyter

Искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. [1]

Машинное обучение — распространенный раздел искусственного интеллекта, цель которого не в прямом решении задачи, а в обучении за счет применения решений множества схожих задач.

Задача машинного обучения — с помощью некоторого алгоритма найти закономерности в исходных данных и научиться предсказывать ответ.

Kaggle — система организации конкурсов по исследованию данных, а также социальная сеть специалистов по обработке данных и машинному обучению.

Согласно отчету Kaggle на конец 2022 года: [2]

– наиболее распространенным языком программирования для разработки моделей и работы с данными является Python;

– наиболее популярными инструментами разработки моделей являются Jupyter Notebook, Visual Studio Code, JupyterLab;

– наиболее часто используемыми инструментами являются библиотеки Python: Scikit-learn, TensorFlow/Keras, Xgboost/LightGBM/CatBoost, PyTorch/Lightning/Fast.ai.

Таким образом, исследование современных моделей и алгоритмов искусственного интеллекта чаще всего проводится в Jupyter-подобном ПО на

языке программирования Python, графическую оболочку которого можно охарактеризовать следующим образом (рис. 1):

- в основной рабочей области отображаются вкладки документов;
- документ Jupyter-Notebook содержит блоки с текстом и блоки с кодом и выводом на языке Python;
- блоки с текстом используются для комментирования;
- блоки с кодом можно запускать в любом порядке любое количество раз, причем состояния переменных сохраняются, т.е. переменные запущенного ранее блока могут быть доступны в следующем запускаемом блоке;
- имеется функция остановки выполнения блока;
- имеется функция перезапуска ядра, которая сбрасывает состояние интерпретатора к исходному.

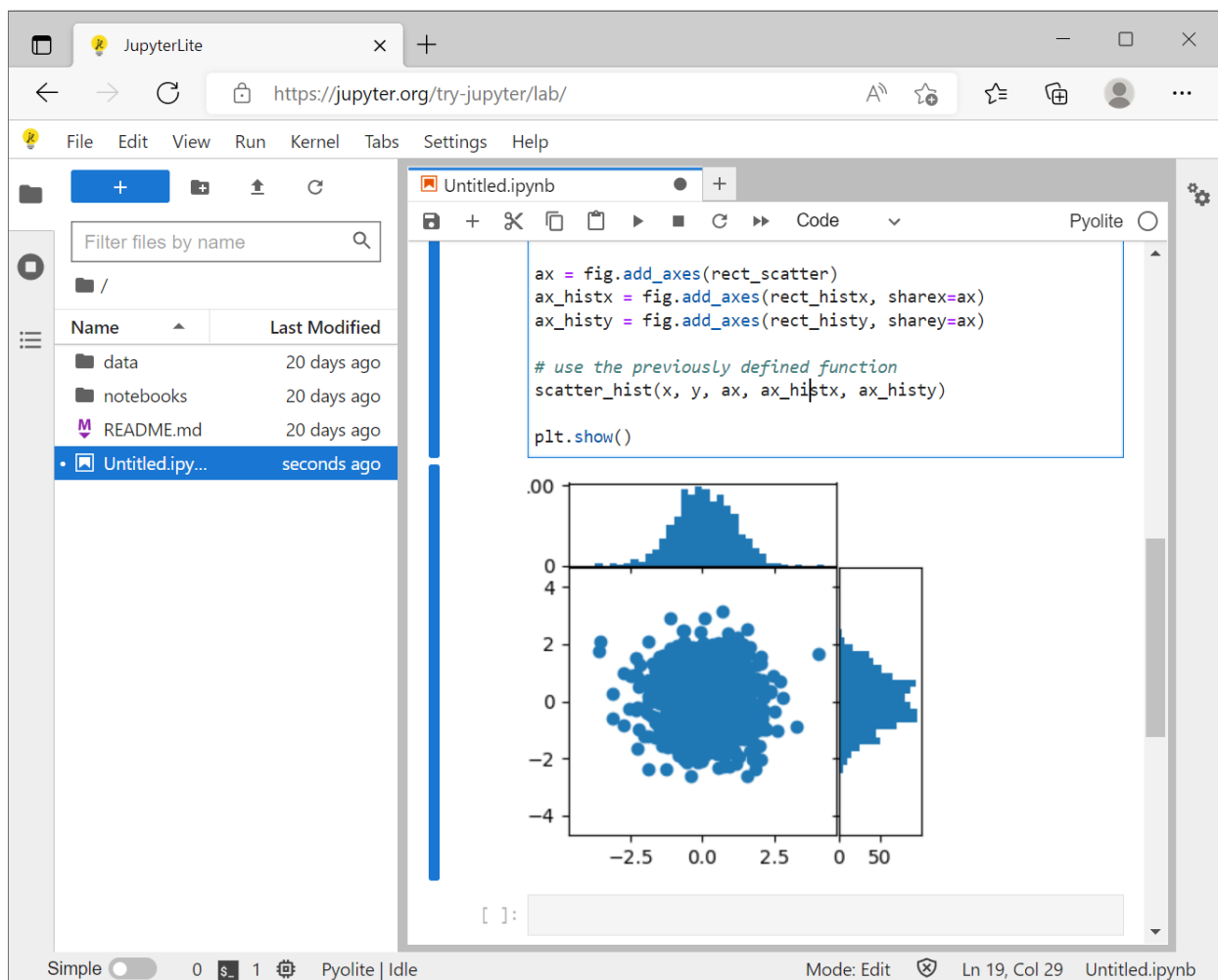


Рис. 1. Внешний вид JupyterLab

Было разработано ПО с похожими характеристиками, но с естественным механизмом исполнения и с набором шаблонов (рис. 2). [3]

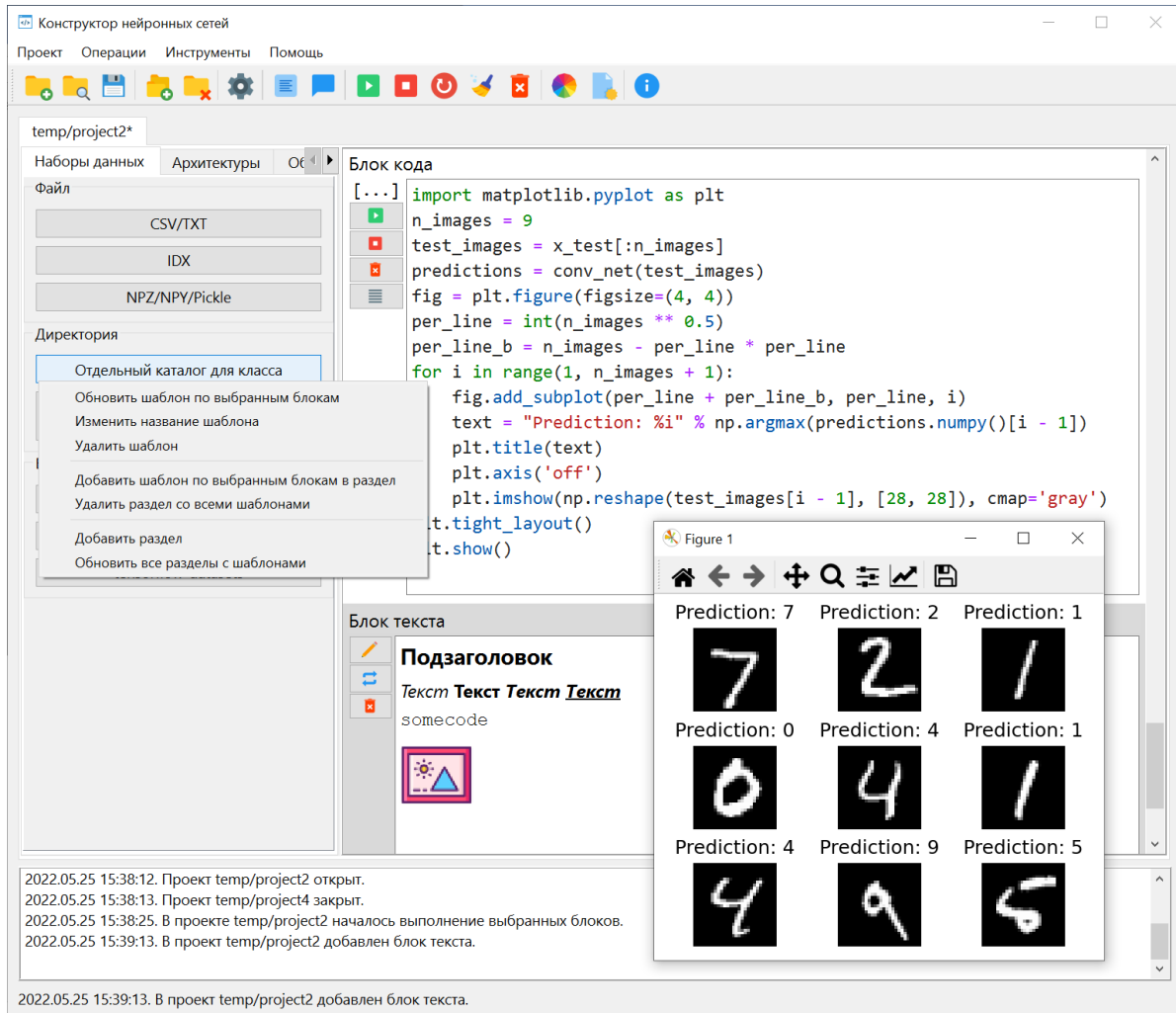


Рис. 2. Внешний вид разработанного ПО

Основные отличия от JupyterLab:

1. Внешне проекты аналогично представлены в виде вкладок, однако выполнение блоков кода происходит в среде проекта. Среда представляет собой совокупность библиотек и инструментов определенных версий. В Jupyter проекты не разделяются по средам (рис. 3). В разработанном ПО могут разделяться (рис. 4).

2. Имеются вкладки в скрываемой левой панели: «Наборы данных», «Архитектуры», «Обучение, валидация и тестирование», «Визуализация», «Экспорт» (рис. 2). На каждой вкладке представлены соответствующие разделы (в виде блоков с названиями) с шаблонами (в виде кнопок). Пользователь может добавлять разделы и шаблоны, изменять их и удалять.

3. Поддерживаются все возможные на Python GUI-приложения. Jupyter отображает графику в браузере и позволяет работать только с теми графическими библиотеками, для которых имеется соответствующая поддержка. Разработанное ПО выполняет код в естественной среде (рис. 5).

4. В текстовых блоках помимо поддержки формата Markdown, также поддерживается формат HTML и изображения.

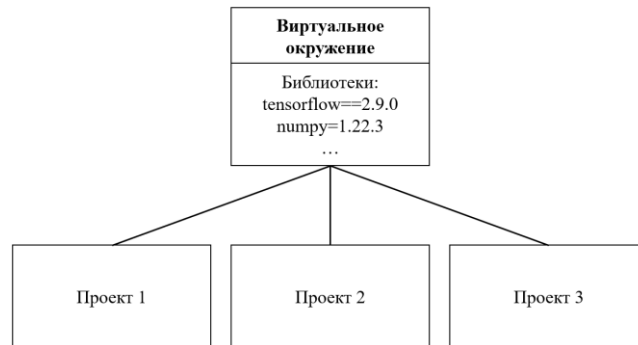


Рис. 3. Одно виртуальное окружение на несколько проектов в Jupyter

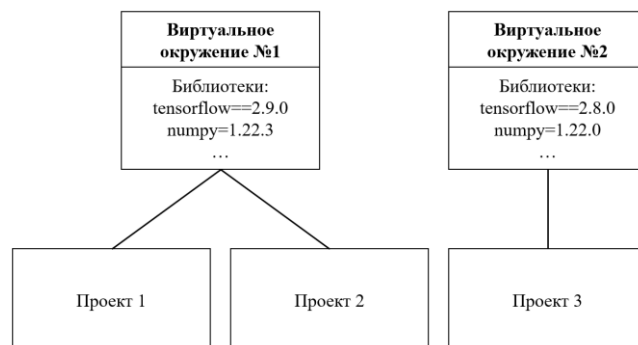


Рис. 4. Проект может иметь как свое виртуальное окружение, так и общее с другим проектом в разработанном ПО

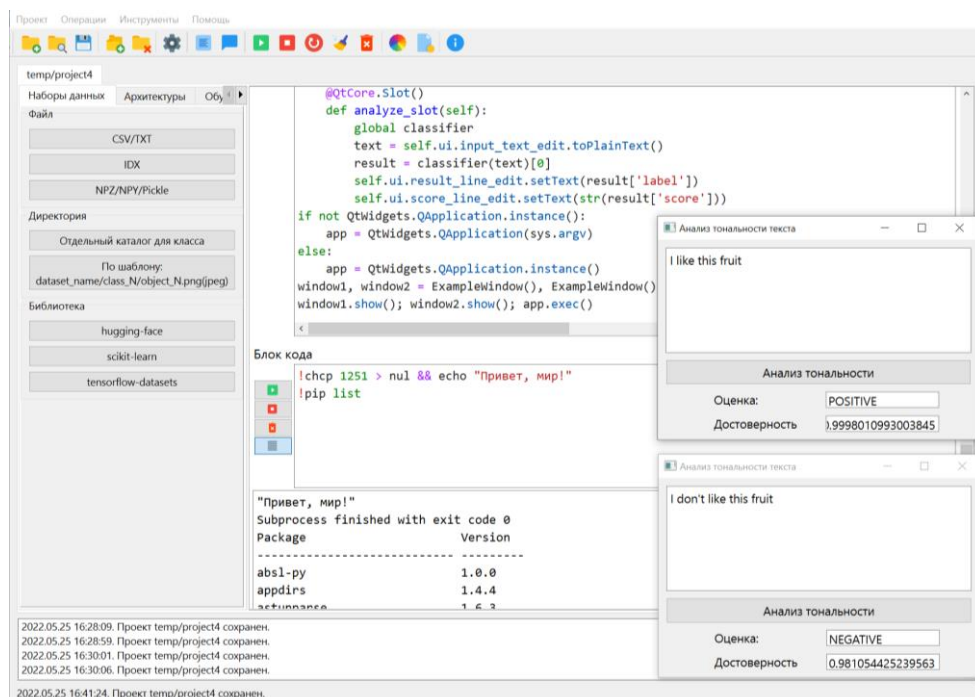


Рис. 5. Оконное приложение в двух экземплярах на основе библиотеки PySide6 для анализа тональности англоязычного текста на основе модели из библиотеки transformers

Таким образом, была приведена статистика Kaggle по инструментам разработки, по библиотекам; в качестве альтернативы популярному решению Jupyter приводится разработанное ПО, имеющее некоторые преимущества.

Список используемых источников:

1. John McCarthy, FAQ: «What is artificial intelligence?», 2007 [Электронный ресурс]. URL: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node1.html> (Дата обращения: 30.10.2023).
2. Kaggle: State of Data Science and Machine Learning 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/kaggle-survey-2022> (Дата обращения: 30.10.2023).
3. Разработанный конструктор нейронных сетей Deputer [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/quint-t/Deputer> (Дата обращения: 30.10.2023).

Kovalenko L.*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication*

Application software for the development of artificial intelligence applications in the python programming language.

Since the beginning of the 21st century, there has been active development of software specialized in machine learning model development. Tools such as Jupyter Notebook, Visual Studio Code, and JupyterLab provide convenient environments for developers. Libraries like scikit-learn, TensorFlow, XGBoost, Keras, and PyTorch are the most commonly used tools for rapid machine learning model creation. All of these tools are associated with the Python programming language, which is favored by developers and researchers due to its simplicity and conciseness. However, existing development environments do not always meet the needs of researchers, highlighting the relevance of the article in exploring new software solutions for working with models.

Key words: application software, artificial intelligence, machine learning, python, jupyter.

УДК 004.052.42
ГРНТИ 50.43.19

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В WEB-ПРИЛОЖЕНИЯХ

А. С. Леонов

Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

В современном мире, где web-приложения становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, вопрос обеспечения их надежности и эффективности становится очень актуальным. Тестирование пользовательского интерфейса (UI) играет ключевую роль в обеспечении качества. Однако с увеличением сложности web-приложений и их постоянным развитием, ручное (мануальное) тестирование может оказаться неэффективным и трудоемким процессом. Для поддержания качества приложения на прежнем уровне применяется автоматизация. В данном докладе будет рассматриваться преимущества автоматизированного тестирования, а также произведен разбор инструментов и современных подходов, которые делают этот процесс эффективным.

автоматизированное тестирование, Selenium, Allure, CI/CD

Основным инструментом для реализации автоматизированного тестирования выступает Selenium – это мощный инструмент для автоматизации тестирования web-приложений. Он приобрел широкую популярность за счет гибкости и многофункциональности, которые делают его неотъемлемым инструментом в арсенале разработчиков и тестировщиков [1].

К компонентам Selenium относятся:

1. Selenium WebDriver

Ядро Selenium предоставляет удобный API для взаимодействия с элементами веб-страницы. WebDriver поддерживает различные браузеры, что позволяет создавать тесты, совместимые с различными окружениями.

2. Selenium Grid

Инструмент, который позволяет запускать тесты параллельно на разных машинах и с использованием различных браузеров, обеспечивая тем самым масштабируемость тестового процесса [2].

Selenium имеет открытый исходный код, что позволяет гибко дорабатывать функционал под свои нужды. Взаимодействие с Selenium WebDriver осуществляется с помощью программного кода. Этот компонент подключается как библиотека, и может быть использован практически любым современным языком программирования. С помощью WebDriver можно открывать тестируемое приложение в любом поддерживаемом браузере, осуществлять навигацию по нему, находить необходимые элементы на веб-странице и производить взаимодействие с ними. Для взаимодействия с элементами веб-страницы нужно явно указывать их уникальные идентификаторы. К элементу можно обратиться по его id (самый надежный

способ), названию, xpath и т.д. Если элемент был найден, то с ним можно производить действия, которые доступны пользователям [2][3].

Способ запуск теста зависит от специфики выбранного языка программирования. Для того, чтобы вся проверка занимала меньше времени, запуск автоматизированных тестов осуществляют параллельно. Данный подход сокращает общее время тестирования всей системы. Для реализации такого метода используют Selenium Grid, данный инструмент расположен на отдельном сервере. Автоматизированный тест настраивают таким образом, чтобы он мог отправлять команды на сервер, где запущен этот инструмент.

Для визуализации отчета об успешности проведения автоматизированного тестирования используют дополнительные инструменты, например, Allure, представленный на рисунке 1. Он дает общее представление и понимание о результате проведения проверки [4].

В подробном отчете можно отразить детальную информацию о шагах конкретного теста, тестовых данных, результате и т.д. Опираясь на данный отчет можно сделать вывод о стабильности работы web-приложения.

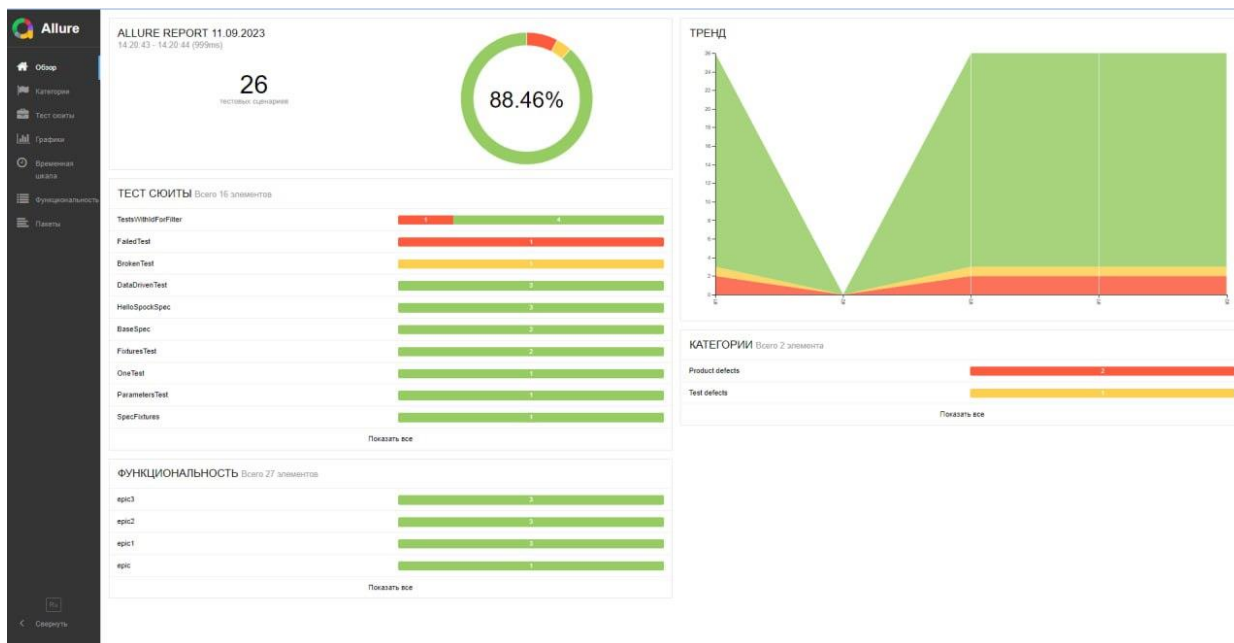


Рис. 1. Пример визуализации отчета в Allure

Как правило автоматизируют те тесты, которые осуществляют регрессионное тестирование. Каждый раз, когда вносятся изменения в функционал web-приложения необходимо запускать данную проверку.

Для того чтобы сделать этот процесс автоматическим, внедряются дополнительные подходы и технологии. Один из самых популярных подходов – это использование CI/CD, который состоит из:

1. Continuous Integration (CI) – это практика, при которой разработчики регулярно интегрируют свой код в общее хранилище. После каждой интеграции автоматически выполняются наборы тестов для обеспечения стабильности кодовой базы.

2. Continuous Delivery (CD) – это практика, при которой код, прошедший успешные этапы CI, может быть автоматически развернут в тестовой или продуктовой среде.

Существуют различные системы, которые помогают реализовать данный подход.

Внедрение CI/CD позволяет гибко настраивать тестовое окружение, запуск тестов, формирование отчетов, оповещение об ошибках и т.д., что значительно сокращает трату времени на различные технические аспекты и позволяет полностью сосредоточиться на разработке конечного продукта [5].

На рисунке 2 продемонстрирована схема процесса использования подхода CI/CD.



Рис. 2. Схема использования подхода CI/CD

В данном докладе мы рассмотрели современные инструменты для автоматизации проверки web-приложений, придав особое внимание Selenium и его компонентам. Автоматизация тестирования с использованием Selenium обеспечивает не только эффективность, но и надежность в тестировании пользовательского интерфейса.

Список используемых источников:

1. Unmesh Gundecha. Selenium Testing Tools Cookbook - Second Edition. Packt Publishing, 2015. 374 p.
2. Unmesh Gundecha, Satya Avasarala. Selenium WebDriver 3 Practical Guide - Second Edition. Packt Publishing, 2018. 280 p.
3. Документация Selenium [Электронный ресурс]. URL: <https://www.selenium.dev/documentation/> (дата обращения 08.11.2023)
4. Документация Allure [Электронный ресурс]. URL: <https://allurereport.org/docs/> (дата обращения 08.11.2023)
5. Вольф Эберхард. Continuous delivery. Практика непрерывных апдейтов. – М.: Издательство Питер, 2017. – 320 с.

Leonov A.

Non-state educational private institution of higher education "Moscow Financial and Industrial University "Synergy"

Automation testing of user interface in web applications.

In the modern world, where web applications are becoming an integral part of our daily life, the issue of ensuring their reliability and efficiency is becoming very relevant. User interface (UI) testing plays a key role in quality assurance. However, with the increasing complexity of web applications and their constant development, manual testing can be an inefficient and time-consuming process. Automation is used to maintain the quality of the application at the same level. This report will consider the advantages of automated testing, as well as analyze the tools and modern approaches that make this process effective.

Key words: *automated testing, Selenium, Allure, CI/CD.*

УДК 004.42
ГРНТИ 50.43.31

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI

А. В. Пачин, Т. М. Сиргазинов

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

Обеспечение безопасности любой структуры, будь то промышленный или жилой объект, является одним из основных факторов её существования. Автоматизация данной составляющей позволяет упростить, оптимизировать, и даже сократить расходы ресурсов на реализацию охранной функции системы. Исходя из этих преимуществ, возникает потребность в создании такой системы, которая позволит сократить до минимума участие в обеспечении безопасности человеческого фактора и сможет работать большую часть своего времени автономно. Решение данного вопроса представляет из себя создание системы контроля и управления доступом. Применение данного инструмента вместе с технологией Wi-Fi позволит упростить проектирование данного элемента безопасности, а также материально оптимизировать расходы на интегрирование системы в предприятие.

СКУД, автоматизация, Wi-Fi, технические средства, безопасность

Любая структура или предприятие невольно приходит к проблеме обеспечения безопасности. Решение данной проблемы постоянно совершенствовалось по мере увеличения её сложности, и на сегодняшний день одним из наиболее популярных решений является система контроля и управления доступом (далее, СКУД). Развитие сетевой инфраструктуры также позволяет упростить процесс обеспечения защиты путём интегрирования в него новых технологий.

СКУД – набор технических средств, направленных на контроль доступа на объекте с целью обеспечения безопасности и регулирования посещения определённого элемента структуры через точки проверки доступа по предоставленному уровню доступа. Например, можно обеспечить контроль точек прохода (дверь, шлагбаум, турникет) или электронного оборудования (персональный компьютер, сервер). Технология Wi-Fi позволяет реализовать данную систему с минимальными затратами ресурсов на проектирование сетевой структуры путём покрытия всего объекта беспроводной сетью.

Интеграция СКУД позволяет автоматизировать обеспечение безопасности, технология беспроводных сетей даёт возможность оптимизировать данный процесс на предприятии. В совокупности эти инструменты предоставляют много возможностей, некоторые из которых:

- Гибкая настройка контроля доступа;
- Управление безопасностью предприятия;
- Сокращение затрат человеческих и финансовых ресурсов;
- Упрощение прокладывания сетевой инфраструктуры.

Цели создания системы контроля и управления доступом с применением технологии Wi-Fi:

- Предотвращение проникновения посторонних лиц;
- Мониторинг запросов предоставления доступа;
- Защита материальных ценностей объекта;
- Снижение сложности проектирования сетевой топологии объекта;
- Обеспечение защиты взаимодействия между компонентами СКУД.

Реализация поставленной цели:

- 1) Разработка управляющего и контролирующего устройства.
- 2) Создание ПО для управления системой контроля и управления доступом.

Модуль считывания карт будет построен на базе микроконтроллеров Arduino ESP32 со встроенным модулем Wi-fi. Данная серия микроконтроллеров была выбрана из-за своей невысокой стоимости и возможностью реализовать все поставленные задачи. Считывание самих карт-ключей будет осуществляться про помощи модуля RFID-RC552.

RFID (радиочастотная идентификация) – метод автоматической идентификации субъекта, в основу которого заложено чтение или запись данных посредством радиосигналов. RFID-системы включают в себя считывающее устройство и RFID-метку (транспондер) и могут иметь разную дальность считывания, рабочую частоту, устройство памяти и источник питания. В разрабатываем проекте планируется реализовать ближнюю идентификацию (считывание на расстоянии до 5 см) на частоте 13,56 МГц. Данное решение было выбрано в связи с рядом преимуществ, среди которых его экономичность, стандартизованность и легкость в обращении.

Предотвращение проникновения посторонних лиц на территорию охраняемого объекта будет реализовано посредством интегрирования в сеть структуры устройств контроля, благодаря которым доступ будет предоставляться ограниченному количеству субъектов. При запросе доступа устройство будет искать личное дело запрашивающего в базе данных и в зависимости от его уровня доступа осуществлять управление.

Мониторинг предоставляемого доступа позволит отслеживать информацию, передаваемую контролирующими устройствами, для дальнейшего её анализа в случае возникновения пропажи материальных ценностей охраняемого объекта. Каждое предоставление доступа будет сохраняться в базе данных системы. Собранную информацию можно будет выгрузить с сервера системы и отправить на персональный компьютер администратора.

За счёт отсутствия необходимости в прокладке кабелей коммутации, задача проектирования топологии сети значительно снижает свою сложность. Данная проблема сводится к поиску оптимального расстояния между маршрутизаторами и контролю их постоянной работы. Сами модули нагружать Wi-Fi сеть не будут по скольку генерируют крайне мало трафика

и занимают линию на очень короткое время. Данное решение также может позволить снизить финансовые затраты и ресурсы.

Защита взаимодействия между элементами системы будет реализовано путем шифрования передаваемых данных и передачей их через Wi-Fi соединение на сервер. Также для увеличения безопасности можно добиться созданием отдельной Wi-Fi сети, защищенной от посторонних лиц. Это немного увеличит стоимость установки СКУД, но позволит сделать ее более безопасной и отказоустойчивой.

В будущем возможна смена технологии RFID на более безопасную и устойчивую методологию считывания карт-ключей, а именно на NFC-системы. Радиус действия и мощность таких систем идентична выбранным характеристикам в случае с RFID. Также, они слабо подвергаются воздействию электромагнитных помех, что поможет повысить отказоустойчивость и надёжность СКУД. Возможна замена пластикового носителя ключа на смартфон с интегрированным NFC-модулем.

ПО позволит управлять всей систему в целом. Неполный список функций управляющей программы предоставлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 3. Перечисление функций создаваемого ПО

Наименование функции	Описание функции
Привязка ключа доступа к субъекту	Внесение в таблицу соответствий введённых идентификационного номера субъекта и уникального номера карты-ключа
Редактирование настроек устройства	Внесение изменений в конфигурацию считывающего устройства
Просмотр журнала	Просмотр списка зарегистрированных попыток получения доступа к объекту, в котором отображается уникальный номер карты, время, наименование объекта и решение предоставления доступа
Дистанционное предоставление доступа	Активация модулей считывания карт с компьютера администратора

Вышеперечисленные решения позволяют обеспечить должную безопасность объекта и упростить интегрирование СКУД на объекте. Себестоимость комплектующих имеет невысокий показатель.

Ближайшей задачей в реализации данного проекта является сборка устройства управления и контроля доступа с Wi-Fi модулем. Последующими задачами является: проектирование базы данных, реализация центральной серверной системы, разработка логики взаимодействия элементов системы контроля и управления доступом средствами технологии Wi-Fi.

Подводя итоги, разработка системы контроля и управления доступом с использованием технологии Wi-Fi представляет собой важный шаг в обеспечении безопасности и удобства для различных организаций и предприятий. Эта технология позволяет эффективно контролировать доступ

сотрудников и посетителей, обеспечивая защиту конфиденциальной информации и помогая в управлении рабочими процессами. Благодаря использованию Wi-Fi, система становится более гибкой и масштабируемой, что делает ее идеальным решением для современных организаций.

Список используемых источников:

1. Годовников Е. А., Шицелов А. В., Усманов Р. Т. Современные системы контроля и управления доступом // Вестник Югорского государственного университета. 2019. Выпуск 2 (53). С. 23-28.
2. Михайлова А. А., Уманский С. А., Шустрова А. Н. Современные методы повышения эффективности СКУД // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. 2020. Номер 7. С 53-56.
3. Грибова В. В. Использование смарт-карт в системе контроля и управления доступом (СКУД) // Евразийский научный журнал. 2017. Номер 4. С. 225-226.
4. Черепков С. Технология RFID - радиочастотная идентификация. Опыт использования и перспективные направления // Компоненты и Технологии. 2005. Номер 53. С. 154-157.

Pachin A., Sirgazinov T.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Development of an access control and management system using wi-fi technology. Ensuring the safety of any structure, be it an industrial or residential facility, is one of the main factors of its existence. Automation of this component allows you to simplify, optimize, and even reduce resource costs for implementing the security functions of the system. Based on these advantages, there is a need to create a system that will reduce the participation of the human factor in ensuring safety to a minimum and will be able to work most of its time autonomously. The solution to this issue is the creation of a physical access control system. The use of this tool together with Wi-Fi technology will simplify the design of this security element, as well as materially optimize the costs of integrating the system into the enterprise.

Key words: PACS, automation, Wi-Fi, technical means, security.

УДК 004.432.2
ГРНТИ 50.05.09

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ JAVASCRIPT ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

Н. Д. Чистоступов

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

В современном мире веб-разработки JavaScript стал неотъемлемой частью создания динамичных и интерактивных веб-приложений. Стремительное развитие технологий в области веб-разработки привело к появлению множества фреймворков и библиотек, которые обещают упростить процесс создания веб-приложений и обеспечить более быструю и удобную разработку. Выбор подходящего JavaScript фреймворка для разработки веб-приложений стал более сложным и ответственным заданием. В статье проведено исследование и сравнение современных JavaScript фреймворков. Представлены различные аспекты каждого фреймворка.

веб-приложение, разработка, фреймворк, javascript, безопасность

В современном мире веб-разработки JavaScript стал неотъемлемой частью создания динамичных и интерактивных веб-приложений. Стремительное развитие технологий в области веб-разработки привело к появлению множества фреймворков и библиотек, которые обещают упростить процесс создания веб-приложений и обеспечить более быструю и удобную разработку.

Среди множества доступных вариантов выбор подходящего JavaScript фреймворка для разработки веб-приложений стал более сложным и ответственным заданием. Каждый фреймворк имеет свои уникальные особенности, преимущества и недостатки, что делает необходимым проведение тщательного сравнительного анализа перед принятием окончательного решения.

Язык JavaScript уверенно набирает популярность среди frontend и backend- разработчиков. С помощью него можно реализовывать интересные решения интерфейсов, создавать интерактивные и эргономичные сайты, а также разрабатывать веб-приложения более просто и понятно.

Прежде чем выбрать фреймворк, убедитесь в этом:

- У фреймворка есть учебники и руководства для начинающих.
- Выбирайте фреймворк, принятый разработчиками на протяжении многих лет.
- Выбирайте тот фреймворк, который имеет сильное сообщество и документацию.

На сегодняшний день существует множество JavaScript фреймворков, предназначенных для обеспечения безопасности веб-приложений. В данном разделе мы рассмотрим несколько из них, выделяя их ключевые особенности и возможности.

1. React.js (рисунок 1.1):



Рис. 1.1 React.js

React.js – это один из наиболее популярных фреймворков для создания интерактивных пользовательских интерфейсов. Он обладает мощным механизмом компонентов и виртуального DOM, что обеспечивает быструю отрисовку интерфейса. React также активно поддерживается сообществом и имеет множество плагинов для улучшения безопасности.

- **Функциональность:** React.js предоставляет мощные инструменты для создания компонентов пользовательского интерфейса. Его основное преимущество - виртуальный DOM, который обеспечивает эффективное обновление интерфейса при изменении данных. React также активно используется для разработки одностраничных приложений (SPA) и имеет обширное сообщество разработчиков.

- **Производительность:** Благодаря виртуальному DOM и умному управлению компонентами, React обеспечивает высокую производительность в больших и сложных приложениях. Он позволяет оптимизировать рендеринг компонентов, что делает его предпочтительным выбором для проектов с высокой нагрузкой.

- **Гибкость:** React.js предоставляет высокую гибкость благодаря своей простой архитектуре и компонентному подходу. Разработчики могут создавать пользовательские компоненты, которые легко могут быть адаптированы и переиспользованы в различных частях приложения. Это позволяет создавать кастомные решения, соответствующие специфическим требованиям проекта.

- **Расширяемость:** React.js расширяется путем использования сторонних библиотек и плагинов. Существует множество сторонних библиотек, которые предоставляют компоненты и инструменты для расширения функционала React.js приложений. Это обеспечивает возможность легкости добавления новых функций без изменения основного кода приложения.

Слабой стороной является тот факт, что для полноценной работы нужны сторонние Javascript-библиотеки, что усложняет процесс разработки. Второй минус библиотеки — это отсутствие следования стандартам в написании кода на HTML и CSS, какое есть, например, у Angular и Vue.js.

2. Angular (рисунок 1.2):



Рис. 1.2 Angular

Angular – это фреймворк, разработанный и поддерживаемый Google. Он предоставляет полный набор инструментов для создания сложных веб-приложений. Angular имеет встроенные механизмы для обработки ввода данных, защиты от XSS и других распространенных атак.

- **Функциональность:** Angular – это полноценный фреймворк, предоставляющий множество встроенных инструментов для разработки веб-приложений. Он включает в себя механизмы для обработки форм, маршрутизации, валидации данных и авторизации пользователей. Angular также предоставляет мощные инструменты для создания реактивных приложений.

- **Производительность:** Angular обладает высокой производительностью благодаря Ahead-of-Time (AOT) компиляции, которая позволяет обнаруживать и исправлять ошибки на этапе компиляции, а не во время выполнения. Это снижает время загрузки и обеспечивает быстрый отклик интерфейса.

- **Гибкость:** Angular предоставляет многообразие инструментов для создания гибких и настраиваемых решений. Он поддерживает использование сервисов, инъекции зависимостей и маршрутизацию, что позволяет создавать сложные структуры приложений. Однако, иногда его сложная структура может создать некоторые ограничения в адаптации к специфическим потребностям.

- **Расширяемость:** Angular обеспечивает высокую расширяемость с помощью директив и компонентов. Вы можете создавать свои собственные директивы и компоненты, делая их многоразовыми и расширяемыми. Однако, большая гибкость требует более глубокого понимания фреймворка, что может повлечь за собой более крутой кривой обучения.

Одной из слабых сторон является высокий порог вхождения в проекты для разработчиков, потому что, например, нужно знать TypeScript. Следовательно, это усложняет разработку проектов, особенно если проект передается от одной команды к другой.

Вторая проблема Angular — очень частый релиз новых версий. В июне 2023 года вышла уже 16-я версия фреймворка. Этот факт также говорит о том, что проекты на Angular сложнее поддерживать.

3. Vue.js (рисунок 1.3):



Рис. 1.3 Vue.js

Vue.js – это легковесный и гибкий фреймворк, который позволяет создавать реактивные пользовательские интерфейсы. Он обеспечивает простоту использования и хорошо подходит для небольших и средних проектов. Vue.js также предоставляет инструменты для защиты от CSRF-атак и других видов угроз.

- **Функциональность:** Vue.js представляет собой гибкий и легко осваиваемый фреймворк с интуитивно понятным синтаксисом. Он обладает чистым API и удобными инструментами для создания компонентов и управления состоянием приложения. Vue также поддерживает директивы и миксины для улучшения функциональности компонентов.

- **Производительность:** Vue.js обеспечивает высокую производительность за счет эффективного управления обновлением DOM и минимизации операций рендеринга. Он также имеет компактный размер, что улучшает скорость загрузки приложения.

- **Гибкость:** Vue.js предоставляет простой и интуитивно понятный API, что делает его очень гибким в использовании. Он поддерживает миксины и директивы, позволяя легко расширять функционал компонентов. Кроме того, Vue.js поддерживает динамические компоненты, что упрощает создание универсальных и переиспользуемых элементов интерфейса.

- **Расширяемость:** Vue.js поддерживает плагины и сторонние библиотеки, которые обогащают функциональность приложения. Его гибкая структура делает добавление новых возможностей довольно легким процессом. Это обеспечивает высокую расширяемость фреймворка для удовлетворения специфических потребностей проекта.

Из слабых сторон можно выделить пока что не очень большое комьюнити, т.к. фреймворк не поддерживается большими корпорациями. Но популярность фреймворка с каждым годом возрастает.

В этом разделе мы рассмотрим, насколько эффективно React.js, Angular и Vue.js предотвращают различные типы атак, такие как XSS (межсайтовый скриптинг) и CSRF (межсайтовая подделка запроса). Оценка их способностей в борьбе с атаками поможет определить, какой фреймворк лучше всего подходит для создания безопасных веб-приложений.

XSS — это внедрение вредоносного кода на страницы атакуемого сервера. В браузере клиента будет выполнен произвольный JavaScript-код, который позволит злоумышленнику украсть пользовательскую сессию.

CSRF могут быть подвергнуты веб-приложения использующие cookies, браузерную аутентификацию или клиентские сертификаты авторизации. Сервер не может понять, исходит запрос от пользователя или от хакера. В атаке используются недостатки протокола HTTP.

1. React.js:

- **XSS:** React.js предоставляет возможности для безопасной вставки данных в компоненты с использованием JSX. Однако, разработчики должны быть внимательны и использовать методы обработки текста (например, `dangerouslySetInnerHTML`) с осторожностью, чтобы избежать уязвимостей XSS.

- **CSRF:** React.js по умолчанию не предоставляет защиты от атак CSRF. Разработчики могут использовать дополнительные меры безопасности, такие как проверка CSRF-токенов, чтобы предотвратить такие виды атак.

2. Angular:

- **XSS:** Angular защищает от XSS, осуществляя автоматическую фильтрацию данных во всех выражениях, перед выводом на страницу. Он использует механизмы санитории, чтобы убедиться, что пользовательский ввод безопасен.

- **CSRF:** Angular предоставляет защиту от CSRF встроенными механизмами, такими как `HttpClientXsrfModule`. Это обеспечивает возможность добавления токенов безопасности к запросам и их проверки на сервере.

3. Vue.js:

- **XSS:** Vue.js, подобно Angular, применяет саниторию для данных, выводимых в шаблонах, что предотвращает XSS-атаки. Разработчики могут использовать директивы безопасности для дополнительной защиты.

- **CSRF:** Vue.js не предоставляет встроенной защиты от CSRF. Однако, разработчики могут использовать механизмы, такие как двойная отправка cookie (Double Submit Cookie) или добавление CSRF-токенов к запросам, чтобы обеспечить защиту.

Каждый из рассмотренных фреймворков обладает своими механизмами безопасности и требует соответствующей конфигурации и внимания к деталям от разработчиков. Важно понимать, что безопасность веб-приложений - это комбинация правильной конфигурации фреймворка, серверной безопасности и проактивного подхода к разработке. При создании безопасных приложений важно следить за обновлениями и использовать актуальные версии фреймворков, чтобы воспользоваться последними исправлениями уязвимостей.

В завершение, не существует универсального фреймворка, который подойдет для всех проектов. Правильный выбор зависит от уникальных потребностей и характеристик разрабатываемого веб-приложения.

Список используемых источников:

1. Дибиров Г.М., Ковцур М.М., Бабков И.Н. В сборнике: XI Конгресс молодых учёных. Сборник научных трудов. Санкт-Петербург, 2022. С. 131-135..

2. Academy mediasoft team, p., 2022. Базовая защита данных на JavaScript. [Электронный ресурс] Available at: <https://academy.mediasoft.team/article/bazovaya-zashita-dannykh-na-javascript/>.

3. Холмс С. Стек MEAN. Mongo, Express, Angular, Node. — СПб.: «Питер», 2017. — С. 496.

4. Мардан Азат. React быстро. Веб-приложения на React, JSX, Redux и GraphQL. — СПб.: «Питер», 2019. — С. 560.

5. Callum Macrae. Vue.js: Up and Running. — O'Reilly, 2017. — 219 с.

Chistostupov N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

*Comparison of modern JavaScript frameworks for Web applications.
This master's thesis aims to explore and compare modern JavaScript frameworks. Various aspects of each framework are presented.*

Key words: Web application, development, framework, javascript, security.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

4.1. Интеллектуальные коммуникационные технологии

УДК 004.832.22

ГРНТИ 20.53.1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ф. А. Арсеньев, Ф. В. Филиппов, Д. А. Шильникова

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

Рассматриваются современные методы прогнозирования временных рядов биржевых котировок, формулируется математическая постановка задачи многомерного прогнозирования, а также математическое описание метода моделирования VARMAX.

методы анализа и прогнозирования временных рядов, биржевые котировки, математические модели

Фондовый рынок считается одной из самых противоречивых финансовых систем, поскольку на нем действуют разнообразные и сложные (макро- и микро) факторы, ответственные за стремительные колебания цен акций. Задача прогнозирования будущих цен и движений на бирже может быть решена посредством анализа и обнаружения скрытых закономерностей в исторических данных с использованием статистических методов и методов глубокого машинного обучения. Сложность решения такой задачи обусловлена естественной нелинейностью процессов и высокой чувствительностью биржевых цен к внешним источникам информации (случайной составляющей).

Вопросом прогнозирования биржевых котировок увлечены многие исследователи. Дадим краткий обзор основных традиционных алгоритмы машинного обучения применительно к прогнозированию фондового рынка:

1. Линейная регрессия может быть использована для прогнозирования цен акций или индексов на основе исторических данных. Модель может учитывать различные факторы, такие как объем торговли, прошлые цены и экономические показатели, чтобы предсказать будущие цены [1].

2. Полиномиальная регрессия - это расширение линейной регрессии, которое может быть полезным, когда данные показывают нелинейные зависимости между переменными. Например, если изменение цены акции зависит нелинейно от объема торговли, полиномиальная регрессия может лучше смоделировать такие отношения, позволяя создавать кривые или поверхности, соответствующие данным. Однако, в [2] отмечается, что при использовании полиномиальной регрессии с более высокими степенями полиномов есть риск переобучения модели, поэтому необходимо внимательно

настраивать степень полинома и следить за обобщающей способностью модели.

3. Случайные леса могут использоваться для прогнозирования фондового рынка, учитывая множество факторов и признаков, таких как новости, технические и экономические показатели. Случайные леса являются ансамблем деревьев решений, где каждое дерево прогнозирует результат, а окончательное решение принимается на основе усреднения прогнозов отдельных деревьев. При построении каждого узла дерева выбирается подмножество признаков, что позволяет уменьшить корреляцию между деревьями и сделать случайные леса более устойчивыми к переобучению. Как отмечается в [3], их несомненным преимуществом является способность к работе с большими объемами данных и множеством признаков.

4. Кластерный анализ [4] может использоваться для выявления схожих паттернов и групп акций с похожими характеристиками для прогнозирования тенденций на рынке и приема инвестиционных решений.

5. Модели градиентного бустинга, использующие библиотеки XGBoost, CatBoost или LightGBM, используются для улучшения прогнозов на основе разных источников данных [5]. Этот метод создает ансамбль моделей, обучая каждую последующую модель так, чтобы исправлять ошибки предыдущей. Он часто приводит к высокому качеству прогнозов, особенно когда корректно настроен.

6. Рекуррентные нейронные сети (RNN) состоят из ряда рекуррентных блоков (нейронов), которые позволяют модели учитывать зависимости между временными шагами. Модель обучается на исторических данных, минимизируя функцию потерь (например, среднеквадратичную ошибку) между прогнозами и фактическими значениями [5]. Далее, модель последовательно прогнозирует цены на следующих временных шагах, используя предыдущие прогнозы как входные данные.

7. Метод опорных векторов (SVM) может быть применен для поиска оптимальной гиперплоскости, разделяющей данные на два класса (например, восходящий и нисходящий тренд) на фондовом рынке [6]. SVM эффективно работает на малых и средних выборках, дает возможность обработки нелинейных зависимостей в данных с использованием ядерных функций.

8. Методы анализа временных рядов, такие как ARIMA (авторегрессия с подвижным средним), GARCH (общая авторегрессия условной гетероскедастичности), экспоненциальное сглаживание и др. позволяют исследовать временные зависимости и взаимосвязи между данными на разных временных шагах, учитывая их цикличность и сезонные колебания. Это помогает в выявлении причинно-следственных связей и понимании динамики процессов [6].

Чаще всего в прогнозах фондового рынка применяют одномерные временные ряды, используя цену закрытия в качестве целевой функции. Однако, многомерное прогнозирование временных рядов с использованием

исторических данных фондового рынка с различными атрибутами и соответствующими характеристиками позволяет обеспечить лучшее извлечение информации о данных и их базовой динамике для повышения точности краткосрочного прогнозирования.

Сформулируем математическую постановку задачи многомерного прогнозирования.

Пусть задан набор наблюдаемых временных рядов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где $x_t \in R^d$ - действительный вектор размерности d , представляющий наблюдаемый временной ряд в момент времени t .

Цель: получить вектор y_{t+h} , где h — желаемая длина горизонта прогнозирования с фиксированными значениями для различных задач.

Решение задачи планируется осуществить базовым статистическим методом моделирования многомерных временных рядов - векторной авторегрессией скользящего среднего с экзогенными регрессорами (VARMAX). Этот метод, представляя собой комбинацию моделей векторной авторегрессии (VAR) и векторного скользящего среднего (VMA), поддерживает моделирование многомерных временных рядов, учитывая в модели как порядок лага (p), так и порядок скользящего среднего (q) [7].

Математическое описание модели VARMAX может быть записано в следующем виде:

$$F(B)y_t = \Theta^*(B)x_t + \Theta(B)\varepsilon_t,$$

где $x_t = \{x_1, x_2, \dots, x_{kt}\}$ - независимые переменные (экзогенные);

$y_t = \{y_1, y_2, \dots, y_{kt}\}$ - выходные переменные (эндогенные);

$\varepsilon_t = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{kt}\}$ - случайные переменные (белый шум);

$F(B) = I_k - F_1B - F_2B^2 - \dots - F_pB^p$,

$\Theta(B) = I_k - \Theta_1B - \Theta_2B^2 - \dots - \Theta_pB^p$,

$\Theta^*(B) = \Theta^*_0 + \Theta^*_1B + \Theta^*_2B^2 + \dots + \Theta^*_sB^s$ - матричные полиномы от B в операторе сдвига времени на одну единицу назад так, что $B^i x_t = x_{t-i}$, причем размерности матриц $F_i [k \times k]$, $\Theta_i [k \times k]$, $\Theta^*_i [k \times m]$.

Для полной определенности в модели приняты допущения:

- для обеспечения стабильности модели корни уравнений $\det F(z) = 0$, $\det \Theta(z) = 0$ должны лежать за пределами единичного круга;

- независимые эндогенные переменные не коррелируют со случайными, т.е. $E(x_t, \varepsilon_s) = 0$;

- экзогенные переменные могут быть стохастическими и не стохастическими.

Приведенная в статье математическая постановка задачи многомерного прогнозирования и выбор преимущественного метода решения поставленной задачи открывают авторам путь к дальнейшим исследованиям в области

осуществления прогнозов на фондовом рынке с применением глубокого машинного обучения.

Список используемых источников:

1. Seber G. A. F., Lee A. J. Linear regression analysis. – John Wiley & Sons, 2003. – Т. 330.
2. Пронина Е.В., Пихтилькова О.А., Горшунова Т.А. Роль регрессионного анализа в прогнозировании экономических показателей деятельности компаний // Московский экономический журнал. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-regressionnogo-analiza-v-prognozirovanii-ekonomicheskikh-pokazateley-deyatelnosti-kompaniy> (дата обращения: 28.09.2023).
3. Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001, vol. 45, pp.5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324
4. Кощев Д. А., Миролюбова Т. В. Оценка взаимовлияния региона и индустриального кластера: системно-пространственный подход // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2022. Т. 17, № С. 161–184. <https://doi.org/10.17072/1994-9960-2022-2-161-184>
5. Будунова, А. С. Оценка эффективности алгоритмов машинного обучения при разработке торговых стратегий на фондовом рынке / А. С. Будунова // Современная математика и концепции инновационного математического образования. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 481–489. – EDN MFFYXZ.
6. Emioma C.C., Edeki S.O. Stock price prediction using machine learning on least-squares linear regression basis. Journal of Physics: Conference Series. 2021, vol. 1734, no. 1. DOI: 10.1088/1742-6596/1734/1/012058.
7. Инь и Шан, Инь Ю, Шан П. Прогнозирование временных рядов трафика с помощью метода многомерного прогнозирования // Прикладная математика и вычисления. 2016 г.; 291: с.266–278. doi: 10.1016/j.amc.2016.07.017.

Arsenev F., Filippov F., Shilnikova D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications

Forecasting multidimensional time series for the digital economy.

Modern methods for forecasting time series of stock quotes are considered, a mathematical formulation of the problem of multidimensional forecasting is formulated, as well as a mathematical description of the VARMAX modeling method.

Key words: *Methods of analysis and forecasting of time series, stock quotes, mathematical models.*

УДК 004.056.53
ГРНТИ 28.23.15

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ш. А. Доктырбай, Р. Я. Лабковская

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

В статье об «Исследовании и разработке методики интеллектуальных биометрических систем» анализируются следующие аспекты:

- 1. Основы биометрии, включая физиологические и поведенческие характеристики.*
- 2. Преимущества интеллектуальных биометрических систем и их использование методов искусственного интеллекта.*
- 3. Методики разработки, включая сбор и анализ данных, обучение модели и обеспечение безопасности.*
- 4. Применение биометрических систем и их роль в информационной безопасности и других областях.*
- 5. Текущие исследования и тренды в данной области.*

Этот анализ поможет читателям понять основы и важность интеллектуальных биометрических систем.

основы биометрии, биометрическая система, интеллектуальные биометрические системы

Биометрические системы, которые опираются на уникальные физиологические и поведенческие характеристики человека, стали неотъемлемой частью современных технологий и безопасности. Их применение варьируется от разблокировки мобильных устройств до управления доступом внутри корпоративных офисов и государственных учреждений. Однако, с развитием технологий и увеличением сложности биометрических систем, важно исследовать и разрабатывать интеллектуальные методики, чтобы повысить их эффективность и безопасность.

Основы биометрии

Биометрия - это наука, изучающая уникальные характеристики человека для их использования в целях идентификации и аутентификации. Физиологические биометрические характеристики включают в себя отпечатки пальцев, сетчатку глаза, лицо, голос и другие уникальные анатомические параметры. Поведенческие биометрические характеристики включают в себя подпись, почерк, походку и другие поведенческие особенности.

Интеллектуальные биометрические системы

Интеллектуальные биометрические системы - это системы, которые применяют методы и технологии искусственного интеллекта (ИИ) для повышения точности и надежности биометрической идентификации. Эти системы способны обучаться на основе имеющихся данных и улучшать свою производительность с течением времени. Они также способны обнаруживать попытки мошенничества, такие как подделка отпечатков пальцев или маскировка лица.

Методики разработки интеллектуальных биометрических систем

1. Сбор и анализ данных

Первым этапом разработки интеллектуальных биометрических систем является сбор и анализ данных. Для физиологических биометрических характеристик это включает в себя сбор биометрических образцов (например, отпечатков пальцев или изображений лица) и создание базы данных для обучения и тестирования модели. Для поведенческих характеристик это может включать в себя записи голоса или видеозаписи поведения.

2. Препроцессинг данных

Следующим этапом является препроцессинг данных, включая очистку, выравнивание и нормализацию данных. Это важно для обеспечения согласованности и качества данных, а также для устранения шума.

3. Выбор алгоритмов и моделей

На этом этапе выбираются алгоритмы и модели машинного обучения или глубокого обучения, которые будут использоваться для обработки данных. Примеры включают в себя сверточные нейронные сети для обработки изображений лица или голосовые модели для анализа речи.

4. Обучение модели

Обучение модели включает в себя передачу данных в выбранную модель и настройку параметров для оптимизации производительности. Модель обучается на базе данных, чтобы научиться распознавать уникальные биометрические характеристики.

5. Тестирование и валидация

После обучения модели она должна быть протестирована на независимых данных, чтобы оценить ее точность и надежность. Это важно для определения, насколько хорошо система работает в реальных условиях.

6. Обеспечение безопасности

Интеллектуальные биометрические системы должны быть защищены от возможных атак и мошенничества. Для этого могут использоваться дополнительные методы аутентификации, такие как пароли или двухфакторная аутентификация.

Выводы

Исследование и разработка интеллектуальных биометрических систем представляет собой важное направление в области информационной безопасности и технологий. Эти системы не только улучшают безопасность, но и упрощают жизнь пользователей, предоставляя удобные методы аутентификации. Однако необходимо также уделять внимание вопросам приватности и этике при разработке и применении таких систем, чтобы обеспечить соблюдение прав и свобод человека.

Список используемых источников

1. Jain, Anil K., Dass, Sarat C., & Nandakumar, Karthik. Авторы научной статьи "Deep Learning for Biometrics: A Survey" (IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence), 2016.
2. Птицына Л. К., Голутвина Ю. А. Онтологический подход к организации информационного обмена в мультиагентной системе интеграции сервис-ориентированных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. / Под ред. С. В. Бачевского, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич. – СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 2. С. 236-241.
3. Introna L. (2005) Disclosive ethics and information technology: Disclosing facial recognition systems, *Ethics and Information Technology*, 7(2), pp. 75-86. <https://doi.org/10.1007/s10676-005-4583-2> [Crossref], [Google Scholar].

Labkovskaya R., Doktyrbai S.

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Research and development of the methodology of intelligent biometric systems.

The article on "Research and development of the methodology of intelligent biometric systems" analyzes the following aspects:

1. *The basics of biometrics, including physiological and behavioral characteristics.*
2. *The advantages of intelligent biometric systems and their use of artificial intelligence methods.*
3. *Development techniques, including data collection and analysis, model training and security.*
4. *The use of biometric systems and their role in information security and other areas.*
5. *Current research and trends in this field.*

This analysis will help readers understand the basics and importance of intelligent biometric systems.

Key words: *fundamentals of biometrics, biometric system, intelligent biometric systems.*

УДК 004.915
ГРНТИ 50.41.29

ПРОТОТИП ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧЕРНОВИКОВ ЛИТЕРАТУРНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

А. Е. Колмаков, В. Л. Литвинов, А. В. Параничев

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

Предложен пользовательский интерфейс веб-сервиса для публикации и распространения черновиков литературных произведений. Показана реализация базовых операций CRUD работы с набросками текста: создание, чтение, обновление и удаление данных. Представлена программная реализация форматирования и конвертации в формат PDF, в соответствии с пользовательскими настройками. Учтены ограничения, связанные с правами доступа пользователей в системе.

прототип, веб-сервис, черновик литературного произведения, публикация, распространение

Введение

Создание веб-сервиса для публикации и распространения черновиков литературных произведений является актуальной темой исследования, поскольку существующие веб-сервисы часто не соответствуют ожиданиям пользователей. Известные сервисы для публикации и распространения черновиков литературных произведений обладают рядом недостатков, что осложняет их использование авторами [1–6].

Для простоты и удобства использования создаваемого веб-сервиса нами предложено реализовать следующие опции: публикация разных вариантов одного произведения, что позволяет пользователю по-другому взглянуть на произведение; «умная» конвертация текстовой информации в формат PDFавтоматизированное управление данными пользователей и помещений, доступ к которым в указанные интервалы времени разрешен конкретным пользователям;

1. Постановка задачи

Для разработки веб-сервиса, предназначенного для публикации и распространения черновиков литературных произведений, сформулированы следующие задачи:

проектирование Backend- и Frontend-части сервиса;
разработка модулей «Авторизация» и «Управление набросками»;
разработка модуля «Умная» конвертация в PDF» и интеграция модулей с серверной базой данных.

Для решения перечисленных задач выбраны следующие инструменты [7–8]:

phpMyAdmin – инструмент для проектирования базы данных; обращение к данным предложено выполнять с помощью скриптов MySQL.

Bootstrap – набор инструментов для оформления веб-приложений; использованы актуальная версия Bootstrap 5 для веб-форм, кнопок, меток, блоков навигации и других компонентов веб-страниц HTML/PHP, включающих JavaScript-расширения.

TCPDF – бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом: PHP-класс для создания PDF-документов. TCPDF – единственная библиотека на базе PHP, которая включает полную поддержку UTF-8 и различных вариантов отображения символов.

2. Разработка веб-сервиса

На этапе проектирования Backend-части создана система хранения пользовательских данных: Диаграмма «сущность-связь» спроектированной базы данных приведена на рис. 1.

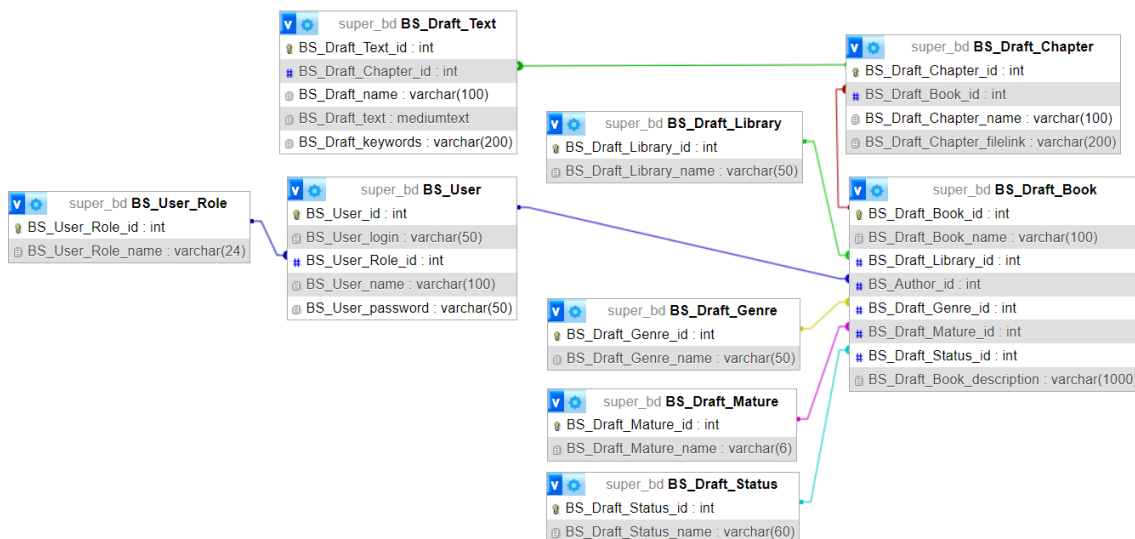


Рис. 1. Диаграмма «сущность-связь» сервиса

Программно реализован механизм аутентификации пользователей, сформирована логика распределения ролей: автор имеет полный доступ ко всем своим наброскам, может их копировать и печатать, в то время как администратор не может распечатывать pdf-документы, а модераторы и читатели не могут ни копировать, ни печатать доступные им черновики. Для взаимодействия с Backend-частью сервиса, схема данных которого представлена на рисунке 1, создана стартовая страница Frontend-части приложения (рис. 2).

Связывание серверной базы данных с Frontend-частью сервиса, главная страница которого представлена на рис. 2, выполнено путем программной реализации функций CRUD (Create, Read, Update, Delete: создание, чтение, обновление и удаление данных); при этом выполнена проверка корректности данных подключения и запросов, отправляемых пользователем веб-сервиса.

Здравствуй, **mmmm** (admin). Добро пожаловать на сайт!

[Выйти из аккаунта](#) [Добавить черновик](#)

Библиотека

login_config.php: Выполнено соединение с БД! thread_id=13994288

Название	Библиотека	Автор	Жанр	Рейтинг	Статус	Описание
Космический десант: том 83	Перекрестки миров	faniCS	Приключения	16+	Черновик законченного произведения	книга о межгалактических путешествиях
Поиск чуда	Мир попаданцев	legoYU	Приключения	6+	Черновик законченного произведения	Парангель отправляется на поиски затонувшей подлодки, но по случайному стечению обстоятельств всплывает на ней уже в другом мире
Кондитерские истории	Общество свидетелей аниме	legoYU	Юмор	16+	Черновик законченного произведения	рай для сладкоежек :)

Рис. 2. Главная страница авторизованного пользователя

Программно реализованы функции форматирования и конвертации введенного текста в формат PDF, используя библиотечный модуль «tcpdf», установленный с помощью утилиты «composer» инструментария TCPDF. Автоматизирована следующая последовательность действий:

извлекаются необходимые данные о наброске, его создателе, жанре, ключевых словах;

указываются пользовательские настройки pdf-документа;

создается pdf-файл с настройками защиты от печати или копирования, предусмотренные ролью пользователя в системе.

Пример данных получаемого файла в формате «.pdf» представлен на рис. 3.

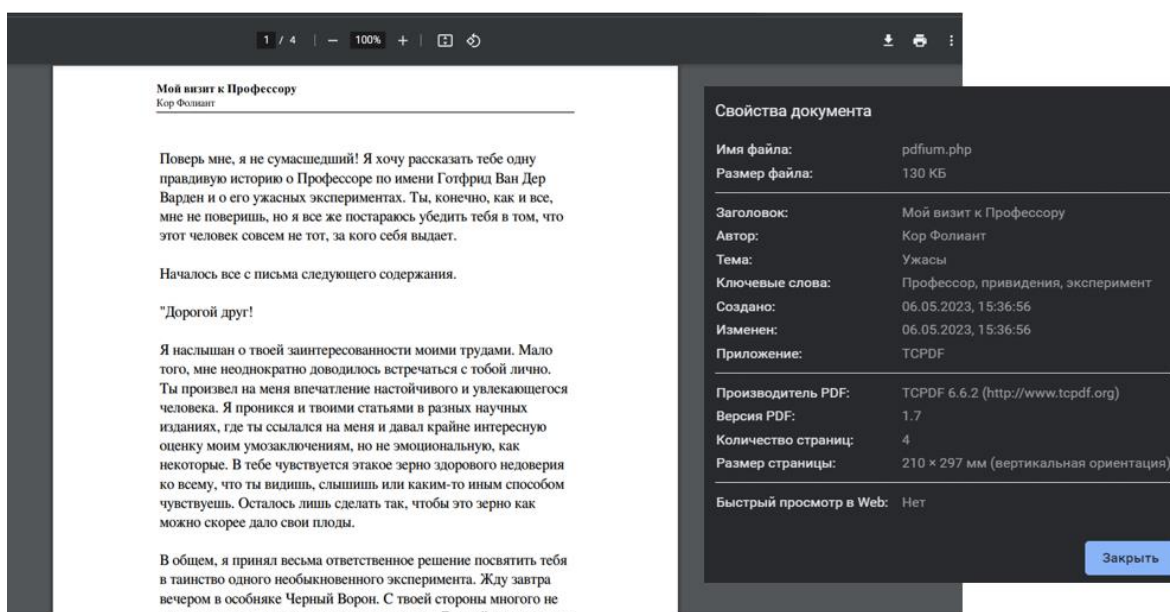


Рис. 3. Пример получаемого pdf-файла с помощью предложенного веб-сервиса

Далее решена задача адаптивного отображения элементов веб-страниц на экранах с различным разрешением, используя фреймворк Bootstrap: экран разделен на 12 колонок, на которые условно делится весь экран; далее, при помощи классов (таких как «col», «col-sm», «col-md», «col-lg»), каждый из которых отвечает за определенное разрешение, настроены соотношения полей для разных вариантов разрешения экрана.

Выводы

1. Реализован основной пользовательский интерфейс веб-сервиса, реализующий базовые операции CRUD, позволяющий модераторам и администраторам осуществлять взаимодействие с базой данных. Веб-сервис позволяет создавать новые экземпляры черновиков, удалять старые, просматривать и редактировать уже существующие.

2. Реализованы программные модули, позволяющие совершать CRUD-операции над набросками и предоставляющие возможность экспорта печатного текста. Форматирование и конвертация в PDF выполняется в соответствии с пользовательскими настройками; при этом учитываются ограничения, связанные с правами доступа того или иного пользователя в системе.

3. Обеспечена адаптивность элементов веб-сервиса на устройствах с различным разрешением экрана; компоновка элементов веб-страницы выполняется как для старых мониторов, так и для мобильных устройств с низким разрешением экрана.

Список используемых источников:

1. Галкин, Д. В. Концептуальный черновик как творческий метод: к проблеме незавершенности произведения современного искусства / Д. В. Галкин // Актуальные проблемы теории и истории искусства. – 2018. – № 8. – С. 548-556. – DOI 10.18688/aa188-5-53. – EDN ITKKFO.

2. Автор Тудей: Электронная библиотека современной литературы, самиздат: [Электронный ресурс]. – URL: <https://author.today/> (дата обращения: 28.10.2023).

3. Лит Нет: популярный литературный портал: [Электронный ресурс]. – URL: <https://litnet.com/> (дата обращения: 28.10.2023).

4. Литпричал: уникальный творческий портал в новом формате: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.litprichal.ru/> (дата обращения: 28.10.2023).

5. Full Lib: Социальная сеть для авторов и любителей книг.: [Электронный ресурс]. – URL: <https://fulllib.com/> (дата обращения: 28.10.2023).

6. Wattpad: Онлайн-сообщество для писателей и читателей: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wattpad.com/> (дата обращения: 28.10.2023).

7. Bootstrap: [Электронный ресурс]. – URL: <https://bootstrap5.ru/docs> (дата обращения: 28.10.2023).

8. Сова, Е. В. Сравнительный анализ библиотек генерации отчетов в веб-ориентированных информационных системах / Е. В. Сова, А. А. Рыбанов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 7. – С. 167. – EDN PBMEDJ.

Kolmakov A., Litvinov V., Paranichev A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Prototype of a web service for publishing and distributing drafts of literary works. The user interface of a web service for publishing and distributing drafts of literary works is proposed. The implementation of basic CRUD operations for working with text sketches is shown: creating, reading, updating and deleting data. A software implementation of formatting and converting to PDF format is presented, in accordance with user settings. The restrictions related to user access rights in the system are taken into account.

Key words: Prototype, web service, draft of a literary work, publication, distribution.

УДК 519.711.2
ГРНТИ 28.23

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Е. В. Копытова, Ф. В. Филиппов

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

В данной статье исследуется эффективность алгоритмов обработки естественного языка. В соответствии со стандартами анализ направлен на оценку робастности интеллектуальной системы на примере чата GPT. Результаты анализа помогут определить оптимальные алгоритмы NLP для понятия обработки текстовых данных.

обработка естественного языка, анализ эффективности, NLP, чат GPT, робастность

Искусственный интеллект (ИИ) в качестве объекта стандартизации в настоящее время имеет все необходимые условия для обеспечения соответствия российских систем ИИ международным требованиям. Этот факт играет важную роль в повышении конкурентоспособности российских организаций, занимающихся разработкой и применением систем ИИ, а также в расширении их рынков сбыта [3].

Цель данной статьи – рассмотреть методы анализа ИИ на примере чата GPT.

После запуска чат-бота было привлечено целых 100 миллионов активных пользователей всего за 2 месяца со всего мира. В России количество запросов показана на рис.1.

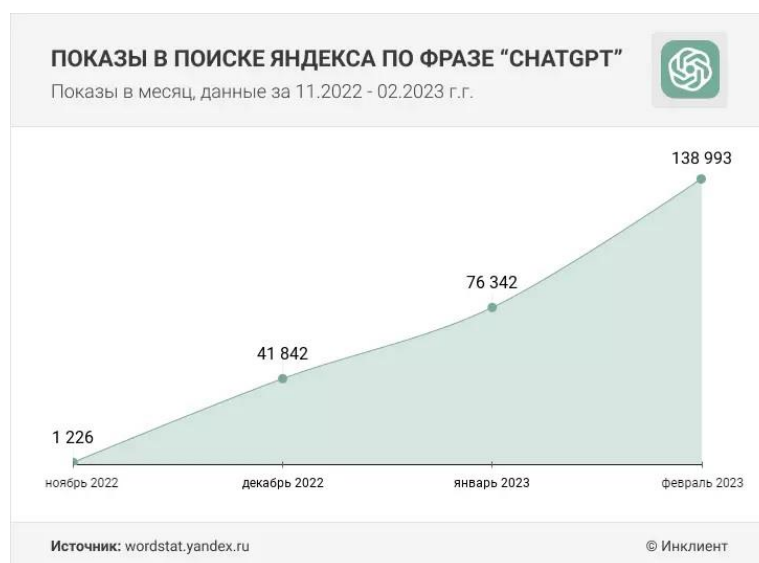


Рис. 1. Статистика запроса по фразе «ChatGPT» в поиске «Яндекс»

Такой быстрый рост аудитории является впечатляющим достижением, особенно учитывая, что сфера чат-ботов постоянно развивается и появляются уникальные проекты, из-за чего возрастает конкуренция в данном сегменте рынка [4].

При проектировании системы ИИ учитываются такие свойства, как: робастность, отказоустойчивость, надежность, точность, безопасность, конфиденциальность. В рамках статьи обратим внимание на свойство робастности, который способен поддерживать высокое качество работы системы ИИ и их алгоритмов машинного обучения при любых условиях. Для определения робастности учитываются различные условия, связанные с входными данными. Однако это определение рассматривается с учетом широкого спектра условий, чтобы не исключать возможность аппаратных сбоев и других видов ограничений.

Робастность является важным свойством, которое ставит новые задачи в области систем искусственного интеллекта. Например, управление рисками в системах ИИ включает в себя риски, связанные с робастностью этих систем.

Стандарт ГОСТ Р 70462.1-2022/ISO/IEC TR 24029-1-2021 обзорно представляет актуальные методы оценки робастности нейронных сетей, которые широко используются в промышленности, ведь проверка программного обеспечения считается важной частью производственного процесса. Основная цель заключается в производительности программного обеспечения, используемого во всех компонентах системы.

Методы, применяемые в системах ИИ, также должны быть подтверждены, т.к. общие методы в системах ИИ вызывают новые проблемы и требуют специфических подходов к адекватному тестированию и/или проверке. Типы систем, основанные на искусственном интеллекте, включают системы интерполяции/регрессии, классификации, скоринговые и решающие системы. В то время как существует множество методов валидации систем, не связанных с ИИ, они не всегда применимы непосредственно к системам ИИ и, особенно, к нейронным сетям. Архитектуры нейронных сетей представляют особую сложность, поскольку они не поддаются простому анализу и иногда могут проявлять непредсказуемость из-за своей нелинейной природы, что требует разработки новых подходов для решения возникающих задач [2].

Чат GPT представляет собой чат-бот, который генерирует ответы на вопросы пользователя, определяет эмоциональную окраску высказываний, осуществляет машинный перевод с одного языка на другой, распознает языки, проверяет правописание, а также определяет части речи в предложении и их аннотирует. В рамках обработки естественных языков машинное обучение является актуальной областью научного знания, которая активно развивается и обладает большими перспективами [5]. Таким образом, робастность нейронных сетей для чата GPT означает их способность эффективно и точно обрабатывать различные входные данные и справляться с разнообразными

сценариями диалога. Вот несколько ключевых аспектов, которые определяют робастность таких нейронных сетей:

- Понимание контекста. GPT-модели строят свои ответы на основе контекста предыдущих сообщений. Чем лучше модель понимает контекст, тем более робастной она является. Это позволяет ей генерировать более связные и последовательные ответы.

- Гибкость и адаптивность. Робастные модели могут адаптироваться к различным стилям общения и уметь генерировать ответы, соответствующие конкретному контексту или задаче. Они способны подстраиваться под разные темы, тональности и стили пользователей.

- Учет неопределенности: Чат-боты должны уметь обрабатывать неопределенность и неполноту информации. Робастные модели способны справляться с неясными или двусмысленными запросами, задавать уточняющие вопросы и предлагать варианты ответов для уточнения намерений пользователя.

- Предотвращение нежелательного поведения. Робастные модели должны быть способны определить и избегать генерации нежелательных или вредоносных ответов. Это включает в себя предотвращение генерации оскорблений, непристойного содержания или распространения дезинформации.

- Обучение на разнообразных данных. Чтобы быть робастными, модели GPT должны быть обучены на широком спектре разнообразных данных. Это помогает им понимать различные тематики, стили общения и культурные особенности пользователей.

- Постоянное обновление и обучение. Робастные модели должны регулярно обновляться и дообучаться на новых данных, чтобы оставаться актуальными и справляться с изменяющимися требованиями и новыми вызовами.

Все эти факторы вместе определяют робастность нейронных сетей для чата GPT и их способность предоставлять качественные и адаптивные ответы.

Как следствие фактор робастности соответствует доверительной ИИ, т. к. доверие к системе искусственного интеллекта заключается в уверенности потребителя, организаций, ответственных за регулирование вопросов создания и применения систем искусственного интеллекта, и других заинтересованных сторон, что система способна выполнять возложенные на нее задачи с требуемым качеством.

Доверие к системам искусственного интеллекта представляет собой важное условие, определяющее возможность применения этих систем при решении ответственных задач обработки данных. Примерами таких задач могут служить поддержка врачебных решений, беспилотное управление транспортными средствами и другие сферы, ошибки в которых могут привести к серьезным последствиям, связанным с угрозой жизни и здоровью людей, а также крупным экономическим и экологическим ущербом [1].

Список используемых источников:

1. ГОСТ Р 59276–2020. Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
2. ГОСТ Р 70462.1-2022. Информационные технологии. Интеллект искусственный. Оценка робастности нейронных сетей. Часть 1. Обзор. М.: Российский институт стандартизации, 2022. 32с.
3. Куприков Н.М., Башкирова Е.А. Вопросы стандартизации в сфере искусственного интеллекта // Компетентность. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-standartizatsii-v-sfere-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 19.10.2023).
4. Статистика чат-бота ChatGPT в 2023 году // Инклиент URL: <https://incliient.ru/chatgpt-stats/> (дата обращения: 19.10.2023).
5. Цитульский А.М., Иванников А.В., Рогов И.С. NLP - обработка естественных языков // StudNet. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nlp-obrabotka-estestvennyh-yazykov> (дата обращения: 19.10.2023).

Корытова Е., Филиппов Ф.

The Bonch–Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of the effectiveness of natural language processing algorithms.

This article explores the efficiency of natural language processing algorithms. In accordance with the standards, the analysis is aimed at evaluating the robustness of the intelligent system on the example of GPT chat. The results of the analysis will help to determine the optimal NLP algorithms for the concept of text data processing.

Key words: Natural language processing, performance analysis, NLP, GPT chat, robustness.

УДК 004.8
ГРНТИ 28.23.01

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ МЕТОДОВ И РЕСУРСОВ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Р. Я. Лабковская, В. Р. Токмаков

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

В статье анализируется роль онтологий в структурировании и организации знаний, объединении данных и семантическом анализе методов и ресурсов в искусственном интеллекте (ИИ). Данный подход играет важную роль в создании систем, способных эффективно работать с большим объемом информации. В статье предоставлены примеры применения онтологической структуры в исследованиях и разработке в области ИИ. Это демонстрирует, как создание и использование онтологий помогает лучше понять и моделировать сложные концепции в ИИ.

онтология, методы, ресурсы, искусственный интеллект, структурирование знаний, семантический анализ, интеграция, данные

Искусственный интеллект (ИИ) остается одной из наиболее активно развивающихся областей в науке и технологии. Он находит применение в различных сферах, включая медицину, транспорт, финансы и многих других. Однако, для более эффективного использования ИИ необходимо не только разрабатывать новые методы и алгоритмы, но и иметь систематический способ анализа существующих методов и ресурсов. Онтологический подход предоставляет мощный инструмент для реализации этой цели.

Онтология в контексте искусственного интеллекта

Онтология – это формализованное представление знаний, которое описывает понятия, их связи и атрибуты в определенной области знаний. В контексте искусственного интеллекта, онтологии могут быть использованы для создания структурированных иерархий для методов, алгоритмов, ресурсов и данных. Использование онтологий в искусственном интеллекте может иметь различные применения. Например, они могут использоваться для построения интеллектуальных агентов, которые способны имитировать человеческое мышление и принимать осмысленные решения на основе логических выводов. Онтологии также помогают в поиске информации и семантическом анализе текстов. Они позволяют системам искать связи и сходства между различными понятиями, что помогает более точно интерпретировать содержание текста. Кроме того, онтологии являются основой для разработки систем баз знаний, экспертных систем и семантического веба. Они обеспечивают совместимость и структурирование знаний, что позволяет эффективно использовать их в различных приложениях и задачах.

В целом, использование онтологий в искусственном интеллекте позволяет системам более точно понимать и интерпретировать информацию, что открывает широкие возможности для развития различных интеллектуальных приложений.

Онтологический подход представляет собой мощный инструмент для анализа методов и ресурсов в области ИИ. Он позволяет:

1. **Структурировать знания:** Онтологический подход позволяет организовать знания в области ИИ в форме семантических графов. Это облегчает навигацию и поиск информации.

2. **Интегрировать данные:** Онтологии позволяют объединять данные из различных источников и форматов, что важно при работе с разнообразными методами и ресурсами.

3. **Проводить семантический анализ:** Онтологические модели позволяют проводить более глубокий семантический анализ данных и методов, что способствует лучшему пониманию их сущности.

Использование онтологии для анализа методов и ресурсов

Онтологии могут быть разработаны для различных областей искусственного интеллекта, включая машинное обучение, компьютерное зрение, обработку естественного языка и многое другое. Они предоставляют структурированный способ описания сущностей, связей и атрибутов внутри этих областей.

Методы и алгоритмы: Внутри класса «Методы» можно создать подклассы, представляющие различные методы и алгоритмы искусственного интеллекта. Например, подкласс «Методы машинного обучения» может содержать разные методы, такие как «Метод опорных векторов» и «Рекуррентные нейронные сети». Каждый метод может иметь свои уникальные атрибуты и отношения, описывающие его характеристики, применение и связь с другими методами.

Ресурсы: Класс «Ресурсы» в онтологии может представлять собой различные типы данных, вычислительные ресурсы и другие компоненты, которые используются методами искусственного интеллекта. Например, раздел «Вычислительные ресурсы» может включать в себя «Графические процессоры» и «Центральные процессоры», а раздел «Текстовые данные» может содержать информацию о структурах данных, используемых для анализа текста.

Применение онтологии в исследованиях и разработке

Онтологический подход находит широкое применение в исследованиях и разработке в области ИИ. Исследователи и инженеры могут использовать онтологии для:

1. **Поиска и навигации:** Онтологические модели позволяют проводить более эффективный поиск методов и ресурсов, а также легче навигировать в сложных сетях взаимосвязей.

2. **Интеграции данных:** Онтологии облегчают интеграцию данных из разных источников и позволяют согласовывать разные схемы данных.

3. **Автоматического анализа:** С использованием онтологий можно разрабатывать интеллектуальные агенты и системы, способные проводить автоматический анализ и классификацию методов и ресурсов.

Примеры онтологий в искусственном интеллекте

Существуют различные онтологии, разработанные для области ИИ. Например, онтология «OntoAI» включает в себя информацию о методах машинного обучения и их применении. Другие онтологии могут сфокусироваться на специфических аспектах, таких как обработка естественного языка или компьютерное зрение.

Онтологический подход представляет собой мощный инструмент для анализа методов и ресурсов в области искусственного интеллекта. Он обеспечивает систематизацию, структурирование и глубокий семантический анализ данных в этой области, что содействует более эффективному развитию и использованию ИИ. Онтологии становятся важным инструментом для исследователей, инженеров и разработчиков, помогая им в более глубоком понимании ИИ и его возможностей.

Выводы

Разработка онтологии ИИ является важным шагом в развитии научно-технологического обеспечения цифровой экономики, который позволит улучшить и ускорить цифровую трансформацию во всех областях деятельности. Однако, это также и ответственная задача, так как она может повлиять на будущее использование ИИ. Исследования в данной области открывают новые горизонты для исследователей и разработчиков, позволяя им более глубоко и системно анализировать методы и ресурсы в создании интеллектуальных систем, а также способно натолкнуть на новые идеи и вызвать интерес в сфере ИИ. В связи с этим, важно выполнять разработку онтологий ИИ с большой осторожностью и учитывать все возможные последствия.

Список используемых источников:

1. Добров Б. В., Иванов В. В., Лукашевич Н. В., Соловьев В. Д. Курс из 16 презентаций: «Онтологии и тезаурусы» [Электронный ресурс]. URL: <http://download.yandex.ru/class/solovyev/plan.pdf> (дата обращения: 13.02.2023).

2. Птицына Л. К. Системы представления и приобретения знаний. СПб. : СПбГУТ, 2019. 158 с.

3. Птицына Л. К., Голутвина Ю. А. Онтологический подход к организации информационного обмена в мультиагентной системе интеграции сервис-ориентированных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании : материалы VII Междунар. науч.-технич. и науч.-методич. конф., Санкт-Петербург, 28 фев. - 01 марта 2018 г. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 2. С. 236-241.

Labkovskaya R., Tokmakov V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

An ontological approach to the analysis of methods and resources in the field of artificial intelligence.

The article analyzes the role of ontologies in structuring and organizing knowledge, combining data and semantic analysis of methods and resources in artificial intelligence (AI). This approach plays an important role in creating systems that can effectively work with a large amount of information. The article presents examples of the application of the ontological structure in research and development in the field of AI. This demonstrates how the creation and use of ontologies helps to better understand and model complex concepts in AI.

Key words: Ontology, methods, resources, artificial intelligence, knowledge structuring, semantic analysis, integration, data.

4.2. Интеллектуальные технологии в автоматизации и цифровых системах управления

УДК 004.852
ГРНТИ 28.23.25

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Д. А. Криволапов

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

В современном мире компании часто начинают пробовать новые графики работы для сотрудников своих компаний. С ростом развития технологий становится проще применять математические и цифровые методы сбора, обработки и вывода информации. Для помощи в составлении оптимальных графиков существуют методы кластеризации, которые могут работать и с данными систем контроля и управления доступом.

машинное обучение, кластеризация, электронный учёт рабочего времени, обработка данных, СКУД

В рамках данного доклада рассмотрен вариант взаимодействия методов кластеризации [1] с данными, полученными из базы данных (БД) системы контроля и управления доступом (СКУД) [2]. Практическим итогом являются новые возможности для регулирования графика работы сотрудников. Полученное решение работает лишь со СКУД с возможностью логирования событий, так как именно такие системы записывают логи в БД. Данный способ подразумевает один из методов машинного обучения без учителя.

Проблема в составлении расписания сотрудников очень распространена. Любой работник может опаздывать в определённое время или наоборот приходить раньше положенного из-за обстоятельств, которые могут обладать закономерностью. Но даже в таком случае заинтересованный сотрудник может продолжать посещать работу с подобными нарушениями, усложняя работу себе или компании, что наказуемо. Требуется составление нового расписания дня, удовлетворяющего как работников, так и начальство.

Таким образом, целесообразным решением является составление нового времени рабочего дня. Следует выделить время на свободное посещение предприятия для более точного результата или провести опрос, что более применимо в текущих реалиях, но второй вариант даст меньше возможностей для экспериментов и менее точные результаты, основанные больше на теории, чем на практике. Сотрудники разбиваются на группы методами кластеризации на основе их предпочтений для определения наиболее эффективного показателя, который определяется самим работодателем. Зарплата в час не обязательно может храниться вместе с параметрами, собираемыми СКУД, но добавлена в таблицу, так как по трудовому кодексу подобные варианты расписания

рабочего дня возможны лишь при почасовой оплате. Следует подметить, что для работы данных методов желательно большое количество сотрудников, иначе будет сильно падать точность итогового результата. Пример собранных СКУД данных о сотрудниках представлен ниже (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Данные о сотрудниках, собранные СКУД

ID работника	Время входа	Время выхода	Зарплата в час	Количество выходов за смену
01	8	22	75	0
02	2	9	108	0
03	19	16	108	3
04	4	20	127	1
05	8	3	146	3
06	20	17	145	0
...
100	15	6	144	3

Далее из таблицы выбираются данные, которые используются в дальнейшей кластеризации в зависимости от того, какие показатели по мнению работодателя важны при составлении нового графика работы.

Чтобы достичь оптимальной кластеризации, требуется определить число кластеров. Для этого использован метод локтя [3], заключающийся в определении минимального количества кластеров в момент, когда качество кластеризации перестаёт расти с их увеличением. Ниже представлен пример вычисления количества кластеров методом локтя (рис. 1).

Метод локтя

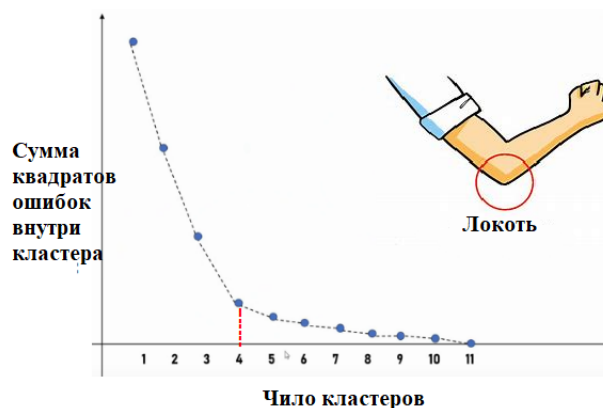


Рис. 1. Пример применения метода локтя

Для оптимального размещения кластеров используется метод k -средних++ [4, 5]. Применение данного метода происходит в четыре этапа:

1. Выбрать первый центроид случайным образом (среди всех точек);
2. Для каждой точки найти значение квадрата расстояния до ближайшего центроида (из тех, которые уже выбраны);
3. Выбрать из этих точек следующий центроид так, чтобы вероятность выбора точки была пропорциональна вычисленному для неё квадрату расстояния. При выборе каждого следующего центроида специально следить за тем, чтобы он не совпал с одной из уже выбранных в качестве центроидов точек, не нужно, так как вероятность повторного выбора некоторой точки равна 0;
4. Повторять шаги 2 и 3 до тех пор, пока не будут найдены все необходимые центроиды.

Следующим действием визуализируется результат применения предыдущего метода, чтобы получить наглядное представление о результате (рис. 2):

Метод k -средних

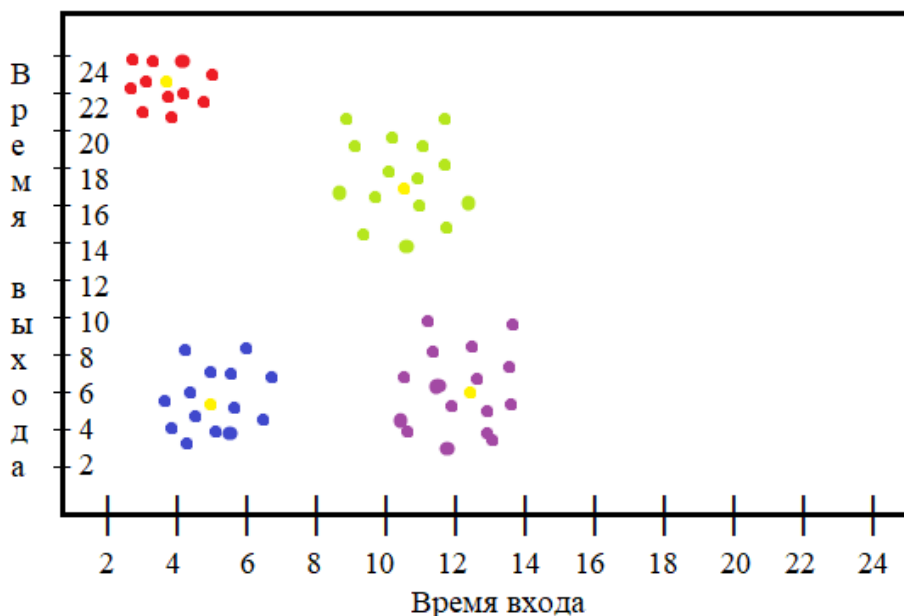


Рис. 2. Визуализация результата применения метода k -средних

На получившейся визуализации работы метода видно несколько групп, обозначенных разным цветом (красный, синий, зелёный, фиолетовый) и их центроиды (жёлтый). Каждая из точек является сочетанием таких данных, как время входа и время выхода сотрудника. Теперь становится возможным составление нового расписания рабочего дня или перетасовка сотрудников по их рабочим качествам с применением полученной информации. В полученном результате есть одна проблема, которую нужно принимать во внимание. В

одинаковые группы попадут и те сотрудники, чьи время входа и выхода зеркальны друг к другу или близки к этому. Однако это может быть удобно, если требуется выявить сотрудников, которые могут сменять друг друга, например, если один должен работать в день, а другой в ночь. По этой причине необходима дальнейшая обработка полученных данных, но уже отдельно для каждого кластера.

Подобное применение методов кластеризации данных, полученных с СКУД, ранее не применялось с такой целью. Оно может стать новшеством, которое позволит как улучшить положение сотрудников, так и дать управляющим лицам компаний инструмент для анализа с дальнейшим формированием оптимального решения.

Применение методов кластеризации возможно для любых данных с любым количеством параметров, но с их увеличением могут потребоваться и иные методы, помимо рассмотренного в рамках данного доклада. Текущий итог служит вариативным инструментом для обработки данных и составления или корректировки графика работы сотрудников. Дальнейшее использование данного и других методов с применением нейронных сетей позволит создать систему генерации решений.

Список используемых источников:

1. Saumya S, Smriti S. Review of Clustering Techniques in Control System. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/342617227_Review_of_Clustering_Techniques_in_Control_System (дата обращения: 27.10.2023).

2. Козлов А.Е. Система контроля и управления доступом на предприятие: понятие, характеристика и основные требования. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2019. С. 42-47.

3. Edy U., Endro J.S., S.K. Gunawan V. K-Means Clustering Optimization Using the Elbow Method and Early Centroid Determination Based on Mean and Median Formula. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/346349075_K-Means_Clustering_Optimization_Using_the_Elbow_Method_and_Early_Centroid_Determination_Based_on_Mean_and_Median_Formula (дата обращения: 27.10.2023).

4. Arthur D., Sergei V. k-means++: The advantages of careful seeding. In SODA. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/220778887_K-Means_The_Advantages_of_Careful_Seeding (дата обращения: 27.10.2023).

5. Ailon N., Jaiswal R., Claire M. Streaming k-means approximation. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/221617744_Streaming_k-means_approximation (дата обращения: 27.10.2023).

6. Arthur D., Sergei V. How slow is the k-means method? [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/279584158_How_slow_is_the_k-means_method (дата обращения: 27.10.2023).

7. Paul S.B., Usama M.F., Cory A.R. Scaling Clustering Algorithms to Large Databases. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/2818756_Scaling_Clustering_Algorithms_to_Large_Databases (дата обращения: 27.10.2023).

8. Erica K. Clustering Algorithms for Spatial Databases: A Survey. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/2356154_Clustering_Algorithms_for_Spatial_Databases_A_Survey (дата обращения: 27.10.2023).

Krivolapov D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Using clustering methods for data processing of access control and management systems. In the modern world, companies often start trying out new work schedules for employees of their companies. With the increasing development of technology, it becomes easier to apply mathematical and digital methods of collecting, processing and displaying information. To help in drawing up optimal graphs, there are clustering methods that can work with data from access control and management systems.

Key words: Machine learning, clustering, electronic time tracking, data processing, ACS.

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

МЕТОД СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

В. А. Летучий

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

Рассмотрение инновационных подходов и технологий для создания виртуальных отражений реальных объектов и процессов, позволяющие точно моделировать, собирать статистику и оптимизировать производственные операции.

цифровой двойник, киберфизические системы, оптимизация, синхронизация данных, репрезентация

Цифровой двойник – это визуальное представление физического продукта, содержащего информацию об указанном продукте, с его характеристиками в области управления жизненным циклом [1].

Он может быть создан с разной степенью детализации и точности. Этот концепт обеспечивает нас обширными данными и информацией о физических системах. Важно отметить, что цифровой двойник может быть либо высоко детализированным и максимально точным, то есть в точности повторять каждый элемент физической системы, либо абстрагированным, фокусируясь только на наиболее важных параметрах и показателях.

Процесс сбора данных для создания цифрового двойника часто включает в себя использование разнообразных сенсоров и устройств Интернета вещей (IoT). Например, температурные сенсоры могут предоставлять информацию о температурных условиях в различных частях производственной системы, а камеры могут предоставить визуальное представление текущего состояния системы.

Данные, собранные с помощью сенсоров, подвергаются обработке с использованием алгоритмов машинного обучения и методов компьютерного зрения. На основе этих данных создается виртуальная трехмерная или абстрактная модель системы, которая может быть либо точной копией реальной системы, либо приближенной к её ключевым характеристикам.

Цифровой двойник может быть визуализирован с использованием специализированных программ, что предоставляет операторам возможность наблюдать за состоянием системы в реальном времени. Визуализация позволяет увидеть, как изменения в физической системе могут повлиять на производственные процессы и, таким образом, способствует более эффективному управлению и оптимизации системы.

Создание цифровых двойников — это сложный и многокомпонентный процесс, требующий различных методов и технологий. Более подробное описание ключевых этапов:

- Сбор данных;

Собранные данные могут включать информацию о температуре, давлении, влажности, вибрациях, а также информацию о положении и состоянии оборудования. Эти данные передаются системам сбора и хранения данных для последующей обработки.

- Обработка данных;

Данные проходят через процесс обработки, включающий фильтрацию, сжатие, фильтрацию шума и коррекцию ошибок. Это позволяет улучшить качество данных и подготовить их для дальнейшего анализа.

- Моделирование;

Обработанные данные используются для создания цифровой модели системы. В трехмерных моделях точно воссоздаются геометрия и расположение компонентов, в то время как абстрактные модели фокусируются на ключевых параметрах и динамике системы.

- Визуализация.

Визуализация цифрового двойника обычно реализуется с помощью специализированных ПО, включающего в себя трехмерные графику, диаграммы и графики. Это позволяет операторам мониторить состояние системы и проводить анализ данных.

Цифровые двойники разбиты на несколько классов:

- цифровой двойник-прототип (Digital Twin Prototype — DTP) — полное определение физического объекта, достаточное для его создания, которое содержит: полностью аннотированные 3D-модели, спецификации, описание технологии производства и информацию по эксплуатации и обслуживанию;

- цифровой двойник-экземпляр (Digital Twin Instance — DTI) — цифровой двойник конкретного экземпляра продукта после его изготовления, с которым он остается связанным на протяжении всего жизненного цикла изделия; помимо информационных наборов, необходимых для DTP, в DTI содержится информация о сервисных операциях и испытаниях, а также геометрических допусках и параметрах конкретного изделия; эта информация, а также актуальные данные, поступающие с датчиков, накапливаются и могут использоваться для предсказания будущего поведения данного экземпляра[2].

Цифровые двойники нашли широкое применение в пространственно-распределенных киберфизических системах, принося значительные преимущества:

Мониторинг и управление: Цифровые двойники позволяют операторам систем мониторить состояние в реальном времени, даже если физические компоненты распределены по большим расстояниям. Операторы могут наблюдать изменения и реагировать на них быстро.

Планирование и оптимизация: Цифровые двойники используются для проведения симуляций и анализа производственных процессов. Это помогает оптимизировать использование ресурсов, снизить затраты и улучшить производительность.

Обучение и тренинг: Цифровые двойники предоставляют удобную среду для обучения персонала. Операторы могут проводить тренинги, практиковаться и учиться, минимизируя риски, связанные с работой с реальными системами.

Предупреждение аварий: Цифровые двойники могут быть использованы для прогнозирования потенциальных аварий и сбоев в системе. Алгоритмы машинного обучения позволяют выявлять аномалии и предупреждать о них до того, как они могут повлиять на производство.

Цифровые двойники не только оптимизируют управление и позволяют предсказывать потенциальные проблемы, но и способствуют улучшению производственных процессов и обеспечивают более эффективное использование ресурсов. Они становятся неотъемлемой частью современных пространственно-распределенных киберфизических систем, повышая их надежность и конкурентоспособность.

Помимо преимуществ, существуют и сложности при создании цифровых двойников в пространственно-распределенных киберфизических системах. Сбор данных из различных узлов системы может быть сложной задачей. Передача данных используя интернет также может привести к задержкам и потерям информации. Обработка большого объема данных также может потребовать значительных вычислительных ресурсов.

Очень важным аспектом управления пространственно-распределенными системами является синхронизация и координация действий между разными компонентами системы. Это требует разработки сложных алгоритмов и систем управления. Защита цифровых двойников от кибератак и несанкционированного доступа к ним критически важна. Безопасность данных и сетей, используемых для создания и обновления цифровых двойников, является ключевым аспектом.

Системы, для которых создаются цифровые двойники, могут изменяться с течением времени, и цифровой двойник должен быть актуальным и соответствовать реальной системе. Обновление и согласование двойника с физической системой требует тщательного планирования и управления.

Цифровые двойники представляют собой активно развивающуюся область и имеют потенциал изменить облик промышленности в будущем. Взглянем на некоторые направления и тренды, связанные с будущим цифровых двойников.

Использование искусственного интеллекта в комбинации с цифровыми двойниками может значительно улучшить способность системы предсказывать и реагировать на изменения.

Технологии AR и VR могут быть использованы для создания более интерактивных и интуитивных интерфейсов для взаимодействия с цифровыми двойниками.

Развитие IoT устройств способствует более плотному и непрерывному сбору данных, что улучшает точность и реакцию цифровых двойников.

Блокчейн-технология может быть использована для обеспечения безопасности и целостности данных в цифровых двойниках.

Важно отметить, что цифровые двойники открывают перспективы для дальнейших инноваций и развития в промышленности. Возможности этой технологии расширяются, и будущее обещает еще более широкий спектр применений, а также новые уровни оптимизации и автоматизации в производственных системах. Это может привести к более устойчивой и интеллектуальной инфраструктуре в различных секторах экономики, что в свою очередь способствует развитию и совершенствованию производства и обслуживания киберфизических систем.

Список используемых источников:

1. В.Н. Шведенко, А.Е. Мозохин Применение концепции цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем / В.Н. Шведенко, А.Е. Мозохин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики / – Санкт-Петербург, 2020. – С. 773 - 893.

2. М.В. Царев, Ю.С. Андреев, Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования / М.В. Царев, Ю.С. Андреев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. Т. 64, № 7 / – Санкт-Петербург, 2021. – С.518-530.

Letuchy V.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

A method for creating digital counterparts of spatially distributed cyberphysical production systems.

Consideration of innovative approaches and technologies for creating virtual reflections of real objects and processes that allow you to accurately model, collect statistics and optimize production operations.

Key words: Digital double, cyberphysical systems, optimization, data synchronization, representation.

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

А. А. Пермяков

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

Современный мир характеризуется увеличением сложности и глобальности организационных и технологических систем. Распределенные организационно-технологические системы и производственные комплексы играют важную роль в различных отраслях, от городского планирования до экологии и транспорта. Однако их эффективное управление и оптимизация требуют новых подходов, способных учитывать пространственные аспекты и визуализировать сложные взаимосвязи. В этом контексте геоинформационное моделирование выделяется как мощный инструмент для анализа и управления данными в пространстве.

геоинформационное моделирование, ГИС, распределенные системы, производственные комплексы, управление, пространственный анализ, геоинформационные данные

Управление в распределенных системах и производственных комплексах представляет собой сложную задачу, так как существуют ряд вызовов и сложностей. Прозрачность и единообразие в распределенных системах могут быть проблемой, так как несколько компонентов могут работать независимо, их интеграция и создание общего интерфейса для пользователя требует внимательного управления. Сетевые задержки и надежность соединений могут влиять на производительность и доступность системы. Безопасность и конфиденциальность данных также требуют постоянного управления для предотвращения угроз и утечек информации. Согласование и управление транзакциями в распределенных системах представляют техническую сложность, особенно при работе с большими объемами данных. [1]

Кроме того, управление производственными комплексами также сталкивается с уникальными вызовами, такими как оптимизация производственных процессов, управление ресурсами и инфраструктурой, а также поддержка сотрудничества и взаимодействия между различными производственными единицами.

Все эти сложности требуют внимательного управления и применения соответствующих стратегий, чтобы обеспечить эффективное функционирование и управление в распределенных системах и производственных комплексах.

Интеграция геоинформационных данных с данными организационных и технологических систем представляет собой важную практику, которая позволяет организациям объединить пространственную информацию с информацией о своей деятельности. Это создает возможность для более

глубокого понимания процессов и взаимосвязей внутри организации, а также с окружающей средой. Интеграция данных может включать в себя соединение геоданных, таких как карты и географические информационные системы (ГИС), с данными о клиентах, поставщиках, складах и транспортных маршрутах. Это позволяет эффективнее управлять логистикой, мониторить ресурсы и оптимизировать поставки. Геоинформационная интеграция также полезна для планирования развития и размещения объектов и инфраструктуры, что помогает улучшить эффективность и снизить издержки.

Моделирование сетевых взаимосвязей и логистики является важным инструментом в управлении распределенными системами и производственными комплексами. С использованием математических и компьютерных моделей организации могут более точно анализировать и оптимизировать потоки материалов, информации и ресурсов. Это включает в себя оптимизацию транспортных сетей, коммуникационных инфраструктур, управление поставками и складским хранением. Моделирование логистики помогает снизить издержки и улучшить обслуживание клиентов.

Пространственный анализ и оптимизация в контексте геоинформационного моделирования позволяют организациям более глубоко изучать влияние географических факторов на их процессы и решения. Анализ географических данных помогает выявлять паттерны и тенденции, оптимизировать маршруты, планировать использование ресурсов и управлять рисками. Оптимизация включает в себя поиск оптимальных решений с учетом различных ограничений и целей, что способствует увеличению эффективности и принятию более обоснованных решений. Все эти аспекты играют важную роль в управлении распределенными системами и производственными комплексами, помогая им быть более эффективными и конкурентоспособными.

Оптимизация местоположения производственных объектов, мониторинг и управление ресурсами, анализ экологических и геологических данных играют важную роль в управлении производственными комплексами и распределенными системами. [2]

Процесс оптимизации местоположения производственных объектов начинается с выбора наилучших мест для размещения заводов, складов, офисов и других производственных сооружений. Этот выбор основан на анализе различных факторов, таких как логистика, доступность ресурсов, рынки сбыта, экологические и геологические условия, а также законодательные ограничения. Правильное местоположение может существенно повысить эффективность и экономическую выгоду комплексов, позволяя сократить затраты на транспортировку, обеспечить доступ к рынкам и ресурсам, а также учесть экологические и геологические риски.

Мониторинг и управление ресурсами включают в себя наблюдение и контроль за использованием различных ресурсов, таких как энергия, сырье, вода, трудовые ресурсы и финансовые средства. Мониторинг ресурсов

позволяет организациям отслеживать расходы и эффективность использования в реальном времени, что помогает выявлять проблемы и оптимизировать процессы. Управление ресурсами включает в себя принятие мер для оптимизации использования ресурсов, сокращения потерь и повышения общей эффективности.

Для учета и управления окружающей средой и связанными с этим рисками необходим анализ экологических и геологических данных. Экологические данные включают в себя информацию о воздействии производственных процессов на природную среду, включая выбросы и сбросы. Геологические данные включают в себя информацию о геологических характеристиках месторасположения комплексов. Анализ этих данных позволяет активно управлять рисками, соблюдать экологические стандарты и обеспечивать устойчивость бизнеса, что важно в современных производственных комплексах. Все эти аспекты взаимосвязаны и важны для обеспечения эффективной и устойчивой работы производственных комплексов. [3]

Геоинформационное моделирование предоставляет организациям целый ряд преимуществ. Важнейшие из них включают в себя способность получить пространственное понимание, что позволяет анализировать явления в географическом контексте. Это важно для принятия обоснованных решений в областях, таких как урбанистика, экология, транспорт и сельское хозяйство. Моделирование также способствует оптимизации использования ресурсов, что важно для устойчивого управления и сокращения негативного воздействия на окружающую среду.

Геоинформационное моделирование способствует улучшению логистики и транспорта, что позволяет оптимизировать маршруты, управлять логистикой и сокращать время доставки. Кроме того, оно оказывает помощь в планировании и управлении кризисными ситуациями, предупреждая от последствий природных катастроф и пандемий.

Однако его внедрение также сопряжено с вызовами и ограничениями. Сбор, обработка и анализ геоинформационных данных могут быть сложными и требовать высокой квалификации специалистов. Затраты на инфраструктуру и обучение персонала могут оказаться значительными. Интеграция существующих систем и обеспечение безопасности данных также представляют собой вызовы. Правовые и этические вопросы, такие как приватность данных, также требуют внимания.

В будущем геоинформационное моделирование ожидается продолжит развиваться и находить новые области применения. Оно будет становиться более доступным благодаря развитию технологий сбора и обработки геоданных. Перспективы включают в себя более широкое использование в умных городах, где геоинформационное моделирование поможет оптимизировать урбанистическое планирование и управление ресурсами. Также ожидается расширение его применения в экологических и

климатических исследованиях, а также в сферах транспорта и логистики. Важными направлениями будут развитие более точных и реалистичных моделей, улучшение алгоритмов анализа и визуализации данных, а также решение проблемы защиты данных и приватности.

Список используемых источников:

1. Таненбаум Э., ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2003..
2. Longley, Paul A.; Goodchild, Michael F.; Maguire, David J.; Rhind, David W. Geographic Information Systems & Science (3rd ed.). Wiley, 2011.
3. Капралов Е., Кошкарев А., Тикунов В., Лурье И., Семин В., Серапинас Б., Сидоренко В., Симонов А. Геоинформатика. М.: Academia, 2010.

Permyakov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Geoinformation modeling of distributed systems and production complexes.

The modern world is characterized by an increase in the complexity and global nature of organizational and technological systems. Distributed organizational and technological systems and production complexes play a crucial role in various industries, from urban planning to ecology and transportation. However, their effective management and optimization require new approaches capable of considering spatial aspects and visualizing complex relationships. In this context, geospatial modeling stands out as a powerful tool for spatial data analysis and management.

Key words: Geospatial modeling, GIS, distributed systems, production complexes, management, spatial analysis, geospatial data.

УДК 004
ГРНТИ 20.15.13

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ПРИ СОЗДАНИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д. Г. Попугаев, А. П. Шабанов

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

В настоящей статье рассматривается перспективное применение технологии блокчейн для дополнения единого информационного пространства виртуального предприятия. Анализируются преимущества блокчейна в сфере виртуального предприятия, его влияние на обеспечение безопасности данных, прозрачность бизнес-процессов и повышение эффективности управления.

открытая цифровая экосистема, единое киберпространство, блокчейн, распределенные базы данных, веб-API

В современном мире, где виртуальные предприятия становятся неотъемлемой частью бизнес-среды, вопросы эффективного управления информацией и обеспечения безопасности данных приобретают особую важность. В этом контексте технология блокчейн, изначально созданная для обеспечения децентрализованных и надежных транзакций в криптовалютной среде, приобретает новое измерение в контексте виртуальных предприятий. Сегодняшний бизнес требует не только высокой эффективности и оперативности, но также непреложной безопасности данных. Виртуальные предприятия, оперирующие в цифровой среде, подвергаются различным рискам, связанным с хранением, передачей и обработкой информации. Традиционные методы обеспечения безопасности и управления данными сталкиваются с вызовами, которые подчеркивают необходимость инновационных подходов [1-2].

Единое информационное пространство (ЕИП) представляет собой интегрированную среду, где различные данные и информационные ресурсы виртуального предприятия объединены и доступны для всех участников. Это концепция, направленная на создание единого и унифицированного доступа к информации, позволяющего улучшить взаимодействие между различными системами и субъектами в рамках предприятия.

ЕИП включает в себя разнообразные виды данных, начиная от оперативных и финансовых до аналитических и стратегических. Важной характеристикой является его способность обеспечивать высокий уровень безопасности, целостности и прозрачности данных, основанных на технологии блокчейн. Распределенные базы данных, используемые в рамках ЕИП, обеспечивают децентрализованный доступ к информации, устойчивость к изменениям и снижение рисков, связанных с централизованными системами

[2]. В результате, ЕИП становится фундаментальным элементом для оптимизации бизнес-процессов, повышения эффективности и обеспечения согласованного принятия решений в виртуальных предприятиях (рис.1).

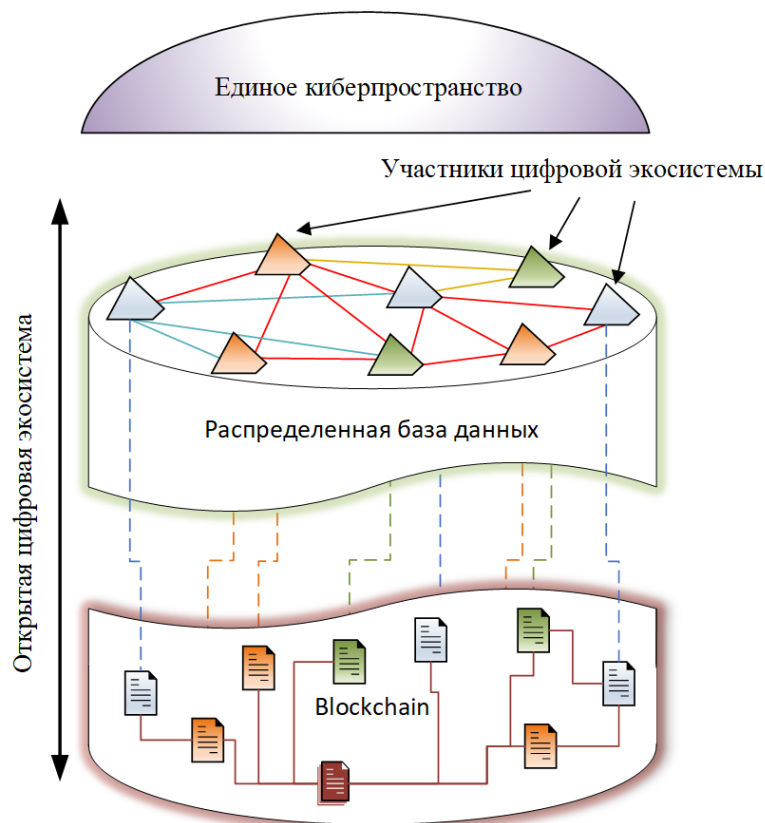


Рис. 1. Концепция единого киберпространства и открытой цифровой экосистемы

Технология блокчейн строится на трёх основных принципах:

1. Децентрализация – в контексте блокчейна означает отсутствие центрального контроля или управления системой. Вместо этого, участники сети имеют равные права и возможность влиять на принятие решений. Блокчейн распределен по множеству узлов в сети, каждый из которых хранит копию всей цепочки блоков. Это обеспечивает устойчивость к централизованному контролю и повышает безопасность, поскольку не существует единой точки отказа.

2. Консенсус – в блокчейне означает достижение единого мнения среди участников сети относительно состояния блокчейна. При каждом обновлении блокчейна участники сети должны достичь согласия по вопросу о том, какие транзакции будут добавлены в блок и как блок будет добавлен к цепочке. Механизмы консенсуса обеспечивают согласованность данных и предотвращают манипуляции со стороны злоумышленников.

3. Безопасность и надежность смарт-контрактов. Смарт-контракты – представляют программы, написанные на языке программирования, которые автоматизируют и контролируют выполнение соглашений между

участниками блокчейн-сети. Смарт-контракты автоматически выполняют условия, определенные в коде, без необходимости доверия третьей стороне, повышают прозрачность и эффективность бизнес-процессов. Сам принцип безопасности и надежности зависит от данного контракта и от уровня внимания при его разработке. Блокчейн как технология обеспечивает безопасность и надежность сети в целом, но смарт-контракты, создаваемые на этой основе, должны быть разработаны с учетом всех возможных сценариев и уязвимостей [3].

Принцип децентрализации обеспечивает отсутствие центральной системы управления, позволяя всем участникам какой-либо ЕИП взаимодействовать с ней и вносить изменения. Изменения вносятся за счёт консенсуса, то есть второго принципа блокчейна, именно он позволяет обосновать принцип безопасности и надежности смарт-контрактов. Сами смарт-контракты, хотя и не являются принципом блокчейна, являются важной частью его функционала. Они представляют собой соглашения, автоматизированные и контролируемые кодом, что добавляет уровень автоматизации и эффективности. Вопрос об их качестве связан с их реализацией за счет особенностей блокчейна и зависит от самого смарт-контракта и внимательности при его разработке.



Рис. 2. Модель исполнения смарт-контрактов на базе .NET

Реализация технологии блокчейн на языке программирования С# с веб-API добавляет возможности в области взаимодействия с внешними системами, обеспечивая дополнительные возможности интеграции в существующие веб-сервисы (рис. 2). Реализация веб-API на основе С# следует принципам RESTful архитектуры, что обеспечивает простоту и эффективность взаимодействия. Стандартные HTTP-методы могут быть использованы для выполнения операций чтения, записи и обновления информации в блокчейн архитектуре. С использованием С# и веб-API можно реализовать механизмы аутентификации и авторизации, обеспечивая безопасность доступа к блокчейн-ресурсам, что является критически необходимым для виртуальных

предприятий, где требуется строгий контроль доступа к данным. Стандартные библиотеки языка C# облегчают интеграцию блокчейн-приложений с веб-сервисами для взаимодействия с данными извне. Встроенная поддержка асинхронного программирования обеспечивает эффективную обработку запросов через веб-API блокчейн-приложений, обеспечивая отзывчивость и высокую производительность [4]. Использование веб-API на базе C# расширяет функциональность реализации блокчейна, делая его более доступным и взаимодействующим с другими системами виртуального предприятия.

Внедрение технологии блокчейн обеспечит надёжную поддержку, эффективность и целостность данных открытой цифровой экосистемы в поддержке всего жизненного цикла единого информационного пространства виртуальных предприятий.

Список используемых источников

1. Как блокчейн меняет бизнес и какие ошибки при внедрении и риски стоит учесть / Хабр [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/netologyru/articles/586740/>.
2. Акимов С.В., Верховая Г.В. / Формирование киберсреды виртуальных предприятий // Информация и космос. 2016. № 4. С. 89-95.
3. Блокчейн: как он работает, и почему эта технология изменит мир / Хабр [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/iticapital/articles/340992/>.
4. Создание микросервисов [Текст]. / Ньюмен С. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с.: ил.

Popugaev D., Shabanov A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The use of blockchain technology in creating a single information space of a virtual enterprise.

This article discusses the promising use of blockchain technology to complement the unified information space of a virtual enterprise. The advantages of blockchain in the field of virtual enterprise, its impact on ensuring data security, transparency of business processes and increasing management efficiency are analyzed.

Key words: open digital ecosystem, common cyberspace, blockchain, distributed databases, web-api.

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБЪЕКТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

А. В. Рыбалко

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

Использование современных технологий, таких как цифровые двойники, позволяет компаниям повысить эффективность как производственных, так и управленческих процессов. Цифровой двойник представляет собой виртуальное воплощение физического объекта или процесса, что способствует продвижению предприятий в область высоких технологий. Цифровые двойники предоставляют основу для разработки приложений жизненного цикла, основанных на технологиях Интернета вещей. В данной статье рассматривается концепция цифрового двойника, которая представляет собой важный элемент цифровой трансформации предприятий. Представляются результаты исследования доступных программных решений для создания различных видов цифровых двойников.

цифровой двойник, жизненный цикл, производство, моделирование, индустрия 4.0, программные продукты.

Возникновение концепции “цифровых двойников” вытекает из развития идей “цифрового производства” и Промышленного Интернета Вещей (IIoT). Это понятие впервые появилось в 2003 году в статье профессора Технологического университета Флориды, Майкла Гривза, под названием “Цифровые двойники: достижение в виртуальном производстве”.

В настоящее время множество промышленных отраслей активно собирают данные о производительности своего предприятия. В последние годы цифровая трансформация позволила не только эффективно анализировать накопленную информацию с применением передовых методов аналитики, но также принимать обоснованные решения для оптимизации производства в различных сферах [1].

Термин “цифровой двойник” имеет множество определений, в силу широкого спектра областей, в которых он применяется. В общем понимании, цифровой двойник (Digital Twin) представляет собой сложную цифровую математическую модель, которая имеет определенную степень сходства с реальным объектом, производством, материалом или конструкцией. Чаще всего он описывается трехмерными нестационарными нелинейными уравнениями. Степень сходства измеряется в терминах адекватности, и в случае цифровых двойников разница между физическими и виртуальными результатами должна составлять не более 5%. В противном случае такой объект будет классифицироваться как модель, макет или прототип. Этот критерий представляет собой одну из важнейших характеристик, которые

определяют условия применения и преимущества цифровых двойников по сравнению с другими информационными моделями.

Цифровой двойник должен отвечать на такие вопросы: “Где следует разместить датчики?” и “Какие характеристики следует измерять?”. Это означает, что он должен указать критические области, в которых необходимо устанавливать датчики, а также определить важные параметры для измерения, такие как деформации, температура, давление и так далее. Затем он должен обеспечить хранение, обработку, передачу и защиту больших объемов информации (Big Data).

Более того, цифровой двойник не только позволяет адекватно моделировать поведение реальных объектов и продуктов в разных режимах работы, включая нормальные условия, отклонения от нормы и аварийные ситуации, но также с высокой точностью способен предсказывать разнообразные сценарии, включая их различные комбинации. В результате цифровой двойник обладает значительным потенциалом в предсказании, в отличие от множества обычных датчиков, которые просто регистрируют прошедшие события и не способны предсказывать сложные явления и ситуации [2].

Развитие технологий Интернета вещей (IoT), анализа больших данных (Big Data), облачных вычислений и искусственного интеллекта (ИИ) предоставило возможности различным отраслям промышленности [3].

Как показано на рис. 1, количество устройств, подключенных к Интернету вещей, продолжает расти с каждым годом. Этот рост приводит к значительному увеличению объема сгенерированных данных, и по оценкам, к 2020 году этот объем уже превысил 40 зеттабайт.



Рис. 1. Информационные технологии и их применение

В производственной среде понятие больших данных охватывает обширный объем структурированных, полуструктурированных и неструктурированных данных, непрерывно генерируемых на всех этапах жизненного цикла продукта. С использованием анализа больших данных, основанного на облачных вычислениях, производители могут выявлять уязвимости в производственных процессах, анализировать их причины и разрабатывать стратегии для решения выявленных проблем. Это ведет к улучшению производственных процессов с целью повышения общей производительности и делает производство более конкурентоспособным.

Рынок программного обеспечения проектирования и функционирования цифровых двойников насыщен предложениями различных разработчиков. Существуют как максимально универсализированные, так и имеющие выраженную отраслевую специализацию программные продукты. Отдельное внимание заслуживают программы, предназначенные для моделирования жизненного цикла и создания цифровых аватаров.

Следует подчеркнуть, что разработка и совершенствование программного обеспечения для цифрового моделирования опирается на программные комплексы, которые являются основой для внедрения цифровых технологий, уже широко применяемых на практике. Эти технологии включают в себя облачные вычисления, сбор и обработку больших данных и многое другое.

Обзор и краткая характеристика программных продуктов (программных комплексов) для проектирования и создания цифровых двойников изделий, объектов, систем представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Краткая характеристика программных продуктов создания цифровых двойников

Название	Характеристика
Ansys Twin Builder	Ansys Twin Builder позволяет быстро и просто разрабатывать системы, сочетая возможности создания многодоменных моделей систем с обширными библиотеками 0D - элементов для разных областей применения, 3D - решениями и моделями пониженного порядка (ROM). Данное решение включает в себя широкий набор функций для создания виртуальных прототипов реальных крупномасштабных систем, позволяя сочетать предустановленные базовые и отраслевые библиотеки компонентов с пользовательскими. Модели можно создавать как на общепринятых языках программирования (например, C/C++), так и на стандартных языках моделирования. [4].
COMSOL Multiphysics	С помощью платформы COMSOL Multiphysics можно анализировать как отдельные, так и взаимосвязанные физические процессы. Среда разработки моделей, которая позволяет пройти все этапы от построения геометрической модели, задания свойств материалов и описания физики задачи до решения и визуализации результатов моделирования. Имеется возможность дополнять возможности программного пакета COMSOL Multiphysics модулями. Они открывают доступ к дополнительным специализированным инструментам, но при этом доступны в едином пользовательском интерфейсе и совместно функционируют как единое целое вне зависимости от того, какие физические явления моделируются [5].
Altair: One Total Twin platform	На этапе подготовки к производству Altair предлагает наборы инструментов для цифровых двойников, которые охватывают системные требования, разработку, проверку, прогнозирование производительности в реальных условиях, оптимизированную разработку продуктов и многое другое. Это позволяет проектировать, анализировать и оптимизировать системы без дорогостоящих натуральных прототипов. В единой среде возможно объединить мультифизическое моделирование с передовыми

	возможностями высокопроизводительных вычислений, искусственного интеллекта и анализа данных [6].
Microsoft: Azure Digital Twins	Azure Digital Twins – это предложение "платформа как услуга" (PaaS), которое позволяет создавать графы двойников на основе цифровых моделей комплексных сред, которыми могут быть здания, фабрики, фермы, энергосистемы, железные дороги, стадионы и даже целые города. Эти цифровые модели можно использовать для получения аналитических сведений, позволяющих улучшать продукты, оптимизировать операции, сокращать расходы и повышать эффективность работы с клиентами [7].
PlantSight	Объединяет 1D, 2D и 3D-данные в единую визуальную копию актива. Кодовые метки являются связующим звеном между различными типами данных и обеспечивают их целостность. Этот просмотр предоставляется пользователям через веб-браузер, что упрощает доступ из офиса или с планшета, подключенного к сети, на самом предприятии. Доступ к облаку означает, что проверенные данные доступны всем авторизованным инженерам и операторам, независимо от их физического местонахождения. Это оптимизирует совместную работу как на местах, так и с внешними экспертами для оценки и выработки стратегии решения проблем. Цифровой двойник может обновляться в режиме реального времени данными с датчиков, находящихся на предприятии, через промышленный Интернет вещей (IIoT). Все это позволяет принимать взвешенные решения, основанные на фактах.

Проведённая краткая характеристика программных продуктов создания цифровых двойников изделий, объектов, систем позволила сформулировать основные задачи, стоящие перед разработчиками программного обеспечения:

- визуализация инженерных решений, на основе 3D-данных;
- реализация простоты понимания полученных данных, с выделением оценки их влияния на технические системы, производственные процессы как в контексте технологии, так и на уровне предприятия;
- выстраивание профессиональной коммуникации разработчиков, пользователей с инструментарием выработки консенсусных решений;
- обеспечение высокого уровня обоснованности проектных решений.

В ходе исследования были выявлены некоторые технические ограничения, трудности создания современного программного обеспечения разработки и функционирования цифровых двойников:

- отсутствие достоверных больших данных;
- низкий уровень структурированности больших данных;
- большие размеры файлов данных.

Рассматривая применение цифровых двойников и их программное обеспечение, следует отметить, что в России существуют отечественные цифровые платформы для разработки и функционирования цифровых двойников. Примерами российских компаний, занимающимися разработкой программного обеспечения в сфере создания цифровых двойников, могут служить:

– СКБ Контур. Компания СКБ Контур предлагает решения для создания цифровых двойников в различных отраслях, включая городское планирование и управление инфраструктурой. Эти решения могут помочь организациям и государственным учреждениям эффективнее управлять своей инфраструктурой и ресурсами.

– ЭЛОКОН. Компания ЭЛОКОН специализируется на разработке систем для мониторинга и управления оборудованием в промышленности. Их продукты включают решения для создания цифровых двойников и оптимизации производственных процессов, что помогает компаниям повышать эффективность и снижать издержки.

Список используемых источников:

1. Michael W. Grieves Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication, [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 10.10.2023).

2) «Государство как платформа: люди и технологии» (РАНХиГС, Москва, 2019. – 112 с.), [Электронный ресурс]. URL: <https://technet-nti.ru/news/6852> (дата обращения: 10.10.2023).

3) . F. Tao, J. Cheng, Q. Qi, M. Zhang, H. Zhang, F. Sui: “Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data,” [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/262056561_IoT-Based_Intelligent_Perception_and_Access_of_Manufacturing_Resource_Toward_Cloud_Manufacturing (дата обращения: 12.10.2023).

4) Ansys twin builder / Официальный сайт компании Ansys engineering modelin. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ansys.com/content/dam/product/digital-twin/twin-builder/ansys-twin-builder-technical-datasheet.pdf> (дата обращения: 15.10.2023).

5) Официальный сайт производителя программного обеспечения «COMSOL». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.comsol.ru/comsol-multiphysics> (дата обращения: 16.10.2023).

6) Официальный сайт компании «Cision». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/altair-presents-open-flexible-and-scalable-total-digital-twin-solution-301639251.html> (дата обращения: 17.10.2023)

7) What is Azure Digital Twins? / Microsoft Learn official site. [Электронный ресурс]. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/digital-twins/overview> (дата обращения: 18.10.2023).

Rybalko A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Comparative analysis of software solutions for digital twins of objects and technologies. The use of modern technologies, such as digital twins, allows companies to increase the efficiency of both production and management processes. A digital twin is a virtual embodiment of a physical object or process that helps advance high-tech businesses. Digital twins provide a framework for developing lifecycle applications based on Internet technologies. This article introduces the concept of the twin, which is an important element of digital transformation of enterprises. The results of a study of available software solutions for creating different types of digital twins are presented.

Key words: *digital twin, life cycle, production, modeling, industry 4.0, software products.*

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ПОДХОДЫ К ДОСТИЖЕНИЮ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

А. Ю. Суетин

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

Функциональная совместимость в распределенных системах управления представляет собой важный аспект, неотъемлемый для эффективной интеграции и управления в сложных средах. Применение специальных подходов или архитектур позволит обеспечить интеграцию разнородных компонентов, повышение эффективности управления, переиспользование ресурсов, расширение функциональности, снижение рисков и обеспечение масштабируемости.

Киберсреды, киберфизические системы, интероперабельность, подходы обеспечения интероперабельности

Киберфизические системы позволяют объединить физические и виртуальные сущности, что обеспечивает возможность непрерывного получения информации из внешней среды, и интегрировать ее в киберфизические сущности, с помощью использования цифровых двойников.

Виртуализация предприятия позволяет объединения ресурсов различных партнеров в единую систему.

Интероперабельность представляет возможность соединить все описанное выше в общую систему. Она представляет собой обмен информацией между людьми, киберфизическими системами и «умными» заводами посредством Интернета. Важным условием интероперабельности является безошибочная передача данных. В такой системе все элементы связаны друг с другом, и могут функционировать почти независимо от человека.

Для обеспечения интероперабельности были созданы специальные подходы, но они не были связаны в единую формализованную систему. Было выделено 2 основных подхода для внедрения интероперабельности [1]:

1. нисходящий подход, используется, чтобы решить проблему интероперабельности сначала с точки зрения архитектуры системы, а в дальнейшем, для отдельных элементов и процессов системы;

2. восходящий подход – ориентирован на решение проблемы интероперабельности путем принятия конкретных технологий или стандартов формирования, хранения, передачи, обработки и представления информации.

Для обеспечения функциональной совместимости между двумя системами, в контексте государственных и корпоративных организаций, можно использовать методологии Government Interoperability Framework, Enterprise Architecture и Service-Oriented Architecture [2].

Government Interoperability Framework (GIF) — это методология, разработанная для обеспечения интероперабельности между различными системами в государственных организациях. GIF представляет собой совокупность стандартов, правил, принципов и методов, которые помогают гарантировать, что разные системы могут взаимодействовать между собой, обмениваться данными и выполнять совместные задачи.

GIF определяет стандарты и протоколы для обмена данными и взаимодействия между различными системами. Это может включать в себя стандарты для форматов данных, протоколов связи, методов аутентификации и авторизации. Использование общих стандартов позволяет системам понимать и взаимодействовать друг с другом, несмотря на разнообразие технологий и платформ. GIF обеспечивает рамки и методологию для создания согласованных систем и процессов в государственных организациях, что позволяет им эффективно сотрудничать и обмениваться информацией.

Методология Enterprise Architecture (EA) представляет собой систематический и комплексный подход к проектированию, управлению и трансформации организации. EA разрабатывается и применяется для обеспечения согласованности и интеграции бизнес-процессов, информационных систем, технологий и человеческих ресурсов в организации. Цель EA - обеспечить высокую эффективность, управляемость и адаптивность организации, а также улучшить взаимодействие между её различными компонентами.

Основные аспекты методологии EA

1. структурный обзор организации, включая её цели, миссию, стратегию, бизнес-процессы, структуру органов управления и уровни взаимодействия между ними;
2. архитектурные виды, такие как: бизнес-архитектура, информационная архитектура, архитектура приложений и техническая архитектура;
3. моделирование и оптимизация бизнес-процессов организации;
4. моделирование данных и информационных потоков;
5. архитектурные стандарты и рекомендации для разработки и интеграции информационных систем и технологий;
6. аспекты управления рисками и обеспечения безопасности в информационных системах и процессах;
7. создание адаптивных организаций, способных быстро реагировать на изменяющиеся условия рынка и внутренние факторы;
8. вовлечение всех заинтересованных сторон в процесс разработки и применения архитектуры.

Service-Oriented Architecture (SOA) представляет собой архитектурную методологию, ориентированную на создание гибких и масштабируемых информационных систем путем организации функциональности в виде независимых служб. SOA предназначена для упрощения интеграции между различными приложениями и системами, обеспечения переиспользования

функциональности и увеличения агильности организации. В центре SOA находятся службы. Службы представляют собой независимые и автономные компоненты, предоставляющие определенную функциональность. Службы могут быть микросервисами, веб-службами, или другими видами компонентов, в зависимости от контекста. Каждая служба предоставляет четкий интерфейс, через который она может быть вызвана. Службы могут быть переиспользованы в различных приложениях и контекстах. Это способствует сокращению дублирования функциональности и уменьшению затрат на разработку. SOA облегчает интеграцию между различными системами и приложениями, путем создания мостов и адаптеров, способных взаимодействовать с разными технологиями и протоколами.

GIF ориентирована на обеспечение интероперабельности в государственной сфере, EA на управление архитектурой организации в целом, а SOA на создание гибких и масштабируемых информационных систем. В некоторых случаях, эти методологии могут взаимодополнять друг друга, например, применение SOA в рамках EA может способствовать улучшению интероперабельности организации.

В России эталонная модель интероперабельности систем была разработана в Институте радиоэлектроники им. В.А. Котельникова РАН и представлена в отечественном стандарте по интероперабельности – ГОСТ Р 55062-2012 «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения» [3].

В соответствии с данной моделью взаимодействие информационных систем формализуется на трех уровнях:

1. организационный уровень – прагматические аспекты и общие цели взаимодействия различных систем. На этом уровне согласуются глобальные и частные цели обмена информацией между системами. Формализация информационного обмена на данном уровне достигается за счет общих нормативно-правовых документов;

2. семантический уровень – содержательные и смысловые аспекты информационного обмена. Взаимодействие на данном уровне позволяет системам однозначно понимать и достоверно интерпретировать полученную информацию, а также верифицировать, комбинировать и обрабатывать ее;

3. технический уровень – формализует синтаксис и форматы представления информационного обмена, а также протоколы, интерфейсы, стандарты, технические средства и способы, аппаратное и программное обеспечение, используемые при информационном обмене.

В соответствии с вышеуказанными уровнями, различают следующие частные представления единого понятия «интероперабельность»:

1. организационная интероперабельность – способность участвующих в информационном обмене систем достигать общих целей на уровне бизнес-процессов;

2. семантическая интероперабельность – способность любых взаимодействующих в процессе коммуникации информационных систем одинаковым образом понимать смысл информации, которой они обмениваются.

3. техническая интероперабельность – способность к обмену данными между участвующими в обмене системами.

Этот стандарт призван обеспечивать согласованность и стандартизацию в области промышленной автоматизации, что способствует более эффективному использованию информационных систем и улучшению производственных процессов.

Список используемых источников:

1. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. NCOIC, 2008.

2. М. Брауде-Золотарев, Г. Гребнев, Р. Ермаков, Г. Рубанов, Е. Сербина. Совместимость информационных систем // Интероперабельность информационных систем. Сборник материалов. — М.: INFO-FOSS.RU, 2008. — 128 с.

3. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. — М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

Suetin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Approaches to achieving interoperability in distributed control systems.

Functional compatibility in distributed control systems is an important aspect that is essential for effective integration and management in complex environments. The application of special approaches or architectures will enable the integration of heterogeneous components, increased management efficiency, resource reuse, expanded functionality, risk reduction, and scalability assurance.

Key words: Cyber environments, cyber-physical systems, interoperability, approaches to ensuring interoperability.

4.3. Информационные технологии в дизайне

УДК 005:004

ГРНТИ 81.95.33

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОГРАФИКА КАК СПОСОБ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ

Е. П. Бояшова, Д. В. Волошинов, М. В. Мельников

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

Работа посвящена рассмотрению интерактивной инфографики, предоставляющей пользователю возможность влияния на её отображение. В статье рассматриваются особенности интерактивной инфографики как одного из способов представления данных. Уделено внимание аспектам практического применения такого способа подачи информации, проанализированы некоторые примеры из мировой практики.

инфографика, информация, данные, представление данных

В настоящее время развитие информационных технологий приводит к увеличению количества информации, которую необходимо воспринимать. Кроме того, с целью снижения временных затрат на её обработку, а также повышения удобства и эффективности восприятия совершенствуются способы представления данных.

Инфографика представляет собой графический способ подачи информации. Её использование обеспечивает наглядное и гармоничное визуальное представление данных.

По возможностям взаимодействия с наблюдателем различают статичную, динамичную и интерактивную инфографику.

Понятие «интерактивность» означает возможность взаимодействия, наличие обратной связи. Таким образом, можно вывести следующее определение: «интерактивная инфографика – это графический способ подачи информации, обеспечивающий возможность взаимодействия наблюдателя с отображаемыми элементами». Пользователь может выбирать определённые данные из всего множества представленных, изменять их, влиять на отображение инфографики, используя различные способы взаимодействия.

В. Вебер в работе “Interactive information graphics” отмечает, что инфографика считается интерактивной, когда пользователю предоставляется хотя бы один вариант управления отображением [1].

Используя критерий возможности управления, В. Вебер и А. Вензель выделяют три уровня интерактивности: низкий, средний и высокий [2]. Низкий уровень подразумевает лишь навигацию с помощью гиперссылок или кнопок. Высокий уровень предполагает возможность взаимодействия с данными, выбора пути навигации, влияния на содержимое и его изменение.

Исследователями также описывается навигация по инфографике. Различают линейную, нелинейную, а также линейно-нелинейную (смешанную) интерактивность. Они отличаются наличием заранее определённой последовательности восприятия пользователем представленной информации.

Использование интерактивной инфографики – это современный подход к представлению информации. В настоящее время характер взаимодействия пользователей с представленной информацией изменяется. Так, например, Н. Лосева отмечает, что «пользователю важно находиться в коммуникационном взаимодействии с источником» [3].

Отметим, что главным образом интерактивная инфографика находит своё применение на веб-ресурсах, что обусловлено относительной простотой её отображения на различных устройствах без использования специальных приложений, возможностью встраивания инфографики на информационные ресурсы, а также предоставлением доступа к ней широкой общественности. Кроме того, существует ряд онлайн-сервисов, позволяющих создавать такую инфографику на основе имеющихся данных.

Выявляя основные типы интерактивной инфографики в веб-приложениях, В. О. Мошкин и В. В. Лаптев выделяют различные способы взаимодействия с инфографикой: наведение на объект, выбор объекта, прокрутка рабочей области, выбор параметров для фильтрации и др. [4]

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что ключевой особенностью интерактивной инфографики является возможность влияния пользователя на её отображение, что отличает её от статичной и динамичной (анимированной) инфографики. При этом в такой инфографике могут быть использованы различные способы визуализации информации (диаграммы, карты, таймлайны, схемы, сети и др.), она может отличаться по характеру представляемых данных (количественная, пространственная, временная, абстрактная, комбинированная).

Интерактивная инфографика может быть эффективна при отображении соотношения явлений, фактов, предметов в пространстве и во времени. Кроме того, она организует и систематизирует большие объёмы информации, позволяя выбирать необходимые данные из совокупности всех представленных и работать с ними.

Такой способ представления информации применяется в журналистике, образовании, музейной деятельности и других сферах.

Один из примеров интерактивной инфографики представлен на сайте некоммерческой организации Garminder [5]. Скриншот ресурса представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Интерактивная инфографика на сайте Garminder

Пользователь имеет возможность выбора конкретных данных из множества представленных, используя фильтры. Для представления данных использованы графики, пузырьковые диаграммы, гистограммы.

Инфографику “Diversity in Tech” [6] можно считать интерактивной, поскольку наблюдатель имеет возможность изменения отображаемых данных в зависимости от выбранного года, а также их сортировки (рис. 2).

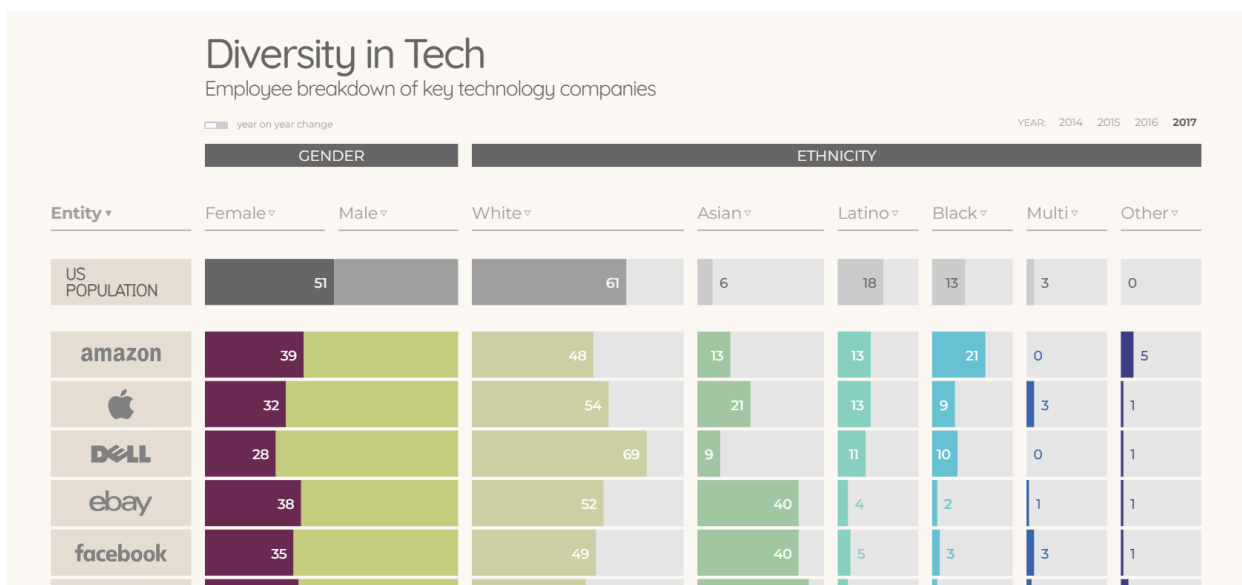


Рис. 2. Инфографика “Diversity in Tech”

На веб-странице «Таймлайн: вся история и культура за 12 веков» [7] размещён интерактивный таймлайн с вертикальной временной шкалой.

Интерактивность заключается в возможности прокрутки страницы и выбора определённых событий нажатием кнопки мыши.

Интерактивная инфографика используется на сайте «РИА Новости» (рис. 3). Один из примеров – «Рейтинг российских регионов по размеру банковских вкладов населения» [8]. Такая инфографика характеризуется низким уровнем интерактивности, обеспечивая взаимодействие только при наведении мыши на элементы, однако выбранный способ представления данных позволяет пользователю выбрать только необходимую информацию по региону, что положительно влияет на удобство восприятия.

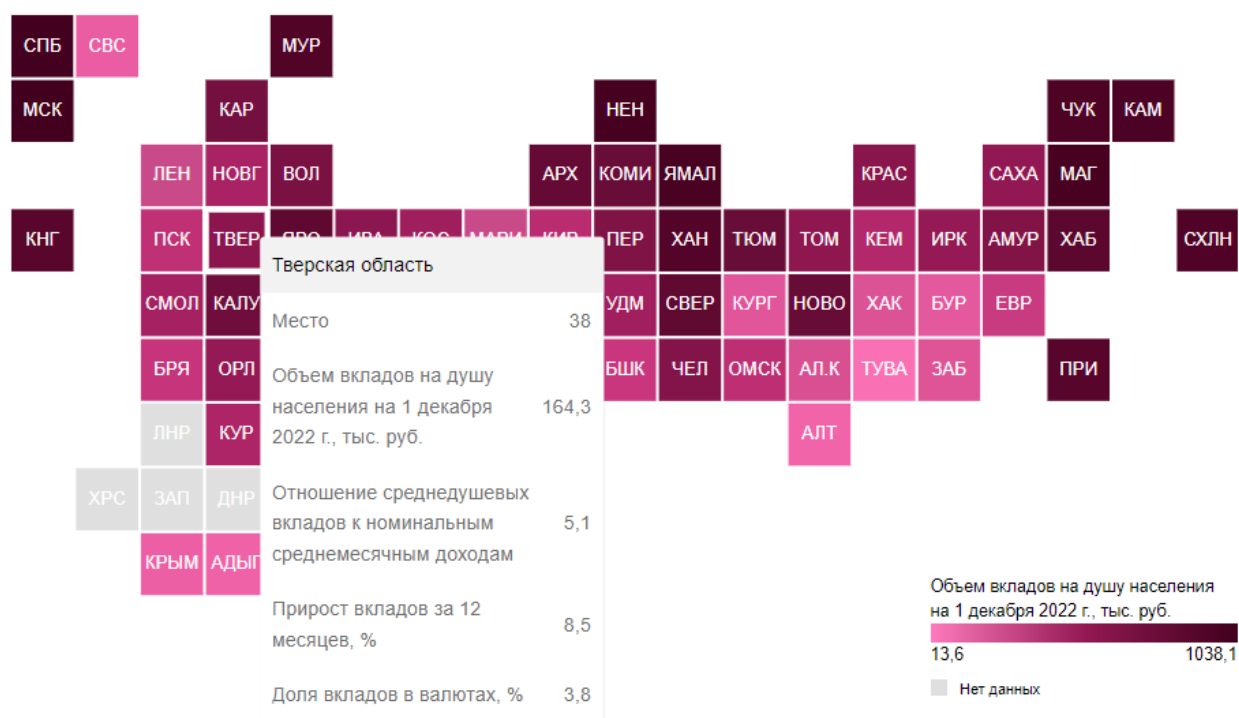


Рис. 3. Инфографика «Рейтинг российских регионов по размеру банковских вкладов населения»

Рассмотренные примеры показывают различный подход дизайнеров и разработчиков к динамическому представлению данных.

Подводя итоги, можно отметить, что интерактивная инфографика обеспечивает возможность влияния пользователя на её отображение, что отличает её от статичной и анимированной инфографики. Главным образом такой способ представления данных используется на веб-ресурсах.

В такой инфографике могут быть использованы различные способы визуализации информации. Кроме того, разные реализации интерактивной подразумевают разные способы взаимодействия с данными и таким образом предоставляют разные уровни интерактивности.

Использование интерактивной инфографики – это современный подход к представлению информации, позволяющий упростить восприятие больших объёмов информации.

Список используемых источников:

1. Weber W. Interactive information graphics // Informaion Design: Research and Practice – Routledge, 2017. P. 243-256.
2. Weber W., Wenzel A. Interaktive Infografiken: Standortbestimmung und Definition // Interaktive Infografiken – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. P. 3–23.
3. Лосева Н. Аудитория новых медиа [Электронный ресурс] // Как новые медиа изменили журналистику 2012—2016. / Под науч. ред. С. Балмаевой и М. Лукиной. Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2016. С. 31–85. URL: <https://media.kg/wp-content/uploads/2016/06/New-Media-2016.pdf> (дата обращения: 10.10.2023).
4. Мошкин В. О., Лаптев В. В. Типологический анализ интерактивной инфографики в веб-приложениях // Неделя науки СПбПУ: материалы науч. конф. с междунар. участием, СПб, 19–24 нояб. 2018 г. СПб: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018. Ч. 2. С. 231–234.
5. Gapminger Tools [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gapminder.org/tools/> (дата обращения: 16.10.2023).
6. Diversity in Tech [Электронный ресурс]. URL: <https://informationisbeautiful.net/visualizations/diversity-in-tech/> (дата обращения: 16.10.2023).
7. Таймлайн: вся история и культура за 12 веков // Arzamas [Электронный ресурс]. URL: <https://arzamas.academy/university/timeline> (дата обращения: 17.10.2023).
8. Рейтинг российских регионов по размеру банковских вкладов населения // РИА Новости [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20230206/vklady-1849155004.html> (дата обращения: 17.10.2023).

Bojashova E., Voloshinov D., Melnikov M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Interactive infographics as a method of dynamic displaying data.

The work is devoted to the consideration of interactive infographics, giving the user the opportunity to influence its display. The article discusses the features of interactive infographics as one of the ways of presenting data. Attention is paid to aspects of the practical application of this method of presenting information, and some examples from world practice are analyzed.

Key words: infographics, virtual reality, information, data, data representation.

УДК 004.89
ГРНТИ 28.23.37

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ЭТНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ КОНЦЕПТОВ ПРИ ПОДСТРОЙКЕ ВЕСОВ МОДЕЛИ ДИФФУЗИОННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ STABLE DIFFUSION

Д. В. Волошинов, Г. А. Урванцев, К. Т. Шарипова

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

В настоящей статье исследуется проблема воспроизводимости этнически сложных черт лица при генерации изображений с использованием алгоритма подстройки весов Low Rank Adaptation. Описаны ограничения в способности технологии адекватно воспроизводить этническую принадлежность исходных концептов. Рассмотрены различные методы улучшения воспроизводимости, которые не привели к улучшению результата. Предложены возможные пути дальнейших исследований в данной области.

современные технологии, машинное обучение, генеративные нейронные сети, генерация изображений, Stable Diffusion, визуальный контент, тонкая настройка, LoRA, этническое разнообразие

В течение всей истории человечества важную роль в его развитии и сохранении культурного наследия играли художники, иллюстраторы и другие деятели визуального искусства. В последнем столетии в связи с продолжительным развитием информационного общества и технологического прогресса наблюдается стабильный рост спроса на графический контент [1]. Изображения используются для различных целей: от выражения эстетических и творческих идей до передачи информации и воздействия на общественное мнение.

Например, в СССР арт-постеры начали использоваться для поддержки идей коммунизма и консолидации общества. С развитием интернета и социальных медиа графическое искусство стало ключевым элементом маркетинговых стратегий. Примером может служить разработка логотипов, дизайна продуктов и брендов, а также визуального контента для рекламы в цифровых компаниях [2]. В связи с этим предъявляются высокие требования к качеству, уникальности и визуальной привлекательности графического контента [3].

Ответом на данную потребность может стать применение генеративных нейронных сетей – перспективный и инновационный подход к созданию графического контента. Разрабатываются инструменты, основанные на алгоритмах глубокого и машинного обучения, которые способны синтезировать высококачественные и уникальные изображения. Такие инструменты могут удовлетворять разнообразные потребности рынка.

На протяжении последнего десятилетия эта область развивается стремительно, лавинообразно наращивая темпы. Начиная с 2021 года особенно заметна тенденция на разработку инструментов на базе нейронных сетей доступных широкому кругу пользователей, таких как: Dall-E, MidJourney, Stable Diffusion, Кандинский, Шедеврум. Отличие данных продуктов от прочих является их доступность, удобство. Одним из заметных проектов стал Stable Diffusion [4], разработанный Stability AI. Этот продукт,

включающий множество технологий, позволяет генерировать изображения на основе текстовых описаний и точно контролировать процесс, настраивая большое число параметров. Более того, важной чертой этого проекта является открытый исходный код, позволяющий свободно внедрять технологию в различные программные продукты и адаптировать её возможности под конкретные задачи.

Например, существуют алгоритмы подстройки весов модели генерации изображений, что позволяет обучить нейронную сеть конкретному стилю, внедрить новые, ранее неизвестные концепты – изображения объектов или даже людей. Это может быть полезно бизнес-проектам, занимающимся разработкой персонализированных продуктов или маркетинговых материалов, направленных на определенную аудиторию, позволяя создавать оригинальный и запоминающийся контент [5, 6].

Интеграция лиц известных личностей и знаменитостей в графический контент стала эффективным способом привлечения внимания и повышения узнаваемости [7]. Использование нейросетей в этой области открывает перспективы для создания рекламных материалов и афиш, способных эффективно коммуницировать с целевой аудиторией.

Существуют различные способы подстройки весов в моделях, используемых Stable Diffusion: уже рассмотренный в предыдущих исследованиях DreamBooth [8], а также более современные и удобные, например, LoRA [9] и LyCORIS [10].

Отличие современных подходов заключается в их архитектуре – они не внедряются в исходную модель, а представляют собой обособленные файлы значительно меньшего размера, содержащие в себе дополнительные веса модели. Благодаря этому, возможно легко регулировать степень их влияния на результат – вес, использовать сразу несколько LoRA в рамках одной генерации, а также за пределами модели, на которой они были обучены.

Данный алгоритм хорошо справляется с запоминанием лиц людей с четко выраженной расовой принадлежностью, например, можно легко воссоздать человека, имеющего европейские черты лица. Однако, как было выявлено в ходе настоящего исследования, наблюдаются значительные трудности с лицами, которые совмещают признаки различных этнических групп. Это может стать серьезным препятствием для использования данной технологии в такой многонациональной стране, как Россия, ввиду большого числа народностей, сочетающих во внешности сложные черты лица.

Была произведена подстройка весов методом LoRA на основе фотографий женщины татаро-узбекского происхождения (далее – объект). Измеримыми показателями результата обучения является качество – точность воспроизводимости объекта, и вариативность – возможность синтезировать объект в нестандартной обстановке с сохранением качества.

Согласно полученным примерам, алгоритм адаптации весов не справился с определением этнической принадлежности объекта. LoRA не создаёт веса с нуля, а основывается на уже существующих концептах, заложенных в модели. В качестве базиса нового концепта при обучении использовались изображения женщин, предположительно южно-азиатского этноса. Такие выводы можно сделать, снизив вес нового концепта, но при этом сохранив влияние обученной

LoRA на генерацию. Также, наблюдаются проблемы с вариативностью концепта.

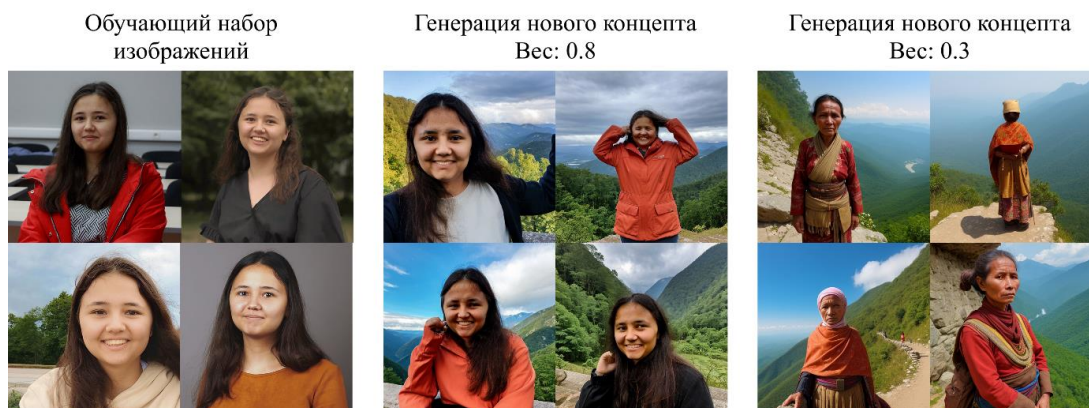


Рис. 1. Пример синтеза изображений объекта

Причиной проблем при обучении может быть цвет кожи объекта, поскольку алгоритм не способен однозначно определить этническую принадлежность, а лишь выделить отдельные черты лица и внешности – признаки. Цвет кожи является сильным признаком, так как частота его использования в обучающем наборе основной модели значительно выше, чем конкретных черт лица. Поэтому, объект обучался на группе нейронов с наиболее сходным цветом кожи и присущих этому цвету черт лица.

В следующих генерациях используются неизменные параметры генерации и семантическая подсказка, изменяются только версии LoRA. Были предприняты следующие попытки улучшить результат обучения:

1) Изменены параметры алгоритма, влияющих на фиксацию концепта. Изначально использовались параметры, сильно закрепляющие концепт, не позволяющие интерпретировать его иначе, чем на фотографиях из обучающего набора изображений. Снижение фиксации могло помочь избежать ассоциации объекта с неверными признаками. Были изменены параметры Network Rank (Dimension) и Network Alpha.

Изменения привели к значительному повышению качества, но вариативность при этом снизилась (рисунок 2). Для дальнейших исследований используется вариант 128/64.

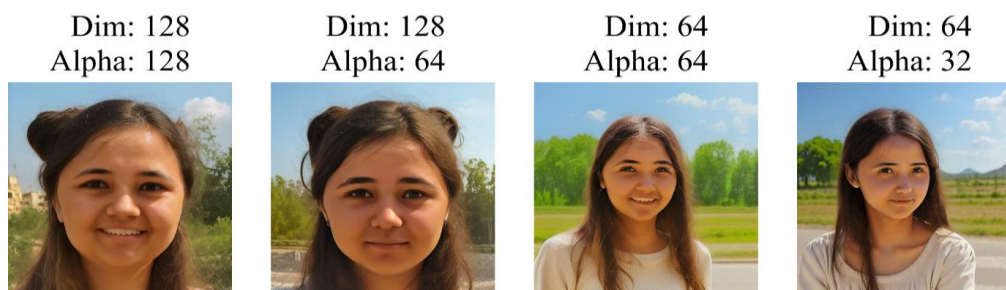


Рис. 2. Влияние параметров обучения на генерацию

2) Использованы регуляризационные изображения. Данный метод позволяет добавить дополнительный слой в процесс обучения LoRA, чтобы избежать переобучения нового концепта. Для этого использовано большое количество синтезированных некачественных фотографий женщин южно-

азиатского этноса. Незначительно повысилось качество и вариативность, но концепт не избавился от влияния нежелательных черт. На рисунке 3 под пунктом 1 представлена генерация до внесения изменений, а под пунктом 2 – после внесения.

3) Использованы методы «зашумления» исходных изображений и отражения их по горизонтали. Такой подход используется для сглаживания несовершенств исходного набора изображений, а также его фиктивного расширения, что должно положительно влиять на обучение концепту, но в данном случае наоборот, снижает качество генерации (рисунок 3.3).

4) Скорректирован обучающий набор изображений. Были удалены самые неудачные примеры, на которых плохо считывались черты лица объекта, а также добавлены новые, более качественные. В результате, качество снизилось, но вариативность выросла значительно (рисунок 3.4).

Таким образом, ни один из описанных методов повышения качества обучения не принёс ожидаемых результатов. Использование некоторых из них незначительно улучшает качество этнически сложных концептов, но не достигает уровня качества более простых концептов. В некоторых случаях, повышение вариативности сопровождается снижением общего качества обучения. Из проведенного исследования следует, что существует проблема воспроизводимости концептов-людей с этнически сложными чертами лица при использовании алгоритмов подстройки весов.



Рис. 3. Влияние изменения обучающего набора на генерацию

Данное исследование предоставляет важные данные о трудностях, с которыми сталкиваются современные алгоритмы подстройки весов при обучении на концептах со сложными этническими чертами лица. Несмотря на способность LoRA воспроизводить концепты с простыми чертами лица, результаты исследования указывают на ограничения в их способности адекватно воспроизводить сложную этническую принадлежность в

изображениях. Предпринятые попытки улучшения оказались недостаточными для решения проблемы. Предполагаются следующие пути дополнительных исследований:

1) Использование другого алгоритма подстройки весов, например, LyCORIS

2) Исследование возможности обучения на других объектах-людях со сложными этническими чертами

3) Генерация изображений с использованием алгоритмов замены лица, например, Roop [11], с целью включения этих изображений в обучающий набор

Обнаружение данной проблемы подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области. Данная технология может возыметь широкие практические применения, особенно в контексте создания графического контента для многонациональных обществ, где важно уважение и точное воспроизведение этнических особенностей.

Список используемых источников:

1. Пастревич Д. Роль визуального контента в развитии бренда // Бизнес и дизайн ревю, 2022, № 4 (28), С. 72-78.

2. Иксанов А., Рафиков Р. Особенности графического дизайна в сфере рекламы // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2023. №5 (81), С. 304-308.

3. Симакова, С. И. Визуальный образ в СМИ - формирование медиаэстетики потребителя массовой информации // Знак: проблемное поле медиаобразования. 2018. № 3(29). С. 83-92.

4. Rombach R., Blattmann A., Lorenz D., Esser P., Ommer B. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models [Электронный ресурс] // arXiv.org, 2021. Дата обновления: 13.04.2022. URL: <https://arxiv.org/pdf/2112.10752.pdf> (дата обращения: 26.10.2023)

5. Meet Aitana, the AI-created Instagram fitness model earning thousands of dollars per month [Электронный ресурс] // Сетевое издание BusinessNews. Дата обновления: 09.11.2023. URL: <https://biz.crast.net/meet-aitana-the-ai-created-instagram-fitness-model-earning-thousands-of-dollars-per-month> (дата обращения: 10.11.2023)

6. Dada Agency создало нейроинфлюенсера для ведения аккаунтов Epica в соцсетях [Электронный ресурс] // Новостной агрегатор Sostav. Дата обновления: 20.07.2023. URL: <https://www.sostav.ru/publication/epica-i-dada-agency-sozdali-nejroinfluenseru-dlya-vedeniya-sotssetej-61932.html> (дата обращения: 10.11.2023)

7. Максименко И. Персональный брендинг: от коммерческого к культурному феномену // Культура и образование: научно-информационный журнал вузов культуры и искусств. 2017. № 3 (26), С. 28-35.

8. Волошинов Д., Урванцев Г. Анализ перспектив применения изображений сгенерированных посредством нейросети Stable Diffusion при формировании личного бренда // Материалы конференции PKM, 2022, С. 1192-1196,

9. Gu Y., Wang X. Mix-of-Show: Decentralized Low-Rank Adaptation for Multi-Concept Customization of Diffusion Models [Электронный ресурс] // arXiv.org, 2023. Дата обновления: 10.11.2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2305.18292.pdf> (дата обращения: 27.10.2023)

10. Yeh S., Hsieh Y. Navigating Text-To-Image Customization: From LyCORIS Fine-Tuning to Model Evaluation [Электронный ресурс] // arXiv.org, 2023. Дата обновления: 26.09.2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2309.14859.pdf> (дата обращения: 27.10.2023)

11. Roop [Электронный ресурс] // Официальный репозиторий Roop. Дата обновления: 11.09.2023. URL: <https://github.com/s0md3v/roop> (дата обращения: 11.11.2023)

Voloshinov D., Urvantsev G., Sharipova K.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Reproducibility issues of ethnically complicated concepts in fine-tuning of Stable Diffusion neural network model.

The paper explores the reproducibility issue of ethnically complex facial features in image generation using fine-tuning via Low Rank Adaptation. It describes the limitations in ability to accurately reproduce the ethnicity of the original concepts. Various methods for improving reproducibility that did not improve the result are reviewed. Suggested paths for research in this area.

Key words: modern technology, machine learning, generative neural networks, image generation, Stable Diffusion, visual content, fine-tuning, LoRA, ethnic diversity.

УДК 004.946
ГРНТИ 28.17.33

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИЗАЙНА ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ ЭРГОНОМИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ ДВИЖЕНИЙ РУКИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Д. В. Волошинов^{1,2}, С. Ченарани²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В работе представлено исследование траектории движения рук в трехмерной среде виртуальной реальности. Основное внимание уделяется десяти уникальным комфортным движениям с собственными коэффициентами комфорта. Оцениваются элементы меню в VR и проводится визуальный анализ, подчеркивается их влияние на комфорт и вовлеченность пользователя, а также предоставляется основа для улучшения виртуальных впечатлений.

иммерсивность, Виртуальная Реальность (VR), дизайн интерфейса, пользовательский опыт, движение рук

Технологии виртуальной реальности (VR) революционизировали способ взаимодействия с цифровыми мирами, размывая границы между виртуальным и реальным. Рост важности разработки интуитивных и пользовательских интерфейсов обусловлен сложной взаимосвязью между виртуальными взаимодействиями и биомеханикой человека [1].

В исследовании Чжана Ф. [2] представлена техника движения в VR LMTravel, использующая жесты рук с обнаружением устройством Leap Motion. Это исследование вносит свой вклад в более широкий диалог о естественном взаимодействии человека в виртуальной реальности, исследуя использование интуитивных жестов рук для облегчения навигации в VR-среде. Значительный прогресс также достигнут в области анализа движений пользователей в виртуальной реальности для руководства дизайнерскими решениями и улучшения результатов обучения в различных областях, включая развлечения и медицину [3]. Исследование ScienceDirect подчеркивает уникальность VR в создании благоприятной среды для анализа движений рук благодаря способности подробно отслеживать и проецировать движения рук над сенсором Leap Motion [4]. Исследование, проведенное Дастином Т. Ханом и его коллегами, иллюстрирует, как VR использует отслеживание движений для интеграции физических движений рук для выбора и манипуляций виртуальными объектами, тем самым увеличивая реализм через прямое взаимодействие рук и тактильную обратную связь [5].

Цель исследования состоит в интеграции виртуальных и физических взаимодействий между виртуальным и реальным миром для снижения нагрузки на когнитивные процессы пользователей и повышения удовольствия и толерантности к VR-процессам. Эта работа заполняет этот пробел, используя

программирование MATLAB для проведения всестороннего сравнения того, насколько легко и комфортно добираться до различных объектов в виртуальном мире.

Основное предположение этого подхода заключается в том, что некоторые действия более удобны, чем другие, потому что они соответствуют биомеханике человека. Этот комфорт можно измерить и выразить различными коэффициентами, которые затем служат основой для определения наиболее эргономичных мест в виртуальной среде.

В основе методологии лежит характеристика движений рук в трехмерном пространстве. Матрица M размером 10×3 охватывает эти движения, при этом каждая строка соответствует уникальному движению руки и характеризуется его направляющими компонентами вдоль осей X , Y и Z :

$$M = \begin{bmatrix} m_{1x} & m_{1y} & m_{1z} \\ m_{2x} & m_{2y} & m_{2z} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{10x} & m_{10y} & m_{10z} \end{bmatrix}$$

Для обеспечения однородности и сравнимости между разными движениями каждый вектор m_i подвергается нормализации:

$$\widehat{m}_i = \frac{m_i}{\|m_i\|}$$

Здесь ($\|m_i\|$) обозначает величину вектора i -го движения.

Связанный с каждым движением рук врожденный комфорт количественно оценивается с помощью набора коэффициентов. Эти коэффициенты заключены в вектор C и служат весовыми коэффициентами, которые количественно определяют степень комфорта:

$$C = [c_1 \quad c_2 \quad \dots \quad c_{10}]$$

Каждый коэффициент (c_i) обозначает уровень эргономического комфорта, связанного с соответствующим движением руки и, фактически, действует как множитель комфорта. В виртуальной 3D-среде определены две целевые позиции (T_1) и (T_2), а также начальная точка (S). Эти параметры символизируют потенциальное размещение элементов меню в виртуальной реальности и начальное положение руки пользователя.

Суть методологии заключается в вычислении комфортного балла для каждого движения в отношении обеих целевых позиций. Комфортный балл (S) определяется через скалярное произведение вектора движения и вектора перемещения от начальной точки до цели, взвешенное соответствующим коэффициентом:

$$S_{i,j} = (T_j - S) \cdot \widehat{m}_i \times c_i$$

Здесь ($S_{i,j}$) обозначает балл комфортного взаимодействия для i -го движения, направленного на j -ю цель. Комплексная оценка эргономической

пригодности для каждой цели представлена совокупным баллом комфорта, полученным путем суммирования отдельных баллов движения, направленных на эту конкретную цель:

$$A_{score_j} = \sum_{i=1}^{10} S_{i,j}$$

Первый шаг - определить десять различных и комфортных движений рук, каждое из которых характеризуется направляющими компонентами вдоль осей X, Y и Z. Эти движения были выбраны на основе их известного комфорта и легкости выполнения. Кроме того, были назначены конкретные коэффициенты для каждого движения, представляющие уровень эргономического комфорта, связанного с ними. Эти коэффициенты варьировались от 0,7 до 1,3, при более высоких значениях, указывающих на больший комфорт. Движения и коэффициенты, использованные в анализе, представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Движения и коэффициенты, используемые в нашем анализе.

Движение	Компонента X	Компонента Y	Компонента Z	Коэффициент
Движение 1	1	0	0	1.0
Движение 2	0	1	0	1.1
Движение 3	0	0	1	1.2
Движение 4	1	1	0	1.0
Движение 5	-1	1	0	0.9
Движение 6	1	1	1	1.3
Движение 7	-1	1	1	0.8
Движение 8	1	-1	1	1.1
Движение 9	-1	-1	1	0.7
Движение 10	1	-1	-1	1.2

Этот анализ может быть проведен в 3D-пространстве виртуальной реальности, учитывая два потенциальных местоположения целей для элементов меню виртуальной реальности: Цель 1 и Цель 2. Начальная точка была установлена по координатам (5, 5, 5) в виртуальном пространстве. Координаты для двух местоположений целей были следующими:

Цель 1: (7, 9, 9)

Цель 2: (8, 8, 8)

Рис. 1 предлагает всестороннюю визуализацию векторов движения рук в 3D-пространстве виртуальной реальности и выделяет две различные целевые точки: Цель 1 (представленную как красная сфера) и Цель 2 (представленную

как синяя сфера). Эти целевые точки символизируют потенциальные местоположения элементов меню виртуальной реальности, и их пространственное расположение играет решающую роль в определении комфорта и удобства для пользователя.

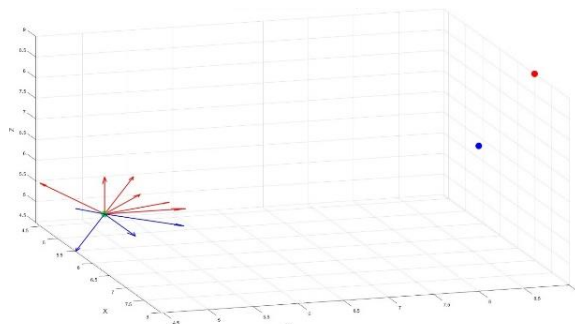


Рис. 1. Векторы движения рук и цели в трехмерном пространстве виртуальной реальности. Зеленая точка - начальная точка, красная и синяя точки - цель 1 и цель 2 соответственно.

Рис. 2.А представляет столбчатую диаграмму, демонстрирующую индивидуальные оценки комфорта, связанные с каждым из десяти предопределенных движений рук. Оценки комфорта разделены на две категории: те, которые направлены на Цель 1, и те, которые направлены на Цель 2. Эти оценки служат количественными показателями комфорта пользователя при взаимодействии с элементами меню виртуальной реальности.

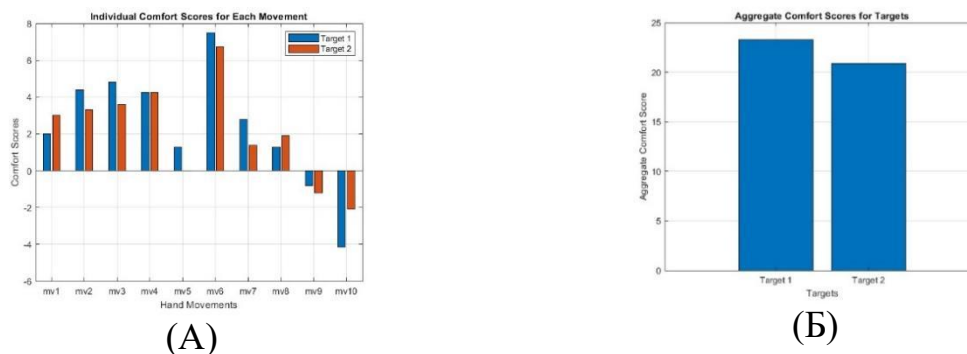


Рис. 2. (А): График с отображением индивидуальных оценок комфорта для каждого движения, (Б): График с агрегированными оценками комфорта для целей.

Рис. 2.Б предоставляет краткий обзор агрегированных оценок комфорта для двух целей: Цели 1 и Цели 2. Эти агрегированные оценки предоставляют всестороннюю оценку комфорта и удобства, связанных с каждой целью, учитывая все десять движений рук. При анализе становится явным, что одна из целей превосходит другую, по агрегированной оценке, комфорта. Это находка имеет важное значение для оптимального размещения элементов меню виртуальной реальности, обеспечивая более эргономичное и удобное взаимодействие пользователей с виртуальной средой.

Представленные результаты подчеркивают критическое значение комфорта пользователя и плавности взаимодействия при проектировании интерфейса виртуальной реальности. Результаты дальнейших работ позволят

внести корректировки в подход разработки интерфейсов виртуальной реальности и улучшить виртуальные миры для пользователей в целом. На основе этих результатов в будущих исследованиях можно сосредоточиться на дальнейшем улучшении расположения элементов меню и углублении знаний о принципах проектирования виртуальной реальности, ориентированных на пользователя.

Список используемых источников:

1. Ченарани С., Щур, С. Ю. Исследование условий иммерсивности интеллектуального интерфейса симбиотической системы с применением VR технологий // Неделя науки ИСИ: материалы Всероссийской научно-технической конференции. 2021. С. 331-333.
2. Zhang F. et al. Double hand-gesture interaction for walk-through in VR environment //2017 IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS). – IEEE, 2017. – С. 539-544.
3. Kloiber S. et al. Immersive analysis of user motion in VR applications //The Visual Computer. – 2020. – Т. 36. – С. 1937-1949.
4. Neo J. R. J., Won A. S., Shepley M. M. C. Designing immersive virtual environments for human behavior research //Frontiers in Virtual Reality. – 2021. – Т. 2. – С. 603750.
5. Han D. T., Suhail M., Ragan E. D. Evaluating remapped physical reach for hand interactions with passive haptics in virtual reality //IEEE transactions on visualization and computer graphics. – 2018. – Т. 24. – №. 4. – С. 1467-1476.

Voloshinov D.^{1,2}, Chenarani S.²

¹The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Optimization of virtual reality interface design through ergonomic evaluation of hand movements in three-dimensional space.

The paper presents a study of the trajectory of hand movement in a three-dimensional virtual reality environment. The main focus is on ten unique comfortable movements with their own comfort coefficients. Menu items in VR are evaluated and visual analysis is carried out, their impact on user comfort and engagement is emphasized, and a basis for improving virtual experiences is provided.

Key words: Immersiveness, Virtual Reality (VR), Interface Design, User Experience, Hand Movements.

УДК 004.921
ГРНТИ 28.17.27

РОЛЬ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ГЕНЕРАТИВНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Д. В. Волошинов^{1,2}, С. Ю. Щур²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В представленной работе рассматривается возможность использования языка логического программирования в процессе разработки новых форм и решений в области проектирования различных изделий. Обозначена актуальность последующих исследований в представленной области. Рассмотрены основные направления работы в области сочетания логического программирования и генеративного проектирования. Перечислены подходы возможных форм решения обозначенных задач.

геометрическое моделирование, генеративное проектирование, язык логического программирования, пролог, предикат

Интенсификация темпов роста промышленности и рынков сбыта порождает потребность в поиске новых форм и концепций, способных заменить устаревающие тренды и открывать новые возможности для творчества и идей. Разработчики компаний с мировыми именами все чаще обращаются за помощью не только к системам автоматизированного проектирования, но и к нейросетям [1].

Появляются новые подходы в области разработки концептуальных идей продуктов промышленного дизайна, в области архитектуры, визуального искусства, графики, моушн-дизайна и многого другого [2]. Несмотря на то, что процесс разработки новых форм и конструкций ускоряется и оптимизируется, вопрос, связанный с участием проектировщика в принятии решений по конечному результату, остается актуальным. Разработчик должен участвовать во всех этапах проектирования, контролировать, а также принимать итоговое решение по тому, какой вид должен иметь продукт в итоге, несмотря на высокую степень оптимизации многих процессов.

Кроме того, увеличение количества предложений на рынке, усложнение и удорожание процессов проектирования, тестирования, а также производства повышают общую нагрузку на специалиста, который должен отвечать за многие возложенные на него обязанности. Разработка основанной на логических подходах системы, которая сможет вводить экспертные корректировки и оценивать результат интеллектуального труда специалиста, соотносить эти результаты с актуальными в мире, позволит значительно сократить процесс проектирования и помочь специалисту разобраться в неоднозначных вопросах [3,4].

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с возможностью использования декларативного подхода логического программирования в области автоматизированного создания ряда вариантов решения задач на проектирование концепций, схем, а также форм будущих изделий.

Prolog, как основа разработки

В данной работе обращено внимание к системе Prolog - языку логического программирования. Его особенность заключается в том, что он может использоваться для решения различных задач, не исключая геометрическое моделирование [5]. Среди основных подходов в использовании системы Prolog можно выделить следующие:

1. Представление геометрических объектов в виде фактов и правил Prolog: факты Prolog можно использовать для представления геометрических объектов, таких как точки, линии и многоугольники, а также их свойств (цвет, размер, ориентация и т.д.). Правила Prolog могут использоваться для определения взаимосвязей между этими объектами вроде пересечения двух линий или удержания точки внутри многоугольника.
2. Использование геометрических предикатов: в данном случае используется ряд встроенных предикатов для работы с геометрическими объектами. `Between` можно рассмотреть в качестве основы для проверки того, находится ли данное значение между двумя другими значениями. `Member` предлагается использовать для проверки того, является ли значение частью списка. Эти предикаты могут использоваться для определения более сложных геометрических соотношений, таких как расстояние между двумя точками или угол между двумя прямыми.
3. Использование геометрических рассуждений: возможности логического рассуждения Prolog могут быть использованы для решения различных геометрических задач вроде поиска кратчайшего пути между двумя точками. Также, используя данный подход, можно определить параллельность между прямыми. Для корректной работы и решения подобных задач необходимо четко определить и обозначить правила требуемого рассуждения используя механизм логического вывода Prolog для представления решения.
4. Использование графических пользовательских интерфейсов: Prolog можно использовать для создания графических пользовательских интерфейсов для приложений геометрического моделирования. Например, пользователь может нарисовать многоугольник с помощью мыши, а затем использовать правила Prolog для вычисления его площади или периметра. В целом, Prolog может быть мощным инструментом для моделирования геометрии благодаря своим возможностям логического рассуждения и способности

представлять геометрические объекты и взаимосвязи с использованием фактов и правил.

Принцип работы Prolog

Вопрос к системе - это всегда задача, которую нужно решить. Она как правило состоит из одного или нескольких пунктов. Чтобы ответить на вопрос, система работает над достижением каждой из поставленных задач. Достижение задачи означает подтверждение правильности всех пунктов, содержащихся в вопросе, при условии, что все правила программы верны. Достижение задачи подтверждает, что она является следствием из всех фактов и правил программы.

В случае наличия переменных, система должна найти конкретные значения, которые позволят решить задачу. Полученное решение система сообщает пользователю. Если система не может решить задачу даже при конкретных значениях переменных, она отвечает “нет”. Пролог-система изучает факты. [6]

Подходы в проектировании

Предлагается рассмотреть некоторые подходы в генеративном проектировании и возможные результаты использования логического программирования в данной области.

Наиболее любопытным вариантом работы в данной области может быть использование карты высот, которую можно получить при фото и видеосъемке крупных и мелких объектов.

1. В результате анализа изображения и перевода его в векторный формат получается информация геометрического плана, с которой можно оперировать, используя систему Prolog. В результате можно определить кратчайшее расстояние между точками, области в пределах заданных размеров. генерацию минимального количества связей между этими точками. Результатом данной работы могут стать связанные между собой слои с геометрическими моделями плана.
2. На основе анализа полученной карты высот в ходе сканирования поверхности (поверхность предмета) получается карта с провалами (условно дефектами) и с высотами. Дефекты определяются в виде увеличенного расстояния между точками, которые могут быть найдены через систему Prolog. В результате можно прийти к генерации геометрии, которая может заполнить дефекты новыми структурами, например, в результате применения аддитивных технологий.
3. Также в результате сканирования поверхности земли можно определить места эрозии почвы и разработать алгоритм по генерации структуры, которая позволит сохранить рельеф земли. Подобный подход позволит

также анализировать прибрежные области морей и океанов с целью генерации структуры для поддержания и сохранения коралловых рифов.

Выводы

Разработка новых подходов в области генеративного проектирования позволит не только создавать новые изделия, отвечающие современным актуальным требованиям, но и ускорить процесс разработки и вывода продукции на рынок. Prolog является мощным инструментом, который позволяет задавать определенные правила проектирования, а также генерировать возможные варианты комбинаций предлагаемых форм и конструкций.

Список используемых источников:

1. Thomas K. F. Chiu (2023) The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: a case of ChatGPT and Midjourney, Interactive Learning Environments, DOI: 10.1080/10494820.2023.2253861
2. Radhakrishnan A. M. IS MIDJOURNEY-AI A NEW ANTI-HERO OF ARCHITECTURAL IMAGERY AND CREATIVITY? //GSJ. – 2023. – Т. 11. – №. 1.
3. J Wu, X Qian, MY Wang Advances in generative design. Computer-Aided Design. 2019. DOI:10.1016/j.cad.2019.102733.
4. Shahroz Khan, Muhammad Junaid Awan, A generative design technique for exploring shape variations, Advanced Engineering Informatics, Volume 38, 2018, Pages 712-724, ISSN 1474-0346, <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.10.005>.
5. Wielemaker J. An overview of the SWI-Prolog programming environment //Proceedings of the 13th International Workshop on LP Environments. – 2003.
6. Bratko I. Prolog programming for artificial intelligence. – Pearson education, 2001.

Voloshinov D.^{1,2}, Shchur S.²

1. *The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication*
2. *Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU)*

The role of logic programming in generative design.

The paper considers the possibility of using a logical programming language in the process of developing new forms and solutions in the field of designing various products. The relevance of subsequent research in the presented area is indicated. The main directions of work in the field of combining logical programming and generative design are considered. The approaches of possible forms of solving the designated tasks are listed.

Key words: geometric modeling, generative design, logical programming language, prolog, predicate.

УДК 004.032
ГРНТИ 20.51.01

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕЙСА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПЛАТФОРМЫ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ

П. М. Золотова

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

Модуль платформы обучающих курсов – универсальное решение, способное интегрироваться в различные системы обучения и обеспечивать эффективную педагогическую практику. В статье представлена диаграмма взаимодействия пользователя с системой, в результате которой составляются требования к интерфейсу информационной системы.

обучающие курсы, информационная система, пользовательский интерфейс

Универсальный модуль платформы обучающих курсов подходит для:

1. образовательных учреждений;
2. образовательных платформ;
3. школ курсов.

Цель информационной системы – обеспечить взаимодействие заказчика и клиента посредством интеграции универсального модуля.

Задачи:

1. разделение курсов на категории;
2. сортировка курсов по параметрам;
3. создание личного кабинета пользователя;
4. обеспечение записи на курс;
5. обеспечение обратной связи с пользователем.

Информационная система позволяет пользователю зарегистрироваться в системе, просматривать каталог курсов и записываться на курс. Также в личном кабинете в разделе «Избранное» хранятся понравившиеся пользователю курсы. Пользователь имеет возможность отменить запись на курс. Модуль обратной связи реализован через личный кабинет.

Для сортировки курсов по местоположению приложение использует геолокацию пользователя, при условии активации данной функции в настройках в личном кабинете.

Вариант использования – описание последовательности действий, выполняемых системой и приносящих значимый результат конкретному действующему лицу [1].

Для того, чтобы узнать, кто именно совершает то или иное действие, в схеме изображены ассоциативные связи между актерами и прецедентами.

Диаграмма прецедентов представлена на рисунке 1.

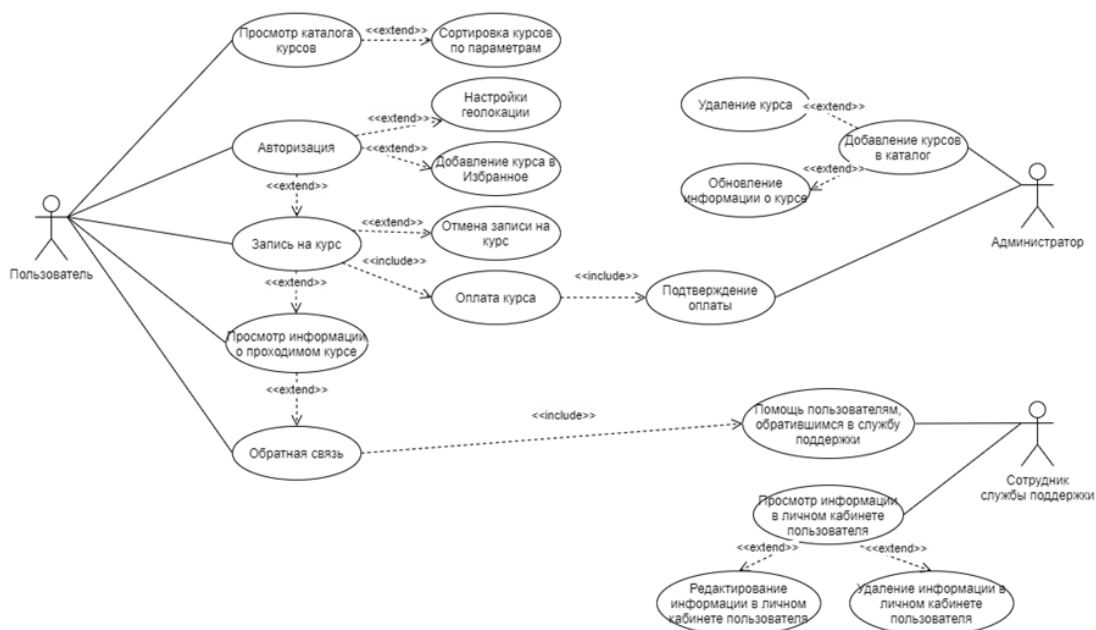


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Актеры: Пользователь, Администратор, Сотрудник службы поддержки.

Зайдя в приложение, пользователь имеет возможность просматривать каталог и сортировать курсы по различным параметрам. После авторизации появляется возможность добавить курс в Избранное, настроить геолокацию для сортировки курсов по местоположению и записаться на курс. При возникновении проблем с использованием приложения, пользователь обращается в службу поддержки. Если пользователь сомневается в выборе, то отменяет запись.

Администратор занимается добавлением курсов в каталог, обновлением информации о курсах, а также удалением неактуальных. Администратор высылает сообщение пользователю о подтверждении оплаты.

Сотрудник службы поддержки отвечает на вопросы пользователя и имеет возможность просмотра, редактирования и удаления информации в личном кабинете пользователя.

Диаграмма вариантов использования языка UML (Unified Modeling Language) может быть применена для формализации функциональных требований к системе, в том числе для описания взаимодействия пользователей с проектируемой системой [2].

На основе диаграммы прецедентов выявлены требования к интерфейсу мобильного приложения. Интерфейс пользователя или пользовательский интерфейс — элементы и компоненты программы способные оказывать влияние на взаимодействие пользователя с программным обеспечением [3]. Выбор разработки интерфейса мобильного приложения обоснован тем, что использование геолокации и получение уведомлений доступнее для пользователя через мобильный телефон.

В мобильном приложении должна быть реализована функция создания личных кабинетов для пользователей (функция регистрации) и функция последующего входа в аккаунты (функция авторизации). У пользователя должна быть возможность обратиться в службу поддержки. В каталоге курсов должен быть реализован поиск курса в поисковой строке с возможностью фильтрации и сортировки.

Страницы интерфейса мобильного приложения:

1. главная страница;
2. каталог курсов;
3. действующие курсы;
4. избранное;
5. личный кабинет.

Курсы в каталоге делятся на категории:

1. наука;
2. культура;
3. искусство;
4. спорт;
5. медицина;
6. хозяйство;
7. транспорт;
8. другое.

В выбранной категории курсы можно отсортировать, пользуясь фильтрацией и сортировкой.

Фильтры:

1. рядом с местоположением;
2. возможность дистанционного обучения;
3. возможность получения сертификата государственного образца;
4. дата начала курса.

Сортировка по:

1. стоимости;
2. длительности прохождения.

Таким образом, в результате исследования на основе диаграммы прецедентов выявлены требования к интерфейсу мобильного приложения универсальной платформы обучающих курсов.

Список используемых источников:

1. Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон, 2007. – 496 с.
2. Леоненков А. Самоучитель UML 2 СПб.: БХВ-Петербург, 2007 558 с.
3. Сергеев С. Ф., Падерно П. И., Назаренко Н. А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011 – 108 с.

Zolotova P.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of the functional characteristics of the interface of the universal module of the training course platform.

The training course platform module is a universal solution that can be integrated into various training systems and provide effective teaching practice. The article presents a diagram of user interaction with the system, as a result of which requirements for the information system interface are drawn up.

Key words: training courses, information system, user interface.

УДК 004.4
ГРНТИ 20.51.17

АНАЛИЗ ВЕБ-СЕРВИСОВ И МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕННЫМ СЛУХОМ

М. А. Зюриков, А. А. Шиян

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

Рассмотрены веб-сервисы и мобильные приложения, которые способны создать комфортную среду для людей с нарушенным слухом. Статья отражает перечень и недостатки технических средств для трех основных групп с нарушениями слуха, включая неслышащих, слабослышащих и пользователей слуховых аппаратов или кохлеарных имплантов. Необходимость исследования заключается в разработке средств для повышения качества коммуникации, уровня доступности информации и инклюзивности для каждого лица с нарушениями слуха.

мобильные приложения, веб-сервисы, нарушения слуха, инклюзивность

Люди с нарушенным слухом обладают разными особенностями восприятия. Существует несколько типов нарушения слуха. При одних люди являются слабослышащими и используют слуховые аппараты, при других испытывают полную глухоту и используют кохлеарные импланты, а третьи могут вообще не слышать и общаются либо письменно, либо с помощью жестового языка. Следует отметить, что каждый человек с нарушенным слухом по-своему уникален, и симптомы и потребности могут значительно различаться. Подход к поддержке должен быть индивидуализированным, учитывая конкретные особенности и потребности каждой личности с нарушением слуха.

Несмотря на многочисленные социальные и инклюзивные проекты, а также поддержку и помощь в Российской Федерации и за пределами страны, люди с нарушенным слухом продолжают сталкиваться с рядом основных проблем. Решение этих проблем требует предварительного рассмотрения основных трудностей, с которыми они сталкиваются, а также анализа доступных сервисов и приложений, выявления их недостатков и разработки соответствующих решений.

В Российской Федерации существует множество основных проблем, с которыми сталкиваются люди с нарушениями слуха:

– **проблема образования.** Люди с нарушенным слухом сталкиваются с трудностями при получении качественного образования, особенно в контексте обучения иностранным языкам в общеобразовательных учреждениях [1]. Множество обучающих материалов, представленных в виде аудио и видео, не имеют субтитров на русском языке.

– **проблемы в социальном взаимодействии и поиске мероприятий.** Люди с нарушенным слухом сталкиваются с затруднениями в социальном общении, особенно там, где требуется устное общение [2]. Поиск мероприятий, соответствующих их интересам и потребностям, также представляет сложность, поскольку не всегда ясно, будет ли обеспечена доступность для разных категорий лиц с нарушенным слухом (например, предоставляются ли людям, общающиеся на жестовом языке, сурдоперевод или субтитры, а также предоставят ли удобные условия для людей со слуховыми аппаратами). Также они могут столкнуться с проблемой в навигации по незнакомым местам.

– **препятствия в трудоустройстве.** Некоторые работодатели избегают приема на работу людей с нарушенным слухом, несмотря на то, что условия не мешает полноценно работать даже людьми с частичным или полным отсутствием слуха. Работодатели часто предполагают, что при трудоустройстве таких кандидатов могут возникнуть значительные издержки и повышенная степень деловой ответственности. Эти предубеждения и стереотипы приводят к ограниченным возможностям для лиц с нарушением слуха в поиске квалифицированных вакансий, которые должны быть открыты для всех категорий работников, включая их.

– **проблемы с оповещениями и сигналами.** Люди с нарушенным слухом могут столкнуться с трудностями в получении экстренных оповещений, так как они могут упустить звуковые сигналы, используемые для оповещений.

– **предпочтение телефонных звонков.** Во многих деловых сферах работодатели и частные лица предпочитают быстрое общение посредством телефонных звонков, что неудобно для лиц с нарушенным слухом. Это дополнительные сложности для таких лиц, которым предпочтительнее удобно общаться через мессенджеры или другие текстовые средства связи.

Эти проблемы создают барьеры для полноценного участия людей с нарушениями слуха в образовании, социальной жизни, трудоустройстве и общении. Они сталкиваются с социальной изоляцией и им часто приходится полагаться на знакомых с похожими проблемами.

Для решения данных проблем необходимо создать комплексный подход, включающий разработку технических решений, повышение осведомленности общества и образования, а также улучшение доступности информации и мероприятий для данной аудитории.

На сегодняшний день существует ряд мобильных приложений и веб-сервисов, которые помогают частично решить некоторые из вышеупомянутых проблем, включая:

– **приложения и сервисы для заказа сурдопереводчика.** Однако такие услуги часто платные. Например, "Сурдофон" и "Переводчик ЖЯ".

- **специализированные образовательные ресурсы** для глухих людей, такие как адаптированные курсы в рамках проекта "Я тебя слышу".
- **приложения для телефонных разговоров** с текстовым переводом в реальном времени, например, "RogerVoice". Услуга также платная.
- **приложения для управления слуховыми аппаратами и кохлеарными имплантами** различных марок («MED-EL AudioKey», «Nucleus Smart», «Phonak Remote» и др.).
- **системы "Умного дома"** с применением датчиков и световых устройств, где можно настроить сценарии для оповещения каждого человеком с нарушениями слуха («Умный дом» от Яндекс, «SmartThings» от Samsung).

Существуют также приложения, помогающие слышащим людям освоить жестовый язык, и приложения для отображения символов жестового языка на клавиатуре (Например, «Signily») [3].

Тем не менее, существующие приложения имеют ограничения:

- платность услуг;
- устаревший дизайн;
- ограниченный функционал;
- отсутствие русскоязычных версий;
- ограниченная доступность на территории РФ;
- не все люди готовы браться за изучение жестового языка.

Стоит отметить, что перечень существующих сервисов не решает вопрос преодоления коммуникативного барьера между глухими и слышащими людьми.

Из вышесказанного следует, что необходимо разработать универсальный сервис-агрегатор, который позволит преодолеть барьеры между глухими и слышащими. Технические решения, способствующие улучшению доступности информации и услуг для определенных лиц, могут значительно улучшить качество жизни и социальную интеграцию людей с нарушенным слухом в различных сферах общества.

Список используемых источников:

1. Думлер Н. П. Особенности обучения иностранному языку студентов с нарушениями слуха в условиях инклюзивного образования вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2021. №72-4.
2. Михаленкова, И. А. Особенности общения с лицами с нарушением слуха // Моделирование коммуникационной среды в специальной библиотеке: Сборник материалов научной конференции – ЧГИК, 2021. – С. 52-56. – EDN EGILGR.
3. Айдын, Б. Проблемы использования мобильных приложений для людей с нарушениями слуха и речи // Путь науки. – 2021. – № 6(88). – С. 43-45. – EDN LQMNUB.

Zurikov M., Shiyan A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis of web services and mobile applications to improve the quality of life of people with hearing impairment.

Web services and mobile applications that are able to create a comfortable environment for people with hearing impairment are considered. The article reflects the list and disadvantages of technical means for three main groups with hearing impairments, including the deaf, hard of hearing and users of hearing aids or cochlear implants. The need for research is to develop tools to improve the quality of communication, the level of accessibility of information and inclusiveness for each hearing impaired person.

Key words: *mobile apps, web services, hearing impairments, inclusivity.*

УДК 004.9
ГРНТИ 61.61.99

АДАПТАЦИЯ FDM 3D-ПРИНТЕРА ПОД ПЕЧАТЬ ПЛАСТИКОВОЙ НИТЬЮ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННОГО МАТЕРИАЛА

Д. В. Лебедев, А. А. Шиян

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

Для печати нестандартными видами филаментов, например, композитами и PET, 3D-принтер должен иметь соответствующее аппаратное обеспечение: экструдер, термобарьер и сопло.

3D-печать, 3D-принтер, FDM, аддитивные технологии, филамент, пластик, композит, PET, термобарьер, сопло, экструдер

В предыдущей статье были рассмотрены наиболее популярные виды филаментов, а именно ABS, PETG и PLA. Любой современный принтер способен печатать данными видами пластика «из коробки» или при несложной настройке [1].

Однако нередки сценарии, когда необходим филамент с более высокими прочностными характеристиками, например, PET.

PET-филамент чаще всего создается путем переработки бутылок из данного вида пластика. Технологический процесс включает в себя очистку бутылки, нарезку ленты и вытягивание нити через нагретое сопло. Данный процесс имеет большое количество потенциальных погрешностей, в силу чего нить может получиться неравномерной. Помимо этого, PET-филамент отличается от промышленного аналога в лице PETG отсутствием добавки гликоля, отчего температура печати существенно выше. [2]

Соответственно, для печати PET необходимо обеспечить более высокую температуру нагрева термоинтерфейса 3D-принтера, а также увеличить прочностные характеристики нагревательных элементов во избежание быстрого износа.

Процесс адаптации под печать PET-филаментом будет описан на примере принтера Anycubic i3 Mega, которые имеются в распоряжении кафедры информатики и компьютерного дизайна СПбГУТ.

Данные принтеры имеют три основных узла, в которые необходимо внести изменения для получения возможности печатать PET-пластиком:

- подающий механизм;
- термобарьер;
- сопло.

За подачу пластика в нагревательный элемент отвечает экструдер (от англ. *extruder*), который обычно состоит из двух шестерней (приводной и прижимной) и мотора. Существует большое количество форм-факторов

экструдеров, однако более важным аспектом является расположение экструдера на 3D-принтере.

Все экструдеры можно разделить на два типа: Bowden и Direct. На рисунке 1 показано устройство данных систем подачи филамента.

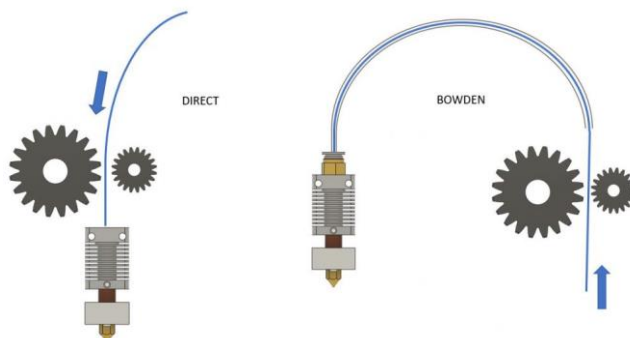


Рис. 1. Системы подачи филамента

Экструдеры типа Bowden крепятся на корпусе принтера и соединяются с печатающей головкой тефлоновой трубкой. Это позволяет облегчить печатающую головку, но увеличивает время подачи и отката филамента. Также нередки ситуации обрыва нити в подающей трубке, для решения которой может потребоваться разборка печатающей головки и экструдера.

Экструдеры типа Direct расположены прямо на печатающей головке. Несмотря на увеличение массы печатающей головки, экструдеры данного типа устраняют недостатки с откатами и обрывом отрезков филамента в трубке, что повышает общую надёжность и качество печати.

Принтер Anycubic i3 Mega с завода имеет экструдер типа Bowden. Для смены расположения экструдера необходимо напечатать специальное крепление, которое можно найти на различных сайтах с 3D-моделями для печати. Для этого подойдет распространенный филамент из PETG или ABS.

После смены расположения экструдера необходимо заменить элементы печатающей головки, а именно термобарьер и сопло. На рисунке 2 показано устройство печатающей головки 3D-принтера.

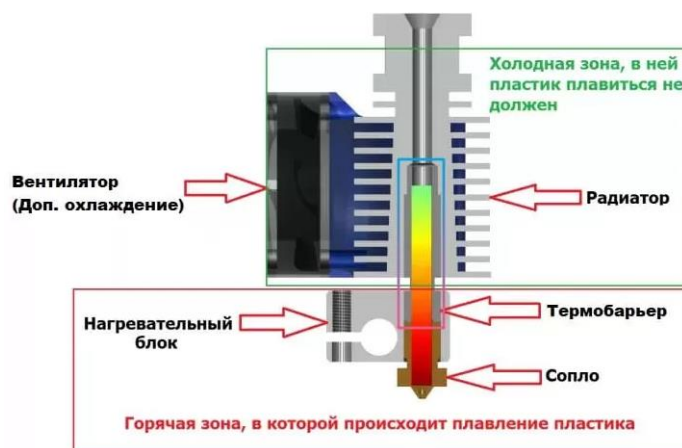


Рис. 2. Устройство нагревательного

Термобарьер – это деталь, отделяющая «холодную» и «горячую» зону печатающей головы. Данное разделение необходимо для предотвращения предварительного расплавления пластика, ещё не дошедшего до сопла. Если филамент будет расплавляться до попадания в сопло, ещё в термобарьере, то это приведет к появлению пробки, которая не позволит продолжить печать до её устранения. Поскольку температура пластика PЕТ существенно выше PЕТG, то для печати необходим качественный термобарьер, рассчитанный на такие температуры. [3]

Термобарьеры изготавливаются с применением различных технологий и материалов. По строению термобарьеры можно разделить на три основных вида:

- цельнометаллический;
- биметаллический;
- керамический.

В изначальной комплектации принтеры Anycubic i3 Mega оснащены цельнометаллическими термобарьерами из стали, отличающимися высокой прочностью, но плавным переходом температур между зонами. Такой термобарьер малопригоден для печати пластиком с относительно невысокой температурой плавления в силу возникновения пробок. Стальное исполнение теоретически подходит для печати PЕТ, но сильно сокращает номенклатуру других поддерживаемых пластиков.

Биметаллические термобарьеры составлены из двух видов металла. Чаще всего в сочетаниях используется медь со сталью или титаном. Применение сразу двух видов металла позволяет создать резкий температурный переход, что не позволяет нагревать филамент вне нагревательного блока. К минусам такого решения можно отнести повышенные стоимость и требования к качеству изделия.

В керамических термобарьерах «холодная» и «горячая» зоны соединяются керамической трубкой. В силу низкой теплопроводности и высокой твёрдости керамики такое решение позволяет печатать различными композитными филаментами, что компенсируется высокой ценой и хрупкостью конструкции.

На рисунке 3 показаны виды термобарьеров.



Рис. 3. Термобарьеры: а) стальной, б) биметаллический, в) керамический

Наиболее оптимальным решением является применение биметаллического термобарьера. Стоит отметить, что биметаллический барьер нежелательно ставить вместе с экструдером типа Bowden в силу длинных откатов филамента.

Последним элементом, требующим замены, является сопло. По материалам сопла наиболее релевантны три вида: из латуни, из закаленной стали и медные с каленой вставкой. Виды сопел показаны на рисунке 4. [4]



Рис. 4. Сопла: а) латунное, б) из закаленной стали, в) медные с каленой вставкой

Латунные сопла являются стандартными для большинства принтеров. Эти сопла позволяют печатать распространенными пластиками с высокой точностью. Такие сопла не рекомендуется перегревать или использовать с абразивными филаментами.

Сопла из закаленной стали сконструированы для долгой печати абразивными нитями при высоких температурах. Такие сопла отличаются своей надежностью, но уступают латунным в точности.

Медные сопла с каленой вставкой сочетают в себе точность латунных и прочность сопел из закаленной стали, что компенсируется повышенной ценой.

Для печати PET-филаментом подходят сопла из закаленной стали и медные с каленой вставкой.

При установке данных комплектующих в принтер Anycubic i3 Mega пользователь сможет успешно печатать PET-филаментом. Дальнейшие улучшения качества печати в большинстве случаев достигаются за счёт программных улучшений.

Список используемых источников:

1. Лебедев Д. В., Шиян А. А. Виды филаментов для 3d-печати методом послойного наплавления // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики: материалы конференции, 6-8 декабря 2022 г., СПбГУТ, 2022, С. 1141-1144.

2. Энциклопедия 3D-печати. PET-пластик для 3D-печати [Электронный ресурс]. URL: https://3dtoday.ru/wiki/pet_plastic (дата обращения 13.11.2022).

3. База знаний 3D-DIY. Термобарьеры [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/3d-printery/termobarery-dlya-3d-printerov/> (дата обращения 13.11.2023).

4. База знаний 3D-DIY. Сопла для 3D принтеров [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/3d-printery/sopla-dlya-3d-printera/> (дата обращения 13.11.2023).

Lebedev D., Shiyan A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

3D-printer adaptation for printing PET-filament.

To print non-standard types of filaments, such as composites and PET, the 3D-printer must have the appropriate hardware: an extruder, a heat break and a nozzle.

Key words: 3D-printing, 3D-printer, FDM, additive manufacturing, filament, plastic, composite, PET, heat break, nozzle, extruder.

УДК 004.514
ГРНТИ 20.23.19

МОДЕЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДБОРА ОНЛАЙН-КУРСОВ

Т. В. Мусаева, П. А. Титов

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

В данной статье рассматривается вопрос учета индивидуальных особенностей человека к восприятию информации при подборе онлайн-курсов. Произведен анализ систем подбора крупнейших агрегаторов в сфере образования. Изучено влияние индивидуальных особенностей студента на процесс обучения. На основании полученных данных предложен новый метод индивидуального подбора онлайн-курсов.

онлайн-образование, подбор курсов, индивидуальные особенности, персонализация образования, агрегаторы курсов

В современных образовательных программах, онлайн-курсы становятся все более значимым инструментом, обеспечивая доступность и гибкость в обучении для многих людей. По данным исследования российского рынка онлайн-образования за 2021 год, более 18 млн россиян прошли обучение в дистанционном формате, что на 6 млн больше количества очных учеников в том же году [1].

На сегодняшний день, рынок онлайн-образования переполнен огромным количеством учебных материалов различных направлений и уровней сложности. Однако, несмотря на широкий выбор курсов, существует постоянная проблема выбора наиболее подходящего курса для конкретного обучающегося. Эффективность обучения и степень его удовлетворенности результатами в значительной мере зависит от соответствия выбранной учебной программы индивидуальным потребностям, интересам и уровню подготовки обучающегося.

Для решения данной проблемы разрабатываются агрегаторы онлайн-курсов, предоставляющие доступ ко множеству образовательных ресурсов из различных источников. Такие платформы обеспечивают студентам удобный и структурированный способ выбора учебных материалов по ключевым параметрам, значительно сокращая время на поиск.

Тем не менее, при всем удобстве существующих алгоритмов подбора курсов, остаются неисследованные и немаловажные аспекты. Речь идет об индивидуальных особенностях человека к восприятию информации. Некоторые люди предпочитают воспринимать информацию на слух, в то время как другие – визуально. Важен темп подачи информации, степень внимания к деталям, мотивация учеников и многое другое. Учитывая данные факторы в механизмах подбора, появляется возможность улучшить качество образования, сделать его более доступным и персонализированным, а также

способствовать повышению мотивации и удовлетворенности студентов результатами обучения.

В данной статье произведен анализ параметров подбора в крупнейших агрегаторах онлайн-курсов. Изучено влияние индивидуальных особенностей студента на процесс обучения в онлайн-формате. На основании полученных данных предложен новый метод индивидуального подбора онлайн-курсов.

Перед началом разработки нового метода подбора, необходимо прежде всего проанализировать существующие методы. Для этого были выбраны 15 наиболее крупных агрегаторов, в каждом из которых изучены системы фильтрации и выдачи курсов. В результате анализа выделены наиболее часто встречающиеся параметры, по которым происходит подбор. Результаты анализа представлены на рисунке 1.

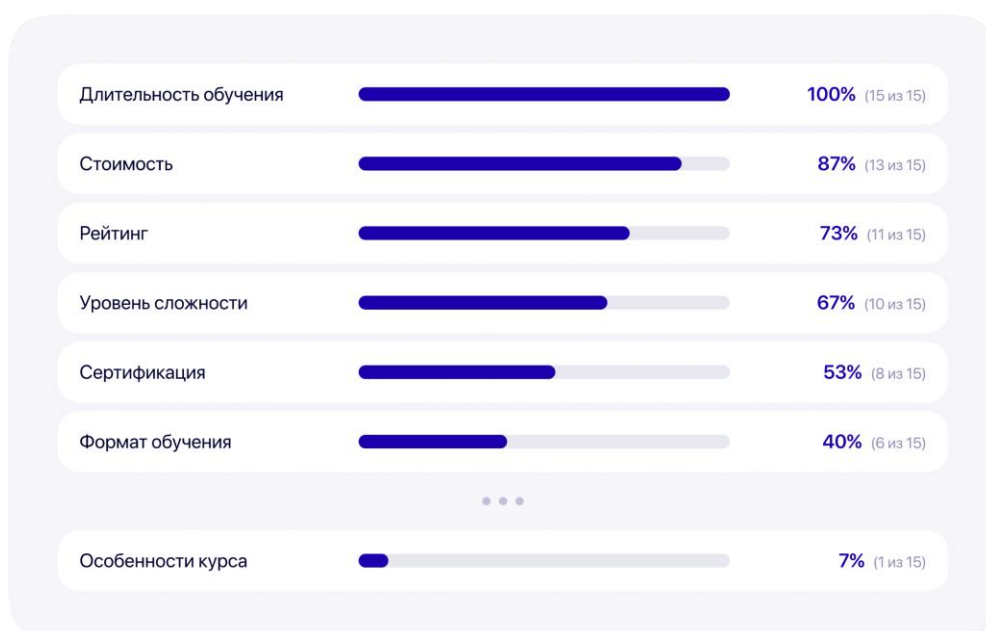


Рис. 1. Параметры подбора онлайн-курсов в крупнейших агрегаторах

В текущих системах, ученикам чаще всего предлагается подбирать программу обучения на основе длительности обучения, стоимости и рейтинга. Лишь в одном из сервисов была предложена фильтрация по особенностям курса. Данный параметр предполагает фильтрацию курсов по наличию субтитров и формату практических заданий, отчасти помогая найти курс с удобным для себя форматом обучения. Однако, этого недостаточно для полноценного индивидуального подбора.

Также стоит отметить уникальный параметр подбора, который используется лишь одним из проанализированных сервисов. Речь идет о рейтинге ценности курса. Данный параметр представляет собой оценку от 1 до 10 и высчитывается по специальной формуле с учетом основных атрибутов курса и оценки студентов. Исходя из величины этого параметра формируются рекомендации к покупке.

Такой подход может быть адаптирован в рамках индивидуального подбора. Для этого, прежде всего, необходимо выявить основные индивидуальные особенности и ограничения человека, влияющие на восприятие информации. Одной из таких особенностей является когнитивный стиль. Данный термин используется для обозначения устойчивых характеристик того, как различные люди думают, воспринимают и запоминают информацию, или выбирают предпочтительный для них способ решения проблем [2]. К наиболее распространенным когнитивным стилям относятся:

- **Полезависимость и полнезависимость.** Полезависимые люди предпочитают структурированные курсы с четкими инструкциями, конкретными целями и руководствами. Для полнезависимых важна свобода и самостоятельность в выборе материалов, методов обучения и исследования тем.

- **Рефлексивность и импульсивность.** Импульсивные студенты могут быстро принимать решения, склонны к поверхностному просмотру материалов и чаще совершают ошибки, из-за недостаточной внимательности и аналитичности. Рефлексивность характеризуется более длительным и тщательным анализом материалов перед принятием решения. Вероятность ошибок ниже благодаря более глубокому анализу.

- **Ригидность и гибкость.** Ригидный стиль характеризуется трудностями при смене формата обучения, видами обучающих материалов или активностей. Для успешного переключения может потребоваться дополнительное время и подготовка. Студенты с гибким стилем лучше адаптируются к разнообразным форматам обучения и информационным ресурсам, способны эффективно работать в динамичных условиях.

Существуют и другие, не менее важные когнитивные стили, на которые следует опираться при индивидуальном подборе. К ним относятся: узкий/широкий диапазон эквивалентности, уровень толерантности к нереалистическому опыту, фокусирующий/сканирующий контроль, сглаживание/заострение, конкретная/абстрактная концептуализация и другие.

Помимо психологических особенностей студента, необходимо также учитывать физиологические. Одним из важнейших физиологических факторов является возраст студента. Для лучшей адаптации для детей и подростков, курс должен содержать интерактивные и игровые элементы для привлечения внимания, достаточное количество графических и визуальных материалов, краткую и четкую структуру текста. Для взрослой возрастной группы больше подходит глубокий и практический материал, наличие карьерных и прагматических аспектов, возможность обсуждений и обмена опытом. Адаптация курса для пожилых людей предполагает медленный темп обучения, ясность и простоту повествования, а также высокий уровень доступности интерфейса [3].

Также стоит учитывать потребности людей с ограниченными возможностями. При наличии физических, зрительных, слуховых или когнитивных ограничений студента, необходимо рассматривать степень адаптации курса к конкретному заболеванию и учитывать данный параметр в итоговой оценке курса. Оценка может зависеть от наличия аудио, текстовых или видеоматериалов, а также возможности настройки размеров текста и цветов в интерфейсе.

На основании выявленных критериев необходимо выстроить систему, позволяющую получать от пользователей наиболее четкое представление об их индивидуальных особенностях. Для этого разработана форма опроса с оценкой по шкале Лайкерта. Данная форма позволяет узнать субъективную оценку студента по каждому из параметров, не затрачивая при этом время на прохождение специализированных тестов. Недостатком такого подхода является более высокая вероятность ложной оценки студентом собственных качеств. Пример вопроса из формы представлен на рисунке 2.

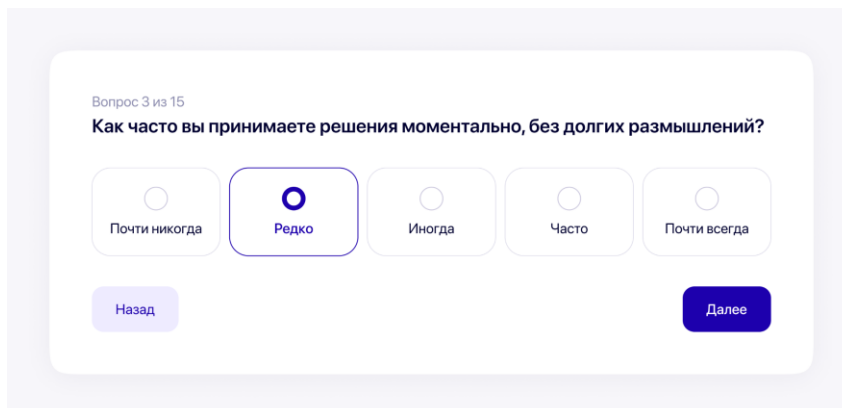


Рис. 2. Форма оценки студентом собственных индивидуальных особенностей

Помимо оценки особенностей студентов необходимо также производить оценку каждой учебной программы на соответствие выявленным критериям. В текущей реализации метода индивидуального подбора предполагается, что курсы будут оцениваться вручную модераторами и самими учениками после завершения обучения. Для оценки будет использован аналогичный метод опроса через форму с вариантами ответов. Результаты оценки курса модератором и учениками будут суммироваться и приводиться к итоговой средней оценке по каждому критерию. В конечном итоге оценку курса необходимо сравнить индивидуальной оценкой студента и рассчитать общий критерий совместимости курса с индивидуальными особенностями. На основании данного критерия будет производиться индивидуальный подбор образовательных программ.

В результате исследования были изучены системы подбора крупнейших агрегаторов онлайн-курсов, выявлены наиболее используемые параметры подбора. Выявлены основные индивидуальные особенности человека, влияющие на восприятие информации. На основании выявленных

особенностей разработана система оценки курсов и студентов. Разработан метод индивидуального подбора по суммарному критерию совместимости онлайн-курса с индивидуальными особенностями.

Разработанный метод имеет широкие перспективы развития. Прежде всего, остается открытым вопрос полного перечня критериев оценки индивидуальных особенностей, выявления связей и зависимостей между этими критериями, а также выводе конкретных формул оценки курсов и студентов. Есть возможность значительно упростить процесс оценки курса при помощи искусственного интеллекта, способный автоматически анализировать содержание курса и проводить оценку по большинству критериев. Помимо этого, есть возможность адаптировать содержимое курса в зависимости от заданных индивидуальных параметров. Иными словами, автор курса будет создавать учебный материал, а система автоматически выбирать стиль и форму подачи информации в зависимости от особенностей студента.

Список используемых источников:

1. Netology.ru [Электронный ресурс]. URL: // <https://clck.ru/36Bref> (дата обращения 22.10.2023).
2. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума // учебное пособие 2004, с. 45.
3. Кирьянов Д.А. Формирование требований к интерфейсу сайтов вузов исходя из стандартов доступности и удобства использования // Педагогика и просвещение, научный журнал, с. 69.

Musaeva T., Titov P.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The model of individual selection of online courses.

This article considers the issue of taking into account the individual characteristics of a person to the perception of information in the selection of online courses. The selection systems of the largest aggregators of online courses are analyzed. The influence of individual characteristics of a student on the process of learning in the online format is studied. On the basis of the obtained data a new method of individual selection of online courses is proposed.

Key words: *online education, course selection, individual characteristics, personalization of education, course aggregators.*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ, ИННОВАЦИИ, БИЗНЕС

5.1. Цифровая трансформация, инновации, бизнес

УДК 005.5
ГРНТИ 83.77.31

ПОДХОД К ВЫБОРУ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ КЛАССА PROCESS MINING

К. М. Антонов, М. Б. Вольфсон

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

В данной статье рассматривается подход к выбору программных средств класса Process Mining с акцентом на критериях, направлениях и ключевых аспектах. Рассматриваются факторы, влияющие на принятие решения о выборе системы для анализа и оптимизации бизнес-процессов в организации, а также предоставляется успешный пример применения данной технологии в футбольном клубе.

Process Mining, анализ бизнес-процессов, программные решения, оптимизация

В наше время, повышение эффективности и оптимизация бизнес-процессов стали ключевыми элементами успеха для организаций любого масштаба. В этом контексте современные технологии играют решающую роль в управлении и развитии предприятий. Process Mining – это одна из таких технологий.

Process Mining представляет собой инновационную технологию анализа бизнес-процессов. Она восстанавливает реальные модели процессов на основе данных, хранящихся в информационных системах организации, что в свою очередь предоставляет бесценные инсайты и позволяет буквально взглянуть на бизнес-процессы в действии.

Суть Process Mining заключается в том, что она использует журналы событий и другие цифровые следы, оставляемые сотрудниками и информационными системами в процессе выполнения задач. Эти данные подвергаются анализу, и на их основе создаются графические модели процессов. Эти модели визуализируют ход выполнения задач и позволяют выявить не только оптимизационные возможности, но и потенциальные проблемы и узкие места в процессах. [1]

Однако стоит помнить, что для успешного применения Process Mining важно, чтобы бизнес-процессы были оцифрованы, а данные были доступны в цифровом формате. Это позволяет системам Process Mining собирать, анализировать и визуализировать информацию, что в свою очередь упрощает выявление областей для внедрения потенциальных улучшений и оптимизации процесса. Поэтому переход к электронным системам и журналам событий становится важным шагом для организаций, желающих воспользоваться преимуществами Process Mining.

Источниками данных могут быть: [2]

- Корпоративные системы (например, SAP, 1С, Salesforce и др.).
- Базы данных, такие как PostgreSQL, MySQL и другие.
- Различные файловые хранилища.
- Логи событий, которые могут формироваться из почты или Excel-файлов при работе сотрудников.
- Множество других источников.

При этом не обязательно, чтобы все данные хранились в одном источнике. Часть из них может содержаться в базах данных (БД), другая – в корпоративных системах. Выгрузить нужную информацию можно несколькими способами:

- С помощью коннекторов, как готовых собственных, так и написанных специально под проект.
- Используя прямые подключения к базам данных.
- Сформировать выгрузки в Excel или CSV

При выборе системы класса Process Mining, важно начать с четкого определения того, что вы хотите достичь с помощью Process Mining. Разные системы могут быть более подходящими для разных целей, так что необходимо понимать, для каких задач будет использоваться система.

Основные задачи, которые решают системы класса Process Mining приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Задачи, которые решает Process Mining

Задача	Описание
Оптимизация процессов	Одной из основных целей применения Process Mining является выявление и устранение узких мест, неэффективных операций и излишних задержек в бизнес-процессах. Анализируя реальные данные о выполнении задач, организации могут оптимизировать свои процессы, что приводит к улучшению производительности и снижению операционных издержек.
Мониторинг и контроль процессов	Process Mining позволяет организациям постоянно мониторить свои бизнес-процессы. Это полезно для обеспечения их соответствия стандартам и законодательству. Когда процессы начинают отклоняться от установленных норм, система Process Mining может предупреждать о проблемах, что позволяет быстро реагировать на них.
Автоматизация и роботизация процессов	Process Mining может использоваться для идентификации задач, которые можно автоматизировать с помощью роботов и ботов. Это уменьшает необходимость ручных операций, снижает вероятность ошибок и увеличивает эффективность процессов.
Анализ клиентских и пользовательских путей	В контексте пользовательских продуктов или услуг Process Mining позволяет организациям понять, как пользователи взаимодействуют с продуктами и услугами. Анализ путей клиентов и пользователей помогает улучшить пользовательский опыт и удовлетворенность, а также оптимизировать продукты и услуги.
Управление изменениями	При внедрении новых процессов или изменениях в существующих, Process Mining играет важную роль. Анализируя текущие методы выполнения задач, организации могут лучше понять, какие изменения необходимы и какие последствия они могут иметь.
Прогнозирование и аналитика	Process Mining позволяет предсказывать будущие события и тенденции на основе анализа исторических данных. Это полезно для принятия более обоснованных стратегических решений и для выявления потенциальных рисков и возможностей.

Соблюдение нормативов и стандартов	В отраслях с высокими требованиями к соблюдению нормативов, таким как здравоохранение, фармацевтика или финансы, Process Mining используется для обеспечения соответствия требованиям регуляторов и стандартам безопасности данных.
Аудит и внутренний контроль	Process Mining может быть применен для внутреннего аудита и контроля, чтобы обнаруживать мошенничество, ошибки и несоответствия внутренним процедурам и правилам организации.

Цели применения Process Mining могут различаться в зависимости от конкретной отрасли и организации, и в большинстве случаев организации стремятся достичь комбинации из упомянутых целей. Эта комбинированная цель может быть адаптирована в соответствии с уникальными потребностями каждой организации и отрасли.

На рынке существует множество различных программных средств для реализации методологии Process Mining, и каждое из них имеет свои уникальные характеристики и преимущества. Перед выбором системы Process Mining для организации рекомендуется провести детальный обзор доступных вариантов.

В таблице 2 приведен обзор некоторых популярных систем и их функций.

ТАБЛИЦА 2. Обзор программных решений класса Process Mining

Функциональная возможность	Система							
	Celonis	UiPath	Minit	Disco	Alteryx	Nintex	Pega	Protiviti
Оптимизация процессов	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет
Мониторинг и контроль	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Автоматизация и роботизация	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Анализ клиентских и пользовательских путей	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Управление изменениями	Да	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет
Прогнозирование и аналитика	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Соблюдение нормативов и стандартов	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет
Аудит и внутренний контроль	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да

Каждая из рассмотренных систем обладает уникальными особенностями, и выбор между ними в значительной степени зависит от индивидуальных потребностей организации. Важно понимать, что каждая система может быть

адаптирована для различных целей, но некоторые из них могут предоставлять более сильную поддержку определенным функциям.

Когда в таблице указано "Нет", это не означает, что система абсолютно неспособна выполнять те или иные функции, скорее это указывает на то, что этот функционал может быть менее развитым или менее выразительным в данной системе.

Футбольный клуб Ливерпуль, один из мировых лидеров в футболе, стремится постоянно улучшать свою производительность и результаты на поле. Одной из ключевых целей клубного руководства стало создание команды, способной предсказуемо достигать выдающихся результатов. Однако для этого требовались инновационные методы, и именно здесь Process Mining вступил в игру.

Цели, поставленные перед Ливерпулем, включали в себя:

1. **Поиск футболистов с определенными фитнес-характеристиками:** чтобы интегрировать новых игроков в тактическую модель команды, клуб отказался от ручного анализа и автоматизировал исследование данных из информационных систем (ИС).

2. **Анализ вклада новых футболистов в общекомандный стиль:** Process Mining позволил Ливерпулю сопоставить идеальный процесс внутри своей модели и исполнение потенциальных новичков.

3. **Анализ соперников:** Система помогла детально исследовать игру соперников и выявить их сильные и слабые стороны.

4. **Управление составом:** путем анализа данных, клуб мог оптимизировать состав и распределение игроков на поле.

После тщательного анализа доступных систем Process Mining, Ливерпуль выбрал «FootballPro Miner», специально разработанную для футбольных клубов. Результаты не заставили себя ждать. Примером является дерби против «Эвертона», где анализ данных, проведенный с помощью «FootballPro Miner», выявил слабое место вратаря соперника, что позволило Ливерпулю изменить свою стратегию и достичь успеха. [3]

Использование Process Mining в футболе – больше частная история, нежели общее правило. Но интеграция его инструментов в дополнение к базовым аналитическим моделям позволяет выявить «узкие места» и уязвимости, что в итоге может улучшить итоговый результат и даже дать старт тихой эволюции, как в случае с «Ливерпулем».

Как уже было сказано, Process Mining представляет собой мощный инструмент, позволяющий анализировать, визуализировать и оптимизировать бизнес-процессы на основе данных, хранящихся в информационных системах. Он обеспечивает глубокое понимание того, как процессы функционируют в реальном времени и какие улучшения можно внести для достижения более эффективной и производительной деятельности.

Одной из ключевых целей применения Process Mining является оптимизация бизнес-процессов. Это позволяет организациям выявлять узкие места, снижать издержки и повышать качество. Важно также подчеркнуть, что Process Mining не ограничивается только оптимизацией. Он может использоваться для мониторинга и контроля процессов, автоматизации и

роботизации, анализа клиентских путей, управления изменениями, прогнозирования и аналитики, а также соблюдения нормативов и стандартов.

При выборе системы Process Mining для конкретных целей и потребностей важно учитывать ряд факторов, таких как масштаб и сложность процессов, специфика организации, доступность данных, а также уровень поддержки требуемой функциональности. Существует множество систем Process Mining, каждая из которых обладает уникальными характеристиками и возможностями. Грамотный выбор системы позволит извлечь максимальный эффект из данного инструмента.

Список используемых источников:

1. Process Mining Manifesto [Электронный ресурс] // Business Process Management Workshops - BPM 2011 International Workshops. 2011. DOI:10.1007/978-3-642-28108-2_19 . URL: www.researchgate.net/publication/221585990_Process_Mining_Manifesto (дата обращения 17.10.2023).

2. Process Mining по шагам: как настроить и запустить процессную аналитику в компании [Электронный ресурс]. URL: habr.com/ru/articles/677922/ (дата обращения 18.10.2023).

3. Process Mining: тихая эволюция «Ливерпуля» [Электронный ресурс]. URL: processmi.com/cases/process-mining-tihaya-evolyucziya-liverpulya (дата обращения 19.10.2023).

Antonov K., Volfson M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

The approach to selecting Process Mining software solutions.

In this article, an approach to selecting Process Mining software solutions is examined, focusing on criteria, directions, and key aspects. Factors influencing the choice of a system for analyzing and optimizing business processes within an organization are discussed, alongside a successful case study illustrating the application of this technology in a football club.

Key words: Process Mining, business process analysis, software solutions, optimization.

УДК 004.457
ГРНТИ 20.53.19

АНАЛИЗ И ВНЕДРЕНИЕ СЕРВИСОВ WEB-АНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ «ПИЦЦАФАБРИКА»

Н. С. Белов

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

Количество данных, которые создают люди, с каждым годом растёт всё больше и больше, эти данные могут стать инструментом, для лучшей работы большинства предприятий в сфере общественного питания и не только. Использование этих данных является залогом успеха для любой компании, и позволяет лучше распоряжаться ресурсами организации на маркетинговую деятельность, экономить их и использовать только для привлечения целевой аудитории.

цифровизация, большие данные, web-аналитика, аналитика данных, облачные сервисы

В современном мире, маркетинговая деятельность или "маркетинг" являются неотъемлемой частью деятельности любого предприятия, занимающегося реализацией товаров или предоставлением услуг. Это обусловлено тем, что для того, чтобы привлекать клиентов, необходимо чтобы они о тебе знали, а компания, ведущая производственную деятельность, знала своего клиента. Более того, в нынешних реалиях, когда большая часть деятельности, связанной с привлечением клиентов, осуществляется в сети интернет, маркетинг становится жизненно необходимой частью деятельности любой организации.

В соответствии с отчётом Global Digital Report за 2022 [1], количество пользователей сети интернет в России составляет 129,8 миллиона т.е. большинство жителей нашей страны имеют доступ к сети интернет. При этом каждый пользователь имеет свой уникальный цифровой след, который формируется на основании его действий в сети. Эти данные собираются, структурируются и используются множеством самых различных компаний, от поисковых сервисов, таких как Google или Яндекс, которые на его основании формируют поисковую выдачу, до социальных сетей, которые могут подбирать и предлагать различные варианты знакомств, сообществ и мероприятий для вовлечения или привлечения пользователя в социальную сеть.

При этом объём хранимых данных о действиях пользователей постоянно растёт. И это в свою очередь породило новый набор инструментов, которые необходимы для взаимодействия с большими объёмами хранимых данных. Эти данные чаще всего называют термином "большие данные" [2], под которым понимают динамически изменяющуюся совокупность

структурированных и неструктурированных данных большого объема, ценность которых заключается в получении новой, достоверной информации, с возможностью визуализации для принятия решений.

Основными источниками больших данных, которые используются в маркетинговой деятельности являются интернет вещей и социальные медиа. Первый представляет из себя концепцию передачи данных между физическими объектами т.е. вещами (смартфонами, компьютерами, планшетами, серверами и т.д.).

Социальные медиа – это технологии, которые облегчают создание и обмен различной информацией между пользователями через различные сообщества и сети.

Для сбора больших данных о действиях пользователя с различных устройств и приложений используются различные сервисы web-аналитики.

Существует несколько подходов к использованию сервисов web-аналитики:

1. Собственный сервис (разработка своего решения, с использованием собственных ресурсов компании, с учётом особенностей бизнеса и каналов привлечения и взаимодействия с клиентами).

2. Готовое решение от сторонней компании (существует множество готовых сервисов web-аналитики, многие из них, такие как электронная коммерция от Яндекс Метрики или Roistat, активно применяются большинством современных компаний).

3. Разработка собственного сервиса с привлечением компании на аутсорсинге (многие компании даже в постковидных условиях, когда большая часть бизнеса ушла в онлайн, не стали создавать собственные команды разработки программного обеспечения для обеспечения собственных нужд и используют для этого сторонние компании, привлекая их на аутсорсинг).

Рассмотрим каждое из этих решений подробнее.

Собственный сервис web-аналитики. Если компания представлена в сети интернет и имеет собственный сайт для реализации продукции, то очевидно, что ей нужны средства или сервис для отслеживания и фиксации действий пользователей на сайте, в таком случае, при наличии достаточного времени на реализацию, бюджета, а также команды разработки, возможно создание собственного сервиса web-аналитики, который будет заточен в первую очередь под компанию и бизнес-процессы в ней. Тем не менее такой подход имеет и свои недостатки. Первым и самым очевидным является необходимость в собственной команде разработки, которая к тому же будет иметь время и возможность реализовать этот сервис. Вторым является дороговизна разработки, относительно готовых решений, которые хоть и не заточены под конкретную компанию, но являются наиболее универсальными и могут удовлетворить большинство наиболее распространенных требований от компаний.

К готовым решениям от сторонних компаний можно отнести такие сервисы как Электронная коммерция от Яндекс Метрики, рекламный кабинет ВКонтакте и Roistat. Каждый из этих сервисов активно используется большинством компаний в Российской Федерации обладает как преимуществами, так и недостатками, опишем их.

1. **Рекламный кабинет ВКонтакте.** В качестве преимуществ у которого можно выделить простоту интеграции, в работу сайта или мобильного приложения и наличие автоматических событий, которые создаёт система, реагируя на действия пользователей на сайте. К недостаткам же можно отнести очень непонятный интерфейс, с неочевидными решениями, а также регулярные ошибки в его работе, которые могут привести к потере данных или их искажению. Также у сервиса отсутствует сегментация пользователей по заданным критериям и нет данных о том, какие именно товары покупают на сайте посетители.

2. **Roistat.** В качестве преимуществ у которого можно также выделить простоту интеграции в работу сайта и мобильного приложения, возможность собирать данные в режиме реального времени. Наличие возможности анализировать данные об эффективности рекламных кампаний с других сервисов. К недостаткам же можно отнести отсутствие сегментации пользователей по заданным критериям, ежемесячная абонентская плата за пользование сервисом, а также то, что сервис собирает данные только о пользователях пришедших с различных рекламных кампаний, действия обычных пользователей он не фиксирует.

3. **Электронная коммерция от Яндекс Метрики.** В качестве преимуществ у которого можно выделить простоту интеграции, широкие возможности визуализации данных, возможность сегментации пользователей по заданным параметрам и критериям, а также возможность выгрузить сформированные сегменты для дальнейшего использования в других сервисах. К недостаткам же можно отнести отсутствие 100% полноты сведений о пользователях, поскольку сервис уязвим для различных блокировщиков рекламы.

Третьим подходом является разработка сервиса для web-аналитики с помощью компании на аутсорсинге. Данный способ применим, когда у компании отсутствует собственная команда разработки, либо её привлечение для такой работы слишком дорого. К преимуществам такого подхода можно отнести тот факт, что в работе не задействуются собственные ресурсы компании, нужны только деньги на оплату работы и внятное техническое задание. В тоже время к недостаткам можно отнести сроки разработки, поскольку потребуется пройти все этапы, от согласования договора и технического задания, до разработки и сдачи проекта заказчику со всеми возможными правками.

Рассмотрим процесс внедрения сервисов web-аналитики на примере ООО «Всё и сразу». Данная организация была создана в 2011 году и легла в основу

федеральной сети пиццерий, объединенных под брендом «ПиццаФабрика». За 12 лет, компания открыла более 50 заведений, а штат компании увеличился с 4 человек, до более чем 5 000 сотрудников. В компании в общей сложности сформировано 13 подразделений.

Компания активно использует как собственные запатентованные сервисы, такие как Единая система автоматизации, так и сторонние облачные решения, такие как Google Analytics и Яндекс метрика.

Маркетинговую деятельность осуществляет команда маркетинга, которая состоит из пяти больших подразделений, а также локальных маркетологов, которые осуществляют маркетинговую деятельность в соответствующих городах.

В своей деятельности команда опирается на данные, которые получает из различных сервисов web-аналитики, таких как Roistat и MindBox. При этом все сервисы обладают рядом недостатков, ключевым из которых является невозможность объединить данные из них в единую структуру и визуализировать для дальнейшего анализа и принятия различных решений. Более того, оба сервиса реагируют на изменения на рынке с большим запозданием. Кроме того, собранные с помощью этих сервисов данные сложно объединить со сведениями о клиентах, находящимися в собственной базе данных.

Эти проблемы побудили руководителей компании принять решение о необходимости внедрения нового сервиса web-аналитики, который бы позволил команде маркетинга оперативнее получать информацию о деятельности пользователей на сайте и в мобильном приложении.

В первую очередь команда сформулировала требования, которым должен отвечать сервис, среди которых следует выделить следующие:

1. Бизнес-требования, к которым относятся требования к срокам и бюджету. Срок составляет 6 месяцев, а бюджет не должен превышать суммы в 1 500 000 рублей. Кроме того, сервис должен собирать данные о действиях пользователей на сайте и аккумулировать их для дальнейшего структурирования, визуализации, анализа и принятия решений.

2. Среди пользовательских требований можно выделить две сценариев, одна из которых описывает действия пользователей на сайте и в мобильном приложении, а вторая описывает методы и способы взаимодействия сотрудников с полученными в первых сценариях данными.

3. К функциональным требованиям можно отнести необходимость поступления данных в режиме реального времени, наличие сегментации пользователей, а также возможность выгрузки данных о пользователях в заданных форматах.

В ходе подготовки было рассмотрено два решения:

1. Разработка и внедрение собственного сервиса
2. Внедрение готового решения от сторонней организации

Первое решение не подошло из-за превышения бюджетов, хотя и укладывалось в заданные сроки. Второе решение предполагало выбор из нескольких вариантов, среди которых были:

1. Roistat
2. Рекламный кабинет ВКонтакте
3. Электронная коммерция Яндекс Метрики

Были рассмотрены все преимущества и недостатки готовых решений. Выбор в итоге пал на электронную коммерцию от Яндекс Метрики. Данный сервис удовлетворял всем требованиям, которые были сформулированы командой маркетинга, а также укладывался в отведенный бюджет.

От нового сервиса в первую очередь ожидается решение очевидных проблем с объединением данных и их визуализацией. Появление у сотрудников команды маркетинга возможности сегментации клиентов для последующего взаимодействия с наиболее ценными из них, которые являются «постоянными» клиентами. Возможности возврата ранее ушедших посетителей сайта и бросивших свои корзины, не совершив покупки для побуждения их к возврату на сайт и совершению целевого действия (покупки). Благодаря лучшей сегментации, а также возможности анализа популярной продукции в зависимости от типа приложения/устройства, а также точки входа на сайт, у сотрудников команды маркетинга появляется возможность лучше настраивать рекламные кампании в других сервисах, таких как Яндекс Директ, MyTarget и другие, что позволит более эффективно расходовать рекламные бюджеты и не тратить их на нецелевую аудиторию.

Список используемых источников:

1. Digital 2022: Russian Federation [Электронный ресурс], режим доступа: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-russian-federation>
2. IBM Information on demand report за 2011 год [Электронный ресурс], https://www.ibm.com/investor/att/pdf/IBM_Annual_Report_2011.pdf

Belov N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Analysis and implementation of web analytics services to improve the effectiveness of the marketing activities of the pizzafabrika company.

The amount of data that people create is growing more and more every year; this data can become a tool for better operation of most enterprises in the catering industry and beyond. The use of this data is the key to success for any company, and allows you to better manage the organization's resources for marketing activities, save them and use them only to attract the target audience.

Key words: *digitalization, big data, web analytics, data analytics, cloud services.*

УДК 658.5
ГРНТИ 28.17.31

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ AGILE В ПРОЕКТАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Р. А. Волков

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

В настоящее время всё больший интерес вызывают возможности использования гибких методологий в проектах цифровой трансформации, позволяющие минимизировать время перехода от проектной стадии к эксплуатационной. В статье проанализированы варианты применения гибких методологий в проектах внедрения 1С: ERP, а также достоинства и недостатки от их применений.

Agile, Waterfall, ERP

При внедрении корпоративных информационных ERP-систем необходимо обязательное соблюдение методологии управления проектом, выбранной и утвержденной перед началом основных работ.

Стандарты и технологии проектного управления можно разделить на две категории:

- Классические (Waterfall): ISO 21500, ГОСТ 34, PMBOK и другие.
- Гибкие (Agile): Scrum, Kanban, Extreme programming и другие.

Общая проблема заключается в сложности применения гибких методологий в больших и длительных проектах с четко определёнными целями, результатами и требованиями к ним [2].

Обычная практика и мнение против гибких методик для ERP: «Внедрение ERP-системы часто проходит по классическим проектным методологиям в силу объемности и сложности внедряемой функциональности, когда нужно все четко спроектировать, спланировать и оценить» [1].

Примером длительного проекта и конкретной задачей цифровой трансформации может послужить внедрение «1С: ERP 2.0» на крупном производственном предприятии. Среднее время внедрения таких проектов с помощью классических методологий – 1-2 года и полноценное использование системы возможно только по окончании этого периода.

В классической («каскадной») парадигме планирования и управления проектом реализуются следующие этапы внедрения:

1. Подготовка проекта – сбор требований и обследование;
2. Концептуальное моделирование – моделирование прототипа;
3. Написание технического задания;
4. Техническое проектирование – настройка, разработка и доработка;
5. Перенос данных и интеграции – из и с наследуемыми системами;
6. Техническая эксплуатация – тестовая работа в системе и устранение замечаний по результатам работы;

7. Промышленная эксплуатация.

Из достоинств каскадной методологии важно отметить: чёткую фиксацию последовательности этапов и проработанность документации по каждому из них, что в конечном счёте приводит к высокой прогнозируемости результата и снижению риска ошибок.

К недостаткам каскадной методологии можно отнести долгий срок внедрения и отсутствие гибкости в управлении изменениями.

При достаточно развитой функциональности «1С: ERP 2.0» гибкие методологии ускоряют процесс внедрения. Это особенно хорошо видно, когда нельзя полноценно заранее спланировать и зафиксировать в требованиях и проектировании подробный план работ и проще развивать готовый прототип или уже запущенную работоспособную систему, небольшими итерациями, дающими сразу готовый результат для пользователей и обратную связь от них, когда компания готова подстроится под функциональность системы «из коробки». При этом, как правило, запускается типовая или минимально доработанная система под специфику предприятия, а вся дальнейшая доработка происходит при эксплуатации системы, данный запуск происходит в формате MVP.

Достоинства: небольшой срок окупаемости и быстрая автоматизация компании.

Недостатки: часть процессов компании дорабатывается в процессе эксплуатации, что ведёт к частому переучиванию пользователей.

Пример быстрого внедрения «1С: ERP 2.0» с использованием гибких методологий за более короткий срок чем при классической модели в объёме достаточном для старта работы предприятия – поблочный запуск. При этом требования к системе собираются комплексно, но запуск системы в работу происходит частями, остальные блоки продолжают работу в уже имеющихся системах. Вариант очередности запуска: производство, закупки, продажи и регламентированный учёт. Следующие шаги, на этапе дальнейшего развития проекта – блоки: казначейство и бюджетирование.

Достоинства: сокращение срока до получения результата, что приводит к более быстрой окупаемости проекта.

Недостатки: необходимы дополнительные интеграции с уже имеющимися системами для их одновременной работы на этапе перехода из одной системы в другую.

Грань между методологиями размывается - сочетание гибкого подхода с классическим превращается в гибридный: высокоуровневое планирование, определение и этапность проекта в целом, а внутри каждого этапа разработки — гибкие итерации «оценка – дизайн - разработка — внедрение» с частый выпуск релизов в эксплуатацию.

Вариант совмещения гибкие методологии с классическим подходом во внедрении: декомпозиция на задачи саму разработку можно гибко вести

«спринтами» и итерациями на быстрый результат с вовлечением Заказчика и минимумом проектной документации.

Предлагаемое решение – использование гибридного подхода для оптимизации методологии управления проектами внедрения 1С: ERP с соблюдением ряда условий:

- Ориентация на ускорение появления рабочего прототипа;
- Улучшение процесса управления изменениями и этапов проекта;
- Минимизация потерь преимущества методологии Waterfall, таких как: комплексный подход к проекту и проработанность документации;
- Бюджет предлагаемого подхода не должен превышать бюджета проекта по обычной «водопадной» методологии.

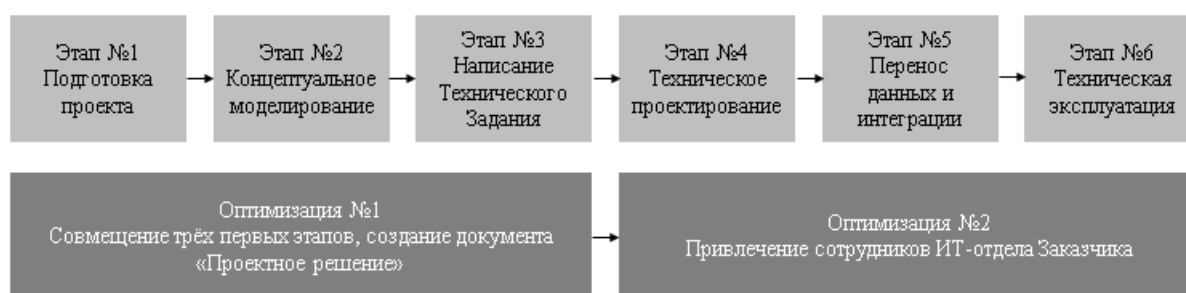


Рис. 1. Схема «классической» модели проектирования и предлагаемые варианты оптимизаций.

Варианты оптимизаций представлены на рис. 1:

1. Совмещение первых трёх этапов: подготовки проекта, моделирования и формирования технического задания – сбор требований, уточнение требований Заказчика, модель будущей системы и требования к ней создаются в едином потоке, разбитом на итерации, в итоге создается описание процесса со всеми поставленными требованиями в виде документа «Проектное решение».

Достоинства:

- Сокращение временных и финансовых затрат – нет долгих согласований и большого объёма документаций между этапами;
- Повышение уровня оперативного управления проектом и уточнение информации до передачи в разработку. Предлагаемый вариант позволяет внедрять новое требование без повторного согласования;
- Высокая степень участия Заказчика во всех трёх первых и ключевых этапах проекта, т.к. они идут одновременно.

Недостатки:

- Необходимость высокой доступности ключевых пользователей Заказчика для оперативных решений. Для проекта внедрения важна не столько согласованность документов, сколько пользователи, которые будут в дальнейшем использовать систему;

- Документ «Проектное решение» больше описывает бизнес-процессы, а не технические характеристики важные для разработчиков, в результате нужно дополнительное время на их уточнение.

Пример:

У Заказчика не было чёткого понимания как будет работать система и какие требования к ней, т.к. шёл процесс модернизации существующих бизнес-процессов. Слияние трех этапов проекта в один позволило получать оперативную и актуальную информацию, сформулировать требования к системе и сразу переходить к разработке, в результате чего изменения в бизнес-процессах проводились одновременно с внедрением системы.

2. Привлечение сотрудников ИТ-отдела Заказчика к последующим трём этапам: внесению данных, написаний доработок, проведения тестовой и опытной эксплуатации.

Достоинства:

- Улучшение взаимодействия команд Заказчика и исполнителя, что, в свою очередь, привело к повышению вовлеченности команды проекта, качеству обратной связи на выполняемые доработки и на итоговый результат;

- Снижение затрат на проект, за счёт перемещения части задач на специалистов ИТ-отдела Заказчика.

Недостатки:

- Повышение потребности в поддержании коммуникации обеих сторон и, как следствие, возрастание нагрузки на руководителя проекта;

- Сотрудники ИТ-отдела могут транслировать свои потребности, а не потребности конечных пользователей. Необходимо проводить дополнительную коммуникацию с пользователями, для верного понимания их требований.

Пример:

Применение данного подхода снизило затраты на 14%. Привлечение собственного ИТ-отдела привело к созданию Центра Компетенции у Заказчика: ещё на этапе разработки сотрудники понимали сущность работы доработок и способы их применения.

Выводы:

- Предлагаемые варианты оптимизации позволяют сократить сроки внедрения и затраты на проект.

- Совместное использование классической и гибкой методологии может существенно повысить эффективность проектного внедрения.

- Нельзя утверждать, что оптимизация на основе гибких методологий подойдёт всем заказчикам, нужен индивидуальный подход.

Список используемых источников:

1. Введение в управление проектами внедрения ERP-систем [Электронный ресурс]. URL: <https://its.1c.ru/db/pub1cerpvvedenuprpr#content:23:hdoc>

Volkov R.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Practice of applying Agile methodology in digital transformation projects. Currently, there is increasing interest in the possibilities of using Agile methodologies in digital transformation projects, allowing to minimize the time of transition from the design stage to the operational stage. The article analyzes options for using Agile methodologies in IC: ERP implementation projects, as well as the advantages and disadvantages of their applications.

Key words: Agile, Waterfall, ERP.

УДК 004.414.38
ГРНТИ 50.41.01

АНАЛИЗ ПРОЕКТНОГО И ПРОДУКТОВОГО ПОДХОДОВ В УПРАВЛЕНИИ ТРЕБОВАНИЯМИ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Д. П. Гудков

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

В данной статье рассматриваются два подхода к управлению требованиями в индустрии информационных технологий – проектный и продуктовый. В результате проведенного анализа подходов было выявлено, что при их взаимодействии могут возникать проблемы в управлении требованиями. Статья содержит рекомендации, которые позволят наладить работу в управлении требованиями.

управление требованиями, проектный подход, продуктовый подход

Опыт индустрии информационных технологий однозначно показывает, что вопросы, связанные с управлением требованиями, оказывают критически-важное влияние на программные проекты, в определенной степени – на сам факт возможности успешного завершения проектов. Только систематичная работа с требованиями позволяет корректным образом обеспечить моделирование задач реального мира и формулирование необходимых приемочных тестов для того, чтобы убедиться в соответствии создаваемых программных систем критериям, заданным реальными практическими потребностями [1].

Из-за разнообразия проектов по разработке программного обеспечения и организационных культур, единого, шаблонного подхода к работе с требованиями, который удовлетворит всех, не существует. Несмотря на это, в управлении требованиями применяются два основных подхода: проектный и продуктовый. В данных подходах существуют этапы, которые с возможными модификациями подойдут для большинства компаний. Некоторые этапы схожи, но имеются и отличия, которые при соприкосновении подходов могут привести к проблемам. Как правило, этапы выполняются в основном по порядку, однако сам процесс не является строго последовательным. Определим понятия упомянутых подходов и раскроем их через выделение этапов в управлении требованиями.

Проектный подход – это совокупность приемов, используемых в разработке программного обеспечения и других проектов, которая фокусируется на создании набора требований, которые определяют ожидаемое поведение системы. Этот подход позволяет команде разработчиков четко понять, какие функции должны быть включены в продукт, чтобы удовлетворить потребности пользователей [2]. Проектный подход состоит из следующих этапов:

- **Определение целей и задач проекта:** на начальном этапе команда определяет основные цели и задачи проекта, а также ожидаемые результаты. Это помогает команде понять, что именно нужно создать и как это должно работать.

- **Разработка требований:** после определения целей и задач, команда приступает к разработке требований. Требования могут быть функциональными, нефункциональными или техническими. Функциональные требования определяют, какие действия должен выполнять продукт, нефункциональные – как он должен работать, а технические – какие технологии нужно использовать для его создания.

- **Оценка требований:** команда оценивает требования, чтобы убедиться, что они реалистичны и достижимы. Это может включать в себя анализ существующих решений, оценку сложности реализации каждого требования и определение приоритетов.

Используя проектный подход, команда разработчиков создает набор требований, который точно определяет, что нужно создать и каким образом. Это обеспечивает более высокий уровень качества продукта и снижает риск возникновения проблем в будущем.

Продуктовый подход – это совокупность приемов, при которой требования к продукту определяются на основе его назначения и потребностей пользователей. Этот подход подразумевает создание продукта, который будет удовлетворять потребности пользователей и приносить прибыль компании [3]. В продуктивном подходе можно выделить следующие этапы:

- **Определение целевой аудитории:** прежде всего, нужно определить, кто является целевой аудиторией продукта. Это поможет понять, какие потребности пользователей нужно удовлетворить.

- **Анализ потребностей пользователей:** после определения целевой аудитории нужно провести анализ потребностей пользователей. Это можно сделать с помощью опросов, интервью, анализа конкурентов и т.д.

- **Определение функций продукта:** на основе анализа потребностей пользователей определяются функции, которые должен выполнять продукт. Этап помогает понять, какие возможности продукт должен предоставлять пользователям.

- **Определение приоритетов требований:** после определения функций нужно определить приоритеты требований. Это можно сделать с помощью методов, таких как анализ влияния, оценка рисков и т.д.

Использование продуктового подхода позволяет создавать продукты, которые удовлетворяют потребности пользователей и приносят прибыль компании. Такой подход также помогает снизить риски и улучшить качество продукта.

Следующие этапы являются максимально схожими для двух подходов:

- **Управление изменениями:** во время разработки как проекта, так и продукта могут возникнуть изменения в требованиях. Важно иметь процесс

управления изменениями, который позволяет команде быстро и эффективно обновлять требования, согласовывать новые решения.

- **Мониторинг и контроль:** на протяжении всего проекта команда должна контролировать выполнение требований и отслеживать прогресс. Это включает в себя регулярный сбор информации о статусе требований, анализ результатов и принятие мер для устранения проблем.

- **Завершение разработки продукта:** когда все требования выполнены, продукт готов к выпуску, а проект считается завершенным. Перед выпуском нужно провести финальное тестирование и убедиться, что продукт соответствует требованиям, а по результатам проекта все работает должным образом.

Этапы, перечисленные ранее, показывают как сходства, так и различия подходов к управлению требованиями. Определим важные составляющие каждого из них для дальнейшего сравнения. Данные анализа представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение проектного и продуктового подходов

	Проектный подход (проект – деятельность)	Продуктовый подход (продукт – результат деятельности)
Длительность жизненного цикла	Определенные во времени начало и конец	Не имеет заранее определенного окончания
Клиент	Решает проблему или требования конкретного заказчика	Решает проблему как минимум нескольких клиентов, как максимум сегмента рынка
Структура работы	Конечный набор задач для достижения определенной цели	Постоянный процесс изменений
Команда	Собирается под конкретный проект на время до его завершения	Стабильная группа людей, изменяющаяся по необходимости
Целеполагание	Предложить заказчику персонализированное решение в условиях временных и денежных ограничений	Выбрать те требования и направления развития, которые позволят максимально масштабировать продукт
Источник требований	Исходят от заказчика	Сбор обратной связи от пользователей, анализ данных и составление списка доработок на основе статистики

Из проведенного анализа следует, что при взаимодействии проектного и продуктового подходов возникает проблема в управлении требованиями: различные источники требований, сложность их передачи между двумя

подходами. Игнорирование данной проблемы может привести к провалу как проекта, так и продукта. Для повышения вероятности на успех требуется наладить работу по управлению требованиями между проектной и продуктовой командами, которые применяют соответствующие их названиям подходы.

Одним из решений является создание единого реестра требований (бэклога), изменения в который будут вноситься после согласования требований продуктовой командой. Бэклог должен актуализоваться с учетом проведенных обсуждений. Каждое требование в бэклоге должно: включать полную формулировку того, что должно быть реализовано; включать приоритет, очередность реализации (если равный приоритет), срок реализации; документ-источник.

В дополнение к предыдущему, необходимо принять специальное положение, которое будет регламентировать процесс работы с требованиями. Регламент должен содержать следующее:

- Должны быть определены возможные источники требований, например, ими могут быть: согласованная проектная документация, оформленный результат встречи в электронном письме (мемо встречи), согласованная документация по анализу рынка и официальные запросы на актуализацию бэклога с опорой на требования заказчика или анализ рынка.

- Должно указываться, что точно не может выступать в качестве источников требований: личные договоренности, переписка в социальных сетях и т.п.

- Должен указываться способ передачи требований: через запрос в адрес уполномоченного лица, через фиксацию в мемо встречи после очной или онлайн встречи.

- Передаваемые требования должны содержать: что должно быть реализовано, когда должно быть реализовано, приоритет относительно других направленных требований с тем же сроком реализации, источник требований.

Также следует проводить совместные встречи представителей от каждой из команд с источником требований в лице заказчика для эффективного взаимодействия и понимания требований. Это поможет избежать недопонимания и конфликтов, а также обеспечивает более точное выполнение задач.

Представленные проанализированные и обобщенные теоретические основы о двух основных подходах к управлению требованиями, позволят обеспечить согласованность формальных требований к разрабатываемому программному обеспечению. Использование единого бэклога, введение регламента, совместные встречи представителей проектных и продуктовых команд с заказчиками позволят формировать более точные требования и корректировать их на каждом этапе жизненного цикла как проекта, так и продукта, а также позволяет бизнес-аналитикам регулярно и эффективно анализировать неоднозначность и несоответствия в требованиях.

Список используемых источников:

1. ISO/IEC TR 19759:2015. Основы Программной Инженерии (SWEBOK) Software Requirements IEEE Guide to the Software Engineering Body of Knowledge – SWEBOK (перевод SWEBOK с замечаниями и комментариями от Сергея Орлика и Юрия Булуя) // решение-верное.рф [Электронный ресурс] – Текст: электронный. – URL: <https://xn----dtbhaacat8bfloi8h.xn--p1ai/swebok-software-requirements-ieee-guide-software-engineering> (дата обращения 16.10.2023).
2. Продукт VS проект: отличия подходов // Хабр [Электронный ресурс] – Текст: электронный. – URL: <https://habr.com/ru/companies/factory5/articles/552226/> (дата обращения 18.10.2023).
3. Продуктовый или проектный подход – как правильно? // VC.ru [Электронный ресурс] – Текст: электронный. – URL: <https://vc.ru/opinions/277447-produktovyy-ili-proektnyy-podhod-kak-pravilno?> (дата обращения 20.10.2023).

Gudkov D.*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication*

Analysis of project and product approaches in software requirements management. This article discusses two approaches to requirements management in the information technology industry - project-based and product-based. As a result of analyzing the approaches, it was revealed that when they interact, problems in requirements management may arise. The article contains recommendations that will help to establish work in requirements management.

Key words: requirements management, project approach, product approach.

УДК 004.457
ГРНТИ 20.53.19

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. А. Рыбин

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

Цифровизация агропромышленного сектора снижает его недостатки, связанные с непредсказуемостью погоды при выращивании, уборке и хранении урожая, позволяет оперативно отслеживать состояние посевов, а также помогает предотвратить хищения материальных ценностей, топлива, удобрений и семян.

цифровизация, цифровая трансформация, геоинформационные системы, аналитика данных

Сельское хозяйство — значимый сектор российской экономики, на него приходится 4,5% валового внутреннего продукта (далее ВВП) РФ. Уровень проникновения информационных технологий в агропромышленный комплекс (далее АПК) в РФ намного ниже, чем у мировых лидеров по этому показателю. Доля ИТ-специалистов, работающих в российском сельском хозяйстве, составляет 2,4%. Для сравнения: в США, Германии и Великобритании их до 4,5%. По оценке Министерства сельского хозяйства РФ, российский рынок цифровых технологий в АПК в 2022 году составлял около 360 млрд рублей.

В настоящее время многие компании, особенно, в реальном секторе экономики, проводят цифровую трансформацию, то есть глубокую реорганизацию своих бизнес-процессов с применением широкого спектра цифровых инструментов, которая приводит к улучшению характеристик этих процессов, в частности, к сокращению времени выполнения, сокращению ресурсов, затрачиваемых на их выполнение.

Цифровая трансформация российского сельского хозяйства способна помочь преодолеть ряд глобальных вызовов, таких как:

- увеличение потребности в продовольствии (на 60% к 2050 г.) в результате роста численности населения и повышения качества жизни;
- истощение продуктивных сельскохозяйственных земель, рост экологической нагрузки и сокращение площадей, пригодных для ведения сельского хозяйства;
- изменение потребительских предпочтений и развитие модели устойчивого и экологичного потребления;

Применение цифровых технологий в АПК позволяет увеличивать урожайность, повышать производительность труда, оптимизировать затраты ресурсов, более точно прогнозировать объемы выпуска и реализации сельскохозяйственной продукции, улучшать планирование на всех этапах

создания добавленной стоимости, контролировать ситуацию на производстве и в полной мере реализовать потенциал систем управления качеством. [1]

Доля сельскохозяйственных организаций, использующих специализированное программное обеспечение (далее ПО), так же ниже, чем во многих других отраслях экономики, - ERP, MES-системы в основном востребованы лишь крупными агрохолдингами. В целом, сельскохозяйственные организации характеризуются более низким, чем в среднем по экономике, уровнем внедрения цифровых технологий. Наиболее активно применяются в АПК геоинформационные (далее ГИС) системы: доля предприятий, использующих их, выше, чем в других отраслях на 14,1%.

На рисунке 1 представлено сравнение использования цифровых технологий и ПО организациями в сфере сельского хозяйства и в целом по экономике в РФ, по расчетам, проведенным в НИУ ВШЭ в 2020 году.

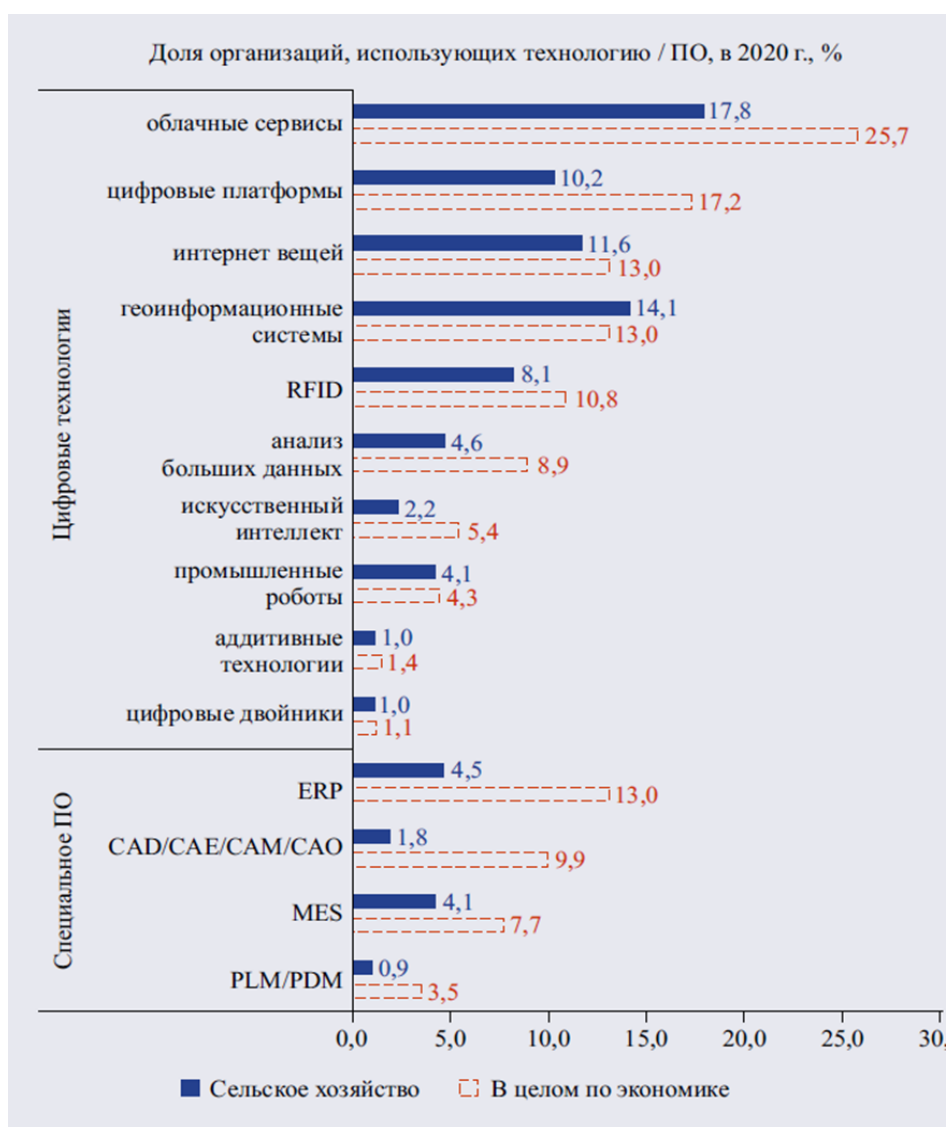


Рис. 1. Использование цифровых технологий в РФ в 2020 г.

Рассмотрим ключевые процессы цифровизации АПК на рисунке 2. [3]



Рис. 2. Ключевые процессы цифровизации АПК

Основные технологии и процессы при цифровизации АПК:

1) Программное обеспечение (ПО) для управления фермой, помогающее в планировании, составлении графиков и ведении учета.

2) Развертывание устройств и датчиков IoT (Internet of things) для мониторинга погодных условий, влажности почвы и состояния посевов в режиме реального времени.

3) Использование технологий точного земледелия, таких как тракторы с GPS-навигацией и беспилотники, позволяющее оптимизировать использование удобрений и пестицидов, что дает возможность сократить количество отходов и повысить урожайность.

4) Сбор данных из различных источников и аналитика, для принятия более эффективных решений и прогнозирования тенденций в сельском хозяйстве.

5) Спутниковые снимки или беспилотники для мониторинга состояния посевов, что позволяет своевременно выявлять такие проблемы, как заражение вредителями или нехватка питательных веществ, и принимать соответствующие меры.

6) Внедрение технологии блок-чейн для создания прозрачной и отслеживаемой цепочки поставок. Это помогает потребителям и заинтересованным сторонам отслеживать происхождение и качество сельскохозяйственной продукции.

Одним из важных инструментов в цифровизации сельского хозяйства является нормализованный относительный индекс растительности - Normalized Difference Vegetation Index (далее NDVI). [5]

Этот индекс вычисляется по поглощению и отражению растениями лучей красной и ближней инфракрасной зоны спектра. Значения индекса для растительности лежат в диапазоне от 0,20 до 0,95. Чем лучше развита растительность во время вегетации, тем выше значение NDVI. Таким образом, NDVI – это индекс, по которому можно судить о развитии зеленой массы растений во время вегетации.

Самое известное применение NDVI — для оценки развития культур. Для визуальной оценки применяется цветовая шкала: серый цвет означает состояние растений ниже критического (ниже 0,25), красный-желтый-зеленый означают, соответственно плохое, среднее или отличное развитие биомассы. Ознакомиться с примером использования индекса можно в облачном сервисе OneSoil. [6]

Регулярный осмотр полей по снимкам помогает заметить изменения в случае зарождения очагов инфекций или появления вредителей. Благодаря снимкам так же можно оценить качество посевных работ.

Среди российских и иностранных экономистов бытует мнение, что даже с учетом применения высоких технологий и повышения производительности труда в сельском хозяйстве, самое эффективное предприятие агропромышленного комплекса не выживет без субсидирования и поддержки государства.

Правительство РФ 7 июня 2022 года сообщило о выделении 907 миллионов рублей на внедрение цифровых технологий в АПК России. [3]

Господдержка АПК РФ в 2023 г. из федерального бюджета может увеличиться до 475,7 млрд руб., сообщила замминистра сельского хозяйства России Елена Фастова на парламентских слушаниях в Совете Федерации 18 ноября 2022 г. [6]

Программа цифровизации сельского хозяйства РФ в 2023 году, утвержденная Министерством сельского хозяйства [4]:

- введение стандартов по обмену данными в сельском хозяйстве;
- создание ФГИС в семеноводстве;
- ввод в полную эксплуатацию Федеральной ГИС «Зерно»;
- запуск единого цифрового реестра земель сельхозназначения;

Проект по модернизации информационной сети сельскохозяйственных предприятий состоит из нескольких этапов:

1) Анализ существующей информационной инфраструктуры, построение моделей AS IS и TO BE, сбор требований;

2) Выбор технологической платформы для автоматизации бизнес-процессов;

3) Выбор геоинформационной системы;

4) Выбор платформы для аналитики данных;

5) Выбор системы отслеживания поставок;

6) Развертывание технологий точного земледелия;

Ожидаемые результаты успешно проведенной цифровой трансформации:

- 1) Более гибкий и ориентированный на результат процессный подход к управлению;
- 2) Уменьшение временных затрат на выполнение бизнес-процессов;
- 3) Сокращение финансовых издержек;
- 4) Рост конкурентоспособности компании;
- 5) Повышение чистой прибыли;

Список используемых источников:

1. Рыбин А.А. Цифровизация в отрасли сельскохозяйственных предприятий: отчет о НИР. СПб. : СПбГУТ, 2022. 42 с.
2. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: <https://cdto.work/2023/03/15/cifrovaja-transformacija-v-selskom-hozhajstve/> (дата обращения 01.11.2023).
3. Цифровизация в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_в_агропромышленном_комплексе_России/ (дата обращения 25.10.2023).
4. Трансформация сельского хозяйства: цифровые возможности развития [Электронный ресурс]. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/transformaciya-selskogo-hozhajstva-cifrovye-vozmozhnosti-razvitiya> (дата обращения 20.10.2023).
5. Рыбин А.А. Модернизация информационной сети сельскохозяйственных предприятий: отчет о НИР 2. СПб. : СПбГУТ, 2022. 29 с.
6. Господдержка российского АПК в 2023 году может увеличиться до 475,7 млрд руб. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/16368155/> (дата обращения 15.11.2023).
7. OneSoil: Бесплатное приложение для точного земледелия [Электронный ресурс]. URL: <https://onesoil.ai/ru> (дата обращения 10.11.2023).

Rybin A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Modernization of the information network of agricultural enterprises.

Digitalization of the agro-industrial sector reduces its disadvantages related to unpredictable weather in growing, harvesting and storing crops, as well as enables rapid monitoring of crops, which helps prevent theft of inventory, fuel, fertilizers and seeds.

Key words: *digitalization, digital transformation, geographic information systems, data analytics.*

УДК 004.023
ГРНТИ 20.19.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ВИДЕОИГР

Ф. В. Филиппов, И. А. Цветков

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

На сегодняшний день нейронные сети получают очень быстрый процесс развития и различные отрасли пытаются угнаться за таким внезапным прогрессом. Так и разработчики видеоигр активно начинают внедрять, улучшать и адаптировать искусственный интеллект в одном из основных компонентов любой игры – графической составляющей.

нейронные сети, stable diffusion, обработка изображений, пиксель-арт

В настоящее время использование нейронных сетей все глубже проникает в нашу жизнь. Они нашли свое применение во многих областях, включая медицину, финансы, автомобильную промышленность и многое другое. Одной из областей, где нейронные сети показывают особенно впечатляющие результаты, является разработка видеоигр, поскольку практически любой аспект разработки можно автоматизировать: написание сценария, кода, звуков, голосов и визуальной составляющей.

Графическая составляющая является важной частью в разработке видеоигр. Графика – это одна из ключевых составляющих игрового процесса, определяющей его визуальное впечатление и привлекательность. Поэтому зачастую необходимо вложить большое количество ресурсов в качество графики и создание визуальных эффектов.

Одним из основных преимуществ использования нейронных сетей в разработке видеоигр является их способность генерировать разнообразные и качественные графические элементы. Например, с помощью нейронных сетей можно создавать текстуры, модели персонажей и окружения, а также создавать реалистичное освещение и эффекты [1].

Нейронные сети обучаются на больших базах данных с изображениями, что позволяет имитировать естественные процессы создания графики и создавать более реалистичные и детализированные изображения. Примером может послужить открытая система «*Stable Diffusion*». Это модель глубокого обучения, специально разработанная для задач создания и обработки изображений. Он основан на концепции процессов объединения, при которых изображение собирается из отрывков других изображений или концептов.

«*Stable Diffusion*» в основном используют в целях процедурной генерации, где сеть может создавать новые текстуры, ландшафты или даже целые игровые уровни. Обучая сеть на большом наборе данных

существующих ресурсов, она может научиться генерировать новый контент, соответствующий желаемому стилю или теме игры.

Интересным применением инструментария является передача стиля, при которой сеть может научиться передавать художественный стиль одного изображения в другое. Это можно использовать для создания уникальных визуальных эффектов или для соответствия художественного стиля игры определенной теме или жанру.

Один из распространенных сценариев использования данной сети – это масштабирование текстур или изображений низкого разрешения. Это может быть особенно полезно для игр в стиле ретро или игр с ограниченными аппаратными возможностями. Применяя «*Stable Diffusion*», изображения можно масштабировать до более высокого разрешения, улучшая их визуальное качество [2].

Но также можно и проводить обратные операции. Очень сложным направлением для генерации и обработки изображений нейронными сетями является пиксель-арт. Из-за низкого разрешения и недостаточного количества качественного материала для обучения изображения получаются сильно размытыми и сильно отличаются от требуемого запроса.

Но тем не менее работа в данном направлении ведется. Например, вышло несколько неофициальных плагинов от сторонних разработчиков для одного из самых популярных пиксель-арт ориентированных графических редакторов – «*Aseprite*» [3].

Работа данных плагинов зачастую основана на следующей концепции. Сначала создается изображение с помощью инструментария «*Stable Diffusion*», у полученного результата сильно уменьшается разрешение с постепенной доработкой изображения с целью контроля шумов и отклонений. Спустя несколько циклов изображение готово для дальнейшей обработки. Примером такого плагина может послужить «*Retro Diffusion Extension for Aseprite*» [4].

Также создано несколько плагинов для создания анимированных изображений. Там используется описанный выше алгоритм, но он повторяется для каждого отдельного кадра анимации. Но тестируется возможность генерации не просто по запросу, но и по дополнительным очертаниям рисунка, например, плагин «*PixelLab*» [5].

Отличились разработчики модификаций для свободного и открытого 3D-редактора Blender. Прямо в редакторе можно создать изображение для референса, новую текстуру, доработать 2D-анимацию или вовсе превратить изображение в 3D-объект. С этим может помочь плагин «*Stability for Blender*» [6].

Генераторы изображений широко используются для создания реалистичных и разнообразных ландшафтов в играх. Используя функции шума, разработчики могут создавать карты высот местности, текстуры и распределение растительности. Это позволяет создавать обширные и

захватывающие игровые миры с уникальными ландшафтами, генерируемыми процедурно, экономя время и ресурсы по сравнению с ручным проектированием каждого элемента ландшафта.

Но основной сценарий использования таких систем – это создание текстур для различных игровых объектов и сред. Используя процедурные методы, разработчики могут создавать текстуры со сложными деталями, такими как текстура древесины, узоры камня или переплетение ткани. Эти сгенерированные текстуры можно легко применять к 3D-моделям, обеспечивая высокий уровень реализма и уменьшая необходимость создания текстур вручную.

Генераторы изображений используются для предоставления обширных возможностей настройки персонажа в играх. Вместо создания большого количества заранее разработанных ресурсов разработчики могут создавать широкий спектр внешностей персонажей, комбинируя различные черты лица, причёски, предметы одежды и аксессуары. Это позволяет игрокам создавать уникальных и персонализированных персонажей, соответствующих их предпочтениям. Эти системы хорошо себя показали в период популярности *non-fungible token (NFT)* [7].

Сильно упрощается работа с эффектом частиц. Есть возможность создавать динамичные и визуально выделяющиеся эффекты, такие как взрывы, огонь, дым или магические заклинания. Эти эффекты могут улучшить общее погружение и визуальное зрелище игры, обеспечивая игрокам более увлекательный опыт.

Таким образом, использование нейронных сетей для создания и обработки изображений в области разработки видеоигр является актуальным и перспективным. Нейронные сети предлагают новые возможности для создания качественной графической составляющей, улучшения визуальных эффектов, повышения уровня автоматизации и оптимизации внутренних процессов. Вместо команды художников теперь достаточно иметь оператора, который разбирается в области составления запросов для искусственного интеллекта и одного-двух художников для возможного редактирования изображений для более точной подгонки под проект. Внедрение нейронных сетей в разработку игр может значительно уменьшить затраты ресурсов для больших разработчиков и улучшить качество небольших проектов.

Список используемых источников:

1. Noor Shaker, Julian Togelius, and Mark J. Nelson. Procedural Content Generation in Games [Электронный ресурс] URL: http://www.sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_cory.pdf (дата обращения 17.12.2013).
2. Stable Diffusion API Docs [Электронный ресурс]. URL: <https://stablediffusionapi.com/docs/> (дата обращения 27.10.2023).
3. Документация по программному продукту «Aseprite» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aseprite.org/docs/> (дата обращения 27.10.2023).
4. Документация по плагину «RetroDiffusion» [Электронный ресурс]. URL: <https://huggingface.co/LostMedia/RetroDiffusion/tree/main> (дата обращения 27.10.2023).

5. Документация по плагину «PixelLab» и официальные каналы связи [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pixellab.ai/> (дата обращения 27.10.2023).

6. Документация по плагину «Stability for Blender» [Электронный ресурс]. URL: <https://platform.stability.ai/docs/integrations/blender/get-started> (дата обращения 27.10.2023).

7. Aji Teguh Prihatno, Naufal Suryanto, Sangbong Oh, Thi-Thu-Huong Le. NFT Image Plagiarism Check Using EfficientNet-Based Deep Neural Network with Triplet Semi-Hard Loss [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/368841970_NFT_Image_Plagiarism_Check_Using_EfficientNet-Based_Deep_Neural_Network_with_Triplet_Semi-Hard_Loss (дата обращения 27.10.2023).

Filippov F., Tsvetkov I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Using neural networks to generate and process images in video game development. Today, neural networks are undergoing a very rapid development process and various industries are trying to keep up with such sudden progress. Likewise, video game developers are actively beginning to introduce, improve and adapt artificial intelligence in one of the main components of any game - the graphical component.

Key words: Neural networks, stable diffusion, image processing, pixel art.

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

6.1. Вопросы регионоведения и межкультурных коммуникаций в цифровую эпоху

УДК 914/919
ГРНТИ 11.15.25

СТРАТЕГИЯ ШВЕЦИИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

К. А. Веденина, А. Б. Гехт

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

Отправной точкой для новой шведской стратегии в отношении Арктического региона является Арктика в условиях перемен. Швеция выделила для себя новый вектор развития в Арктике - международного сотрудничества в Арктике для решения проблем, стоящих перед регионом. Подчеркивается важность уважения международного права. Люди, мир и климат находятся в центре арктической политики Швеции.

Швеция, Арктика, Арктический регион, стратегия Швеции

Швеция – это страна с большой арктической зоной. Поэтому она особенно заинтересована, а также несет ответственность за содействие мирному, стабильному и устойчивому развитию и вклад в конструктивное международное сотрудничество в Арктике. Будучи одной из восьми арктических стран, Швеция является членом Арктического совета.

Арктика сталкивается как с новыми возможностями, так и с серьезными вызовами. Особенно это относится к резким изменениям климата и окружающей среды. Глобальное потепление особенно сильно ударило по Арктике, сократив площадь ледяного покрова и вечной мерзлоты и влияющий на биоразнообразие и условия жизни населения региона. Коренные народы особенно уязвимы. Изменение климата также сыграло свою роль в повышении экономического значения Арктики. Меньший ледяной покров создает новые условия, например, для использования природных ресурсов и морского транспорта. Геостратегическое значение региона возросло как для арктических, так и для неарктических государств. Усиление военного присутствия и активности в регионе имеет последствия для политики безопасности. COVID-19 подчеркнул необходимость как жизнестойкости, так и готовности местных сообществ в Арктическом регионе к борьбе с пандемиями.

Швеция должна принять во внимание эти изменения в Арктике. Основной интерес Швеции заключается в том, чтобы попытаться внести свой вклад в мирное, стабильное и устойчивое развитие региона посредством хорошо

функционирующего международного сотрудничества с арктическими и неарктическими субъектами в регионе. Как в двусторонних, так и в многосторонних отношениях правительство намеревается придерживаться подхода, основанного на широкой концепции безопасности. Поддерживать это - главный интерес Швеции, основанный на правилах миропорядка, которые являются частью основ международной безопасности и стабильности в регионе.

Правительство планирует работать над поддержанием хороших и отлаженно функционирующих международных отношений, и форматов сотрудничества, которые конструктивно рассматривают возможности и вызовы в Арктике в рамках международного права. Правительство рассчитывает работать над укреплением роли Арктического совета как центрального многостороннего форума по вопросам, касающимся Арктики. Правительство будет работать над усилением роли Баренцева региона сотрудничества по вопросам, имеющим особое значение для Баренцева региона, над укреплением сотрудничества Северных стран по вопросам, касающимся Арктики, там, где интересы северных стран совпадают, защищать права, перспективы и интересы коренных народов и добиваться более широкого участия молодежи и женщин в политических процессах, касающихся Арктики.

В Арктике нет вакуума международного права. Арктический регион охватывает как сухопутные, так и морские районы, где восемь арктических государств обладают различной степенью суверенитета и юрисдикции. Организация Объединенных Наций, Конвенция по морскому праву (ЮНКЛОС) устанавливает основополагающие правовые рамки для морских районов. Пять арктических прибрежных государств имеют законные права и обязанности в морских районах Арктики, касающиеся как моря, так и морского дна. Они обладают суверенной юрисдикцией над своими внутренними водами и территориальными морями, и суверенными правами в своих исключительных экономических зонах (ИЭЗ) и континентальные шельфы. За пределами их исключительных экономических зон находится открытое море. В рамках морского права все государства пользуются правами, например, в отношении судоходства, морских научных исследований и использования ресурсов в арктических водах. Морское право также обязывает все государства сотрудничать в целях защиты морской среды. Комиссия ООН по границам континентального шельфа (CLCS) [1], Международный орган по морскому дну (ISA) [2] и Международный трибунал по морскому праву (ITLOS) [3] - это три важных органа все они установлены сторонами ЮНКЛОС. Полярный кодекс в соответствии с Международным Морская организация (ИМО) является еще одной важной частью международно-правовой базы для Арктики. Существуют также важные региональные соглашения, включая Договор об архипелаге Шпицберген и Соглашение о сохранении белых медведей; двусторонние соглашения, в том числе между

Норвегией и Россией о Баренцевом море и Северный Ледовитый океан; а также соглашения об управлении ресурсами и режимы управления рыболовством, которые регулируют конкретные условия в Арктике. Конвенции ООН по правам человека и Декларация ООН о правах коренных народов также являются ключевыми международными документами, имеющими непосредственное отношение к Арктическому региону.

Швеция не имеет территориальных претензий в Северном Ледовитом океане, но в интересах Швеции, чтобы претензии пяти арктических прибрежных государств в отношении континентальных шельфов и территориальных споров разрешались в соответствии с международным правом, включая ЮНКЛОС. Все внешние субъекты, присутствующие в Арктическом регионе, также должны соблюдать нормы и конвенции международного права. Швеция намерена работать над поддержанием основанного порядка и международного права, которые в конечном счете являются основой мира и стабильности в Арктике. Швеция открыта и готова к разработке дополнительных нормативных рамок и соглашений в ответ на дальнейшие события в Арктике и эволюцию сотрудничества в Арктике. В целом, Швеция приветствует рост международного интереса к Арктике. Восемь арктических стран играют особую роль в Арктике, которую следует сохранить. Особенно, более широкое международное сотрудничество важно для решения климатических проблем в Арктике.

Швеция планирует работать над тем, чтобы Арктика по-прежнему характеризовалась миром, безопасностью и стабильностью. Швеция внесет свой вклад в трансграничное сотрудничество в области гражданского управления кризисными ситуациями и спасательных служб в Арктике, то есть через Форум береговой охраны Арктики (ACGF) [4]. Что касается изменений в политике безопасности в Арктике, правительство старается работать над сохранением мира и стабильности в регионе и вносить вклад в меры укрепления доверия и безопасности. В то же время национальный потенциал Швеции и заблаговременное планирование будут укреплены.

Правительство намеревается работать вместе с международными партнерами над сохранением Арктического региона как мирного и стабильного региона, характеризующегося конструктивным и хорошо функционирующим международным сотрудничеством. Швеция добивается соблюдения международного права, включая морское право. Дальнейшее мирное и стабильное развитие в Арктике зависит от поддержания порядка, основанного на правилах, и от того, чтобы все действующие лица, присутствующие в регионе, соблюдали международное право. Соединенная Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву (ЮНКЛОС) имеет центральное значение в этом контексте. Восемь арктических государств несут особую ответственность за развитие событий в Арктике. Илулиссатская декларация [5], подписанная пятью прибрежными государствами в 2008 году и подтвержденная всеми арктическими

государствами в 2018 году, декларирует общую приверженность сохранению Арктики как мирного и стабильного региона. Арктические государства обязуются, среди прочего, решать нерешенные вопросы, касающиеся перекрывающихся претензий на континентальный шельф, в рамках применимого международного права. Соглашения, подобные этому, а также другие двусторонние и многосторонние соглашения демонстрируют волю и готовность к сотрудничеству для решения общих проблем и вызовов в Арктике.

Швеция рассматривает работу над ограничением потепления в Арктике в соответствии с целью Парижского соглашения по ограничению глобального потепления. Швеция также работает над сохранением биоразнообразия в соответствии с целями Конвенции о биологическом разнообразии и работать над внедрением нетоксичной экономики замкнутого цикла.

Поэтому Швеция сосредоточит свое внимание на действиях, способствующих достижению результатов в трех основных областях: ограничение потепления в Арктике путем сокращения глобальных выбросов как долгоживущих, так и короткоживущих парниковых газов; сохранение биоразнообразия в Арктике, включая ее морскую среду, и создание глобальной нетоксичной экономики замкнутого цикла. Эти действия способствуют достижению следующих глобальных целей на период до 2030 года. Повестка дня: чистая вода и санитария для всех, доступная и экологически чистая энергия для всех, устойчивое потребление и производство, борьба с изменением климата и его последствиями, «Жизнь под водой» и «Жизнь на суше».

В заключение, Участие Швеции в Арктике в течение длительного времени привлекало правительство, Риксдаг и правительственные учреждения, а также региональные и местные органы власти, организации коренных народов, университеты, компании и другие заинтересованные стороны в Арктическом регионе Швеции. Процветающий Арктический регион способствует безопасности нашей страны и, следовательно, является важной частью внешней политики правительства.

Список используемых источников:

1. Комиссия по границам континентального шельфа [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/Depts/los/clcs_new/clcs_home.htm (дата обращения 25.10.2023).
2. Международный орган по морскому дну [Электронный ресурс]. URL: <https://www.isa.org.jm/> (дата обращения 25.10.2023).
3. Международный трибунал по морскому праву [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itlos.org/en> (дата обращения 25.10.2023).
4. Форум береговой охраны Арктики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arcticcoastguardforum.com/member-country/sweden> (дата обращения 25.10.2023).
5. Министерство иностранных дел Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/rso/1716188/ (дата обращения 25.10.2023).

Vedenina K., Gekht A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Sweden's strategy for the Arctic region.

The starting point for the new Swedish strategy for the Arctic region is the Arctic under conditions of change. Sweden has identified for itself a new vector of development in the Arctic - international cooperation in the Arctic to solve the problems facing the region. The importance of respect for international law is emphasized. People, peace and climate are at the center of Sweden's Arctic policy.

Key words: *Sweden, The Arctic, The Arctic region, the Swedish strategy.*

УДК 32.019.51
ГРНТИ 42.01.29

SWEDISH MEDIA POLITICS: CURRENT ATTEMPTS TO DELIGITIMISE THE PRESS

V. A. Mitsov

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications

In the context of democracy, the presence of free and independent media is crucial for the proper functioning of democratic processes. In Sweden, the Constitution safeguards freedom of expression, freedom of information, freedom to demonstrate, and freedom of assembly, which are fundamental rights in Swedish democracy. However, there has been an alarming rise in politically motivated attacks on the news media, aimed at eroding trust in their credibility. Viewed through this lens, criticism of the news media coming from elected officials carries a heightened risk to the freedom and autonomy of the press, exceeding the impact of criticism from other segments of society. This risk is particularly salient when such criticism aims to erode the credibility and legitimacy of the media.

Sweden, freedom of speech, media, censorship

From a democratic standpoint, the presence of free and independent news media plays a crucial role in the proper functioning of democracy. These media outlets have several key democratic functions, including providing citizens with accurate and reliable information about social and political issues, serving as the watchdog against abuses of power, and acting as a deterrent against illegal or unethical behavior by those in positions of authority.

In order for news media to effectively carry out their democratic functions, it is crucial that they enjoy both widespread usage and trust from the public. Otherwise, there would be a lack of epistemic authority, rendering the informative coverage and exposure of wrongdoings ineffective. People need to have access to and confidence in the information provided by the news media in order for them to "assist citizens in becoming informed."

Transparency and accountability are vital elements of Swedish democracy. To ensure the protection of democratic values, Sweden has established four fundamental laws: the Instrument of Government, the Freedom of the Press Act, the Fundamental Law on Freedom of Expression, and the Act of Succession.

The freedom of the media and expression can only be limited when it is necessary to achieve specific purposes outlined in the Constitution, and any restrictions imposed must be proportionate and justifiable. Certain forms of media, such as newspapers, radio, and television, enjoys particularly strong constitutional protection. The Constitution directly regulates penalties for infringements on freedom of the press and expression when it pertains to messages conveyed through these media channels [1].

The Swedish Government provides annual funding for independent research initiatives, such as Nordicom: Svensk Medieutveckling - Swedish Media

Development. These projects aim to compile Swedish media statistics, document ownership structures, assess market conditions in the Swedish media industry, and conduct the comprehensive survey known as *Mediebarometern* [2]. However, such surveys quite often happen to be exclusively optimistic, while politically motivated attacks have been recorded seeking to undermine trust in news media. Before analysing current threats to Swedish media brief characteristics of the industry should be given.

The Swedish media model has traditionally been described as a democratic corporatist model, with a robust press, significant political parallelism, a high level of professional standards, and a prominent role of the state in media policy formation. However, in recent years, there has been a shift towards a more liberal approach. According to RSF's World Press Freedom Index the kingdom takes the 4th place (88.15), only behind Denmark, Ireland, and Norway [3].

Local morning papers have historically been the dominant force in the newspaper market, with a strong subscription base. While there has been a decline in the circulation of physical newspapers, it is important to note that compared to other countries, the circulation rates in Sweden remain relatively high.

In the past, there existed a close relationship between political parties and the press in Sweden. Alongside the established liberal and conservative newspapers, social democratic newspapers and those affiliated with the agrarian Centre party emerged in the early 20th century. To preserve the political diversity in the newspaper landscape, a press subsidy system was implemented. Today there are minimal ownership connections between political parties and newspapers, although some independent online news sites maintain strong ties to political parties, and an increasing number of local newspapers are owned by self-governed foundations with indirect links to the political realm [4].

Since the early 1970s, the Swedish government has implemented active state policies to provide subsidies to economically vulnerable newspapers. Additionally, all newspapers benefit from certain indirect advantages, such as a reduced VAT rate of 6 percent for printed newspapers (compared to the standard 25 percent) and a general distribution subsidy. The government is currently considering a proposal to lower the VAT for digital subscriptions as well [5]. Sweden also maintains a relatively robust public service broadcasting sector, with a significant market share of approximately 1/3 for television and 3/4 for radio.

As mentioned before, there has been a concerning rise in politically motivated attacks that specifically target news media in an attempt to undermine public trust in their integrity and reliability. One notable example is the former American president, Donald Trump, who frequently criticized the news media, labeling it as spreading "fake news" and portraying it as an "enemy of the people.", not to mention various semi-democratic and authoritarian nations.

The increasing prevalence of politically motivated attacks on the news media can be attributed to two key factors. Firstly, the rise of right-wing populism has contributed to a more hostile attitude towards the media. Secondly, the advent of

digital and social media platforms has made it easier for political actors to bypass traditional news outlets and directly express their criticism towards the media. It is important to note that elected politicians, in particular, possess the power not only to shape public opinion but also to influence the regulations and standards that govern the media. From this perspective, attacks on the news media by elected officials pose a greater threat to the freedom and independence of the press compared to criticism from other societal groups [6]. This is especially true when such criticism aims to undermine the legitimacy of the media.

Distinguishing between accountability media criticism and delegitimising media criticism, the latter can have several significant effects. Primarily, it can erode public trust in journalism and the legitimacy of news media. Additionally, it may serve to shield individuals and organisations from critical media coverage, diverting public attention away from valid concerns. Furthermore, delegitimising media criticism can potentially fuel the demand for partisan or politically motivated alternative media, which may perpetuate propaganda feedback loops and further polarize public discourse.

In both Europe and the United States, delegitimising media criticism tends to be more prevalent among right-wing populist politicians compared to their counterparts from other political affiliations. In Sweden, this can be observed in the greater hostility towards the media exhibited by members of the right-wing authoritarian populist party, the Sweden Democrats, in comparison to MPs from other political parties. Additionally, in recent years, the Moderate Party and the Sweden Democrats have shown increased collaboration, blurring the distinction between populist and non-populist parties and politicians. Hence, the categorization of parties and politicians as populist or non-populist is not always clear-cut.

The proposal for increased criminal protection for individuals exercising their freedom of expression in the context of professional news reporting or other journalistic activities highlighted the reluctance of journalists to seek legal assistance. This hesitancy can be attributed to negative experiences with the legal system and a historical acceptance of hate speech and abuse within the profession [7]. It aligns with existing research indicating the normalization of harassment and mistreatment within the field of journalism. As a result, the underreporting of such incidents is strongly linked to concerns of potential reprisals [8].

Preserving the freedom of speech for journalists is of utmost importance, particularly in the face of rising distrust and the growing influence of populism in democratic nations globally. Experts argue that the phenomenon of bottom-up vigilantism, instigated by populist leaders, which seeks to intimidate and silence journalists in public debates, should not be viewed solely as a safety concern or a personal risk for journalists. Rather, it constitutes a broader issue of speech with significant implications for journalism. Numerous scholars support this assertion by establishing a connection between the objectives of populist movements, the control of public discourse, and the deliberate targeting and demonisation of journalism.

References:

1. Ministry of Justice: Freedom of expression and freedom to demonstrate in Sweden [electronic resource]// Government Office of Sweden [website]. URL: <https://www.government.se/articles/2023/01/freedom-of-expression-and-freedom-to-demonstrate-in-sweden/> (access date: 2 Nov., 2023)
2. Svensk medieutveckling [electronic resource]// Nordicom [website]. URL: <https://www.nordicom.gu.se/en/facts-analysis/swedish-media-development> (access date: 2 Nov., 2023)
3. The World Press Freedom Index [electronic resource]// Reporters without borders [website]. – URL: <https://rsf.org/en/index> (access date: 2 Nov., 2023)
4. Snickars, Pelle. (2022). Modeling Media History: On Topic Models of Swedish Media Politics 1945–1989. Media History. 28. 1-22. – URL: https://www.researchgate.net/publication/360851039_Modeling_Media_History_On_topic_models_of_Swedish_media_politics_1945-1989 (access date: 2 Nov., 2023)
5. Jakobsson, Peter & Lindell, Johan & Stiernstedt, Fredrik. (2021). A Neoliberal Media Welfare State? The Swedish Media System in Transformation. Javnost - The Public. 28. 1-16. – URL: https://www.researchgate.net/publication/354929182_A_Neoliberal_Media_Welfare_State_The_Swedish_Media_System_in_Transformation (access date: 2 Nov., 2023)
6. Liminga, Agnes & Strömbäck, Jesper. (2023). Undermining the legitimacy of the news media: How Swedish members of parliament use Twitter to criticise the news media. Nordicom Review. 44. 279–298. – URL: <https://sciendo.com/article/10.2478/nor-2023-0015> (access date: 2 Nov., 2023)
7. Justitiedepartementet: Skärpt syn på brott mot journalister och vissa andra samhällsnyttiga funktioner [electronic resource]// Regeringskansliet [website]. – URL: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/lagratsremiss/2023/03/skarpt-syn-pa-brott-mot-journalister-och-vissa-andra-samhallsnyttiga-funktioner/#> (access date: 2 Nov., 2023)
8. Björkenfeldt O. Swedish journalists' perceptions of legal protection against unlawful online harassment //Frontiers in Sociology. – 2023. – Vol. 8. – P. 69. – URL: <https://doi.org/10.3389/fsoc.2023.1154495> (access date: 2 Nov., 2023)

Митасов В.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. Бонч-Бруевича

Медиаполитика Швеции: текущие попытки делигитимизировать прессу. В контексте демократии наличие свободных и независимых средств массовой информации имеет решающее значение для надлежащего функционирования демократических процессов. В Швеции Конституция гарантирует свободу выражения мнений, свободу информации, свободу демонстраций и свободу собраний, которые являются фундаментальными правами в шведской демократии. Однако наблюдается тревожный рост политически мотивированных нападков на средства массовой информации, направленных на подрыв доверия к ним. Рассматриваемая через эту призму, критика средств массовой информации, исходящая от выборных должностных лиц, несет повышенный риск для свободы и автономии прессы, превышающий воздействие критики со стороны других слоев общества. Этот риск особенно заметен, когда такая критика направлена на подрыв доверия и легитимности средств массовой информации.

Ключевые слова: Швеция, свобода слова, СМИ, цензура.

УДК 32`327

ГРНТИ 11.25

ВНЕШНЯЯ ПОЛИТИКА ФИНЛЯНДИИ В ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД И СОВРЕМЕННОСТИ

С. А. Куприк^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

²Выборгский объединенный музей-заповедник

В статье автор рассматривает, как менялись и развивались направления внешней политики поствоенной Финляндии со времен президента Юхо Паасикиви (1946 г.) по настоящее время. Какие факторы оказывали влияние на выбор того или иного направления, так как, страна имеет интересное географическое положение. Она находится на границе между Западными странами, имеет тесные интеграционные взаимодействия с ними, и на границе с Российской Федерацией (до 1991 г. с Советским Союзом), с которой у нее также были тесные экономические отношения.

внешняя политика, Финляндия, политика нейтралитета, советско-финляндские отношения, НАТО, линия Паасикиви, Урхо Кекконен, российско-финские отношения

Между Востоком и Западом: одно из лучших определений для внешней и экономической политики Финляндии. Со времен XX века Суоми остаётся одним из главных экономических и культурных партнеров Российской Федерации в связи с географическими, историческими причинами. В то же время Финляндия активно включена в процесс северной и европейской интеграции. В данной статье мы рассмотрим исторический процесс внешнеполитических отношений страны с начала послевоенного периода по настоящее время и выявим, что тезис взаимодействия между Востоком и Западом актуален по сей день.

В 1940-х гг. Финляндия вела две войны против Советского Союза: Зимняя война (1939–1940 гг.) и Война-продолжение (1941–1944 гг.). Финляндия проиграла обе войны, но смогла оказать сопротивление красной армии настолько, что Советский Союз не смог оккупировать всю территорию страны. Финляндия сохранила свою независимость.

Советский Союз после Второй Мировой войны оказался в числе стран победителей, и Финляндии пришлось начать принимать его по-новому. В 1946 г. президентом Финляндии был избран Юхо Паасикиви. Он стал проводить такую внешнюю политику, которая в последствии стала называться «Линия Паасикивизи». «Линия Паасикиви» означает, что Финляндия должна создать хорошие и доверительные отношения с Советским Союзом для поддержания мира.

В 1947 г. началась Холодная война. Мир был разделен на два конкурирующих блока. Западный блок во главе с США и Восточный блок во главе с Советским союзом. Большинство восточноевропейских государств стали коммунистическими и присоединились к Восточному блоку. Финляндия же пыталась сохранять нейтралитет в Холодной войне, но это было трудно,

потому что Финляндия соседствующее государство Советскому Союзу. Так в 1948 г. Финляндия заключила с СССР договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи (ДДСВ). По этому договору Суоми обещала, что будет защищать свою территорию, если какое-либо государство попытается напасть через Финляндию на Советский союз [1]. Однако, согласно этому же договору, Красная армия могла оказать помощь финской армии в отражении этого нападения, но об этом следовало договариваться отдельно [1]. Договор подчеркивал то, что Финляндия – нейтральное государство. Во многих западных странах считалось, что договор связывает Финляндию именно с советской сферой влияния. Но с другой стороны, Финляндия была независимым государством и внутренне напоминала больше устройство государств западного блока (страна была демократической со свободной экономикой).

Во время Холодной войны положение Финляндии постоянно было ненадежным и ей приходилось договариваться с Советским Союзом о многих внешнеполитических решениях. Но все же, Суоми также выиграла от своего положения между Востоком и Западом, так как смогла вступить в торговые отношения со странами обоих блоков. Это пошло на пользу экономике и сделало возможным строительство государства всеобщего благосостояния.

В 1956 г. президентом Финляндии становится Урхо Кекконен. Если Паасикиви заложил фундамент в отношениях с СССР, то Кекконен углубил внешнеполитическую «Линию Паасикиви». Однако бывали и кризисные моменты. Например, в 1958 г. в Финляндии было избрано новое правительство, которое не было признано СССР [2]. Советский союз объявил об окончании переговоров между двумя странами по торговому соглашению и отозвал своих послов из Хельсинки. Президент Кекконен встал на сторону СССР и не поддержал новое правительство. Оно было вынуждено уйти в отставку, чтобы восстановить хорошие отношения между Финляндией и Советским Союзом [2]. Этот кризис известен под названием «ночной мороз».

В 1961 г. между Финляндией и Советским Союзом произошел второй политический кризис. Он начался с того, что Советский Союз направил в Финляндию дипломатическую ноту, в которой говорилось о военном сотрудничестве в рамках ДДСВ [3]. Кроме того, Советский Союз заявил, что он обеспокоен направлением внешней политики Финляндии. Уже тогда страна начала активно участвовать в европейской прозападной интеграции. В 1956 г. она стала членом Северного совета и получила статус наблюдателя в НАТО. К тому же в момент отправки ноты президент Урхо Кекконен находился на Гавайских островах в отпуске во время своего успешного визита в Соединенные Штаты и Канаду. Финны опасались военного сотрудничества с СССР по нескольким причинам. Во-первых, это подрывало бы политику нейтралитета, которой придерживалась страна. Одна из важнейших целей внешней политики Финляндии заключалась в укреплении доверия к нейтралитету страны в глазах западных держав. Во-вторых, на Западе ходили разговоры о том, что Финляндия марионеточная страна, в которую СССР скоро введет свою армию, что приведет к потере суверенитета. Этот кризис был разрешен, когда президент Кекконен отправился в Советский Союз для переговоров по этому вопросу. После СССР отозвал свои претензии, а Кекконен вернулся в Финляндию героем и на выборах был избран

президентом еще один раз. Некоторые считают, что с помощью «Кризиса Нот» Советский Союз хотел повлиять на президентские выборы в Финляндии и на переизбрание Кекконена [3].

Во время правления Кекконена многие Западные страны стали относиться к нейтралитету Финляндии с еще большим скептицизмом и начали открыто критиковать страну за то, что она позволяет Советскому Союзу вмешиваться в свои дела. В западной историографии появился даже такой термин, как «финляндизация» – подчинение политики страны политике большей соседней страны при номинальном сохранении суверенитета [4].

Интересный момент, многие историки критиковали Кекконена за то, что он пытался захватить всю власть (срок его президента насчитывает 25 непрерывных лет), позволяя Советскому Союзу вмешиваться во внутренние дела Финляндии, а другой стороны, некоторые ученые считают, что Кекконен был опытным политиком, который отстаивал интересы Финляндии в сложной ситуации во время Холодной войны [4].

Вместе с распадом Советского Союза в 1991 г. Холодная война закончилась. И теперь Финляндия могла свободно решать вопросы собственной внешней политики. И был сделан выбор в пользу Запада. В 1995 г. Финляндия вступила в Европейский союз. А с 1993 г. принимает участие в невоенной части манёвров в НАТО в Балтийском море. 9 мая 1994 г. – Финляндия присоединилась к программе НАТО «Партнёрство ради мира». С 2012 г. участвует в учениях НАТО в небе Балтики, а в 2018 г. присоединилась к участию в военных учениях, сначала это была сухопутная техника, а с 2019 г. включился и морской флот.

Вдобавок не следует забывать об особенных отношениях Финляндии и Швеции. До 2023 г. эти страны официально не были включены в военный блок НАТО, но Швеция являлась и является одним из самых активных партнеров Альянса и вносит ценный вклад в операции под руководством НАТО. Одним из важных приоритетов сотрудничества — развитие возможностей и поддержание способности вооруженных сил Швеции выполнять задачи совместно войсками НАТО и другими странами-партнерами. И здесь можно провести параллель, как страна, не входящая в военный блок, учувствует в военных учениях? С 6 мая 2014 г. министр обороны Финляндии и Швеции объявили о том, что был подписан план оборонного сотрудничества двух стран, согласно которому будут проводиться совместные военные учения авиации, армии и флота, а также совместно использоваться материальные ресурсы вооруженных сил двух стран [5].

Следующий важный момент: в 1991 г. был расторгнут договор между Финляндией и СССР, но в 1992 г. был заключен новый договор об основах отношений с Россией. Основной его темой стало экономическое сотрудничество. Особенно делается упор на сотрудничестве северной страны с Санкт-Петербургом, Республикой Карелией, Ленинградской и Мурманской областями. Для Финляндии Россия является одним из важных партнеров в области торговли и культурного, туристического взаимодействия. Вообще, если между Россией, а также Западом наметиться прогресс более-менее хороших политических отношений, то Финляндия в силу своей близости с Российской Федерацией может выступить одной из первых стран посредницей для налаживания, в первую очередь, российско-европейских отношений. Она

начала это делать еще в 1969 г., когда страна выступила посредником между капиталистическими и социалистическими странами, благодаря чему в 1975 г. были подписаны Хельсинские договоренности. Если вернуться в современность, то совсем недавно, когда в 2019 г. Финляндия председательствовала в Европейском союзе, она выразила надежду, что ЕС сможет нормализовать отношения с Москвой. Однако, пока Россия, особенно в Западном мире, носит статус агрессора, вряд ли эти попытки приведут к какому-то диалогу [6], особенно в то время, когда отношения Европейский государств и России достигли такой эскалации напряженности, разрушив годами установленные экономические, политические и культурные связи (в большей степени на это повлияло учреждение Россией Специальной военной операции на территории Украины в начале 2022 г.).

В ответ на все события Финляндия (совместно с Швецией) решает подать 18 мая 2022 г. заявку на полноценное членство в НАТО. В первую очередь, это было связано с тем, что Швеция и Финляндия как полноправные члены Организации станут частью коллективной безопасности НАТО и на них будут распространяться гарантии безопасности, закрепленные в статье 5 Североатлантического договора. Важность гарантий возросла, поскольку Швеция и Финляндия, в значительной степени, обеспокоены нынешней политической обстановкой. Будучи членом НАТО, любая страна обязана рассматривать вооруженное нападение на союзника как нападение на себя и оказать помощь этому союзнику, предприняв такие действия, которые она сочтет необходимыми [7].

Вступление в НАТО – это политический процесс, основанный на статье 10 договора Североатлантического альянса. В нем говорится, что членство в НАТО открыто для любого европейского государства, которое обладает потенциалом продвигать принципы договора о НАТО и вносить вклад в безопасность региона. По сообщению посла США в Хельсинки Дугласа Хики Финляндия (и Швеция) могут быть приняты в НАТО до конца этого года, однако решения в Альянсе о вступлении нового члена может приниматься только единогласно, а 3 страны (Турция, Словакия и Венгрия) из 30 до сих пор не ратифицировали протоколы о вступлении Финляндии (и Швеции) в НАТО, следовательно, процесс вступления может затянуться надолго [7].

Финляндия давно сотрудничает с НАТО в рамках оперативного планирования. Членство существенно улучшит условия для комплексного оборонного планирования. НАТО обладает командной структурой с уникальной способностью руководить крупномасштабными и сложными военными операциями. Интегрированная командная структура позволяет союзникам действовать совместно более эффективно и быстро.

Членство в НАТО также подразумевает приверженность ядерной доктрине организации и политике стратегического сдерживания. В то же время решения НАТО принимаются консенсусом, и каждый член НАТО имеет право занять свою позицию по решениям, касающимся размещения или применения ядерного оружия на своей территории, как это сделали, например, Дания, Литва, Норвегия и Испания.

Однако действительно ли Финляндии необходимо вступать в НАТО? Суоми обладает относительно боеспособными вооруженными силами. Финляндия может мобилизовать 280 000 военнослужащих, а ее расходы на

оборону превышают расходы некоторых существующих союзников по НАТО. Но эта точка зрения не признает главного недостатка: эти перспективные выгоды от сотрудничества подрывают эффективное сдерживание и повышают риск конфронтации с Россией. Эти новые обязательства только создадут проблемы для безопасности как Европы, так и США.

Неприсоединение Финляндии было определяющей чертой внешней политики Финляндии на протяжении десятилетий, что позволяло им культивировать более стратегические отношения и иметь более широкий диалог с Россией, чем тот, который существует в настоящее время между Россией и НАТО.

Финляндия не находится под угрозой. Она хорошо вооружена и дружит с Западом; у нее нет серьезных разногласий с Москвой. Даже самые антироссийские настроенные аналитики не приводят никаких доказательств того, что президент России Владимир Путин планирует завоевать эти два государства и присоединить их к России.

Как уже было сказано выше, Финляндия и Швеция имеют боеспособные вооруженные силы, которые могли бы способствовать созданию независимой европейской системы обороны. Однако дальнейшее расширение американской оборонной помощи Европе будет препятствовать усилиям этих и других стран в области обороны.

В 2023 г. во время трехдневного саммита НАТО в Мадриде стало известно, что все члены Альянса (в том числе и Турция, которая долгое время бойкотировала вступление Финляндии и Швеции в организацию) ратифицировали заявку Финляндии. 4 апреля 2023 г. Финляндия официально стала членом НАТО. С этого момента Финляндия включена в общую оборону НАТО и на нее распространяются гарантии статьи 5 [9].

21 августа 2023 г. министр иностранных дел Финляндии Элина Валтонен произносит речь, в которой отмечает, что перед внешнеполитической деятельностью Финляндией стоят следующие задачи:

Финляндия в полной мере участвует во всех мероприятиях НАТО;

Финляндия прилагает все усилия для обеспечения того, чтобы Швеция стала членом НАТО как можно скорее;

Финляндия поддерживает политику открытых дверей НАТО и совместно с союзниками продвигает Украину к членству в НАТО и ЕС [10].

Список используемых источников:

1. Договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи между Союзом Советских Социалистических Республик и Финляндской Республикой [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (сайт). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1901033> (дата обращения 14.04.2022).

2. *Tarkka J.* Itsenäinen Suomi - Seitsemän vuosikymmentä kansakunnan elämästä. Helsinki, 1987. s. 221.

3. *Rautkallio H.* Novosibirskin lavastus. Noottikriisi 1961. Helsinki: Tammi, 1992. s. 387.

4. *Rislakki J.* Erittäin salainen. Vakoilu Suomessa. Helsinki: LOVE KIRJAT, 1982. s. 440–454.

5. Северный союз [Электронный ресурс] // Российский совет по международным делам (сайт). URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/severnyuy-soyuz/> (дата обращения 09.04.2022).

6. Ulkoministeriön tilinpäätös 2019 [Elektronische Ressource] // Ulkoministeriö (website). URL:

[7. Североатлантический договор. \[Электронный ресурс\] // NATO \[сайт\]. URL: \[https://www.nato.int/cps/ru/natohq/official_texts_17120.htm?selectedLocale=ru\]\(https://www.nato.int/cps/ru/natohq/official_texts_17120.htm?selectedLocale=ru\) \(Дата обращения 23.05.2022\).](https://docviewer.yandex.ru/view/669422461/?*=qbt2jt3WzgbW02Rh1S%2Fc7fDjAUI7InVybcI6Imh0dHBzOi8vdW0uZmkvZG9jdW1lbnRzLzM1NzMyLzAvVFBfMjAxOV9GSU5BTF9hbGxla2lyam9pdGV0dHUucGRmLzIxODc5NzdiLWI2Y2QtMDY3YS11ZTBhLTJkYzdkNTdlMGEyMj90PTE1ODM3NDc0NjMzODAiLCJ0aXRzZSI6IjIxODc5NzdiLWI2Y2QtMDY3YS11ZTBhLTJkYzdkNTdlMGEyMj90PTE1ODM3NDc0NjMzODAiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoiNjY5NDIyNDYxIiwidHMioE2MjA2MDI0MTEwNjEsInl1IjoiNDE5MTIyNTU0MTU0OTgxNTg0NSIsInNlcnBQYXJhbXMiOiJsYW5nPWZpJnRtPTE2MjA2MDIxMzMmdGxkPXJ1Jm5hbWU9MjE4Nzk3N2ItYjZjZC0wNjdhLWVIMGEtMmRjN2Q1N2UwYTYyJTNGdCUzRD E1ODM3NDc0NjMzODAmGv4dD1TdW9tZW4rRVUtcHVvZWVvZm9odGFqYWthdWRlbit0dWxva3NldCsyMDE5JnVybd1odHRwcyUzQS8vdW0uZmkvZG9jdW1lbnRzLzM1NzMyLzAvVFBfMjAxOV9GSU5BTF9hbGxla2lyam9pdGV0dHUucGRmLzIxODc5NzdiLWI2Y2QtMDY3YS11ZTBhLTJkYzdkNTdlMGEyMiUzRnQlM0QxNTgzNzQ3NDYzZmZwJmxyPTEwOTc3MyZtaW1lPXBkZiZsMTBubXJ1JnNpZ249YzJiMjI2NDZiMjcwMmNiZDMwMzhmMjM4O DY0NjEzZmJkma2V5bm89MCSJ9.pdf (дата обращения 09.04.2022).</p>
</div>
<div data-bbox=)

8. Ward A., Seligman L. U.S. ambassador: Finland and Sweden in NATO by Christmas [Elektronische Ressource] // Politico (website). URL: <https://www.politico.com/newsletters/national-security-daily/2022/09/22/u-s-ambassador-finland-and-sweden-in-nato-by-christmas-00058404> (дата обращения 22.09.2022).

9. Nato [Elektronische Ressource] // Ulkoministeriö (website). URL: <https://um.fi/nato> (дата обращения 14.11.2023).

10. Ulkoministeri Elina Valtonen puhe suurlähettiläskokouksessa 2023 [Elektronische Ressource] // Suomen ulkopolitiikan asiakirja-arkisto ja kronologia (website). URL: <https://www.eilen.fi/fi/4243/?language=fi> (дата обращения 14.11.2023).

Kuprik S.^{1,2}

¹*Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications*
²*Vyborg United Museum Reserve*

Finland's Foreign Policy In The Post-War Period And The Present.
The author analyses how the foreign policy directions of post-war Finland have changed and developed from the time of President Juho Paasikivi (1946) to the present. What factors have influenced the choice of a particular destination, as the country has an interesting geographical position. Being on the border between Western countries, it has close integration relations with them, and on the border with the Russian Federation (until 1991 with the Soviet Union), which also has close economic relations with it. Due to the deterioration of the political update in the international arena at the beginning of 2022, the article's thesis "between East and West" is particularly relevant to Finland's current foreign policy.

Key words: *foreign policy, Finland, neutrality policy, Soviet-Finnish relations, NATO, Paasikivi line, Urho Kekkonen, Russian-Finnish relations.*

6.2. Реклама и связи с общественностью в цифровом обществе

УДК 659.118.1
ГРНТИ 45.01.14

ПРОДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ЛИДЕРОВ МНЕНИЙ В РЕСТОРАННОМ БИЗНЕСЕ

И. Е. Астафьева, Д. Д. Пыпина

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

В современном мире увеличивается роль лидера мнений в коммуникации между ресторанным бизнесом и аудиторией. Инфлюенсеры оказывают влияние на поведение подписчиков, подталкивают к покупке. В связи с этим необходимо изучить особенности продвижения ресторанного бизнеса в социальных сетях, посредством лидеров мнений и личного бренда. Для решения подобной задачи в статье проанализированы виды и особенности взаимодействия компаний с инфлюенсерами в ресторанном бизнесе.

продвижение, ресторанный бизнес, личный бренд, лидер мнений, инфлюенсер

Данное исследование направлено на изучение особенностей продвижения ресторанного бизнеса в социальных сетях, посредством лидеров мнений и личного бренда. Актуальность проблемы отражается в увеличении роли инфлюенсера в коммуникации между ресторанным бизнесом и аудиторией. Лидеры мнений оказывают влияние на поведение аудитории, подталкивают к покупке: по статистике 38% пользователей социальных сетей просматривают контент о еде, 27% пользователей выкладывают контент по теме “еда”, а хештег “еда” публикуется в более чем 250 миллионах постов каждый месяц [1]. Эффективность сотрудничества ресторанного бизнеса с инфлюенсерами достигается с помощью нативного подхода: доверие к их рекомендациям выше, чем к прямой рекламе. Как правило, аудитория в профиле блогера нарастает органически, поэтому у него с подписчиками схожие ценности. К примеру, если лидер мнений советует места и подкрепляет рекомендации эмоциями, то подписчикам тоже хочется посетить эти заведения и пережить тот же опыт, стать “ближе” к блогеру, иметь с ним что-то общее [2].

В рамках статьи были проанализированы виды и особенности взаимодействия компаний с инфлюенсерами в ресторанном бизнесе. Первый вид взаимодействия – дегустационное мероприятие сезонного меню или блюда, проведенное совместно с лидером мнений, создание мерча. Таким образом, инфлюенсер привлечет внимание к новому продукту не только своих подписчиков, но и посетителей ресторана. Кроме того, прогретые блогерским контентом посетители смогут также разместить фото с новинкой, отметить место и поставить хештег, повысив тем самым узнаваемость ресторана.

Примером такого сотрудничества может быть ресторанный проект Ксении Собчак, шефа Владимира Мухина и ресторатора Бориса Зарькова, которые в 2020 году совместно открыли ресторан “She”. Специфика ресторана заключается в том, что шеф-поваром является искусственный интеллект, который придумывает необычные сочетания продуктов в блюде. В день открытия в ресторане провели дегустацию получившихся блюд, в которой участвовала и Ксения Собчак. Большая часть аудитории журналистки проживает в Москве, и совпадает по интересам и уровню дохода с аудиторией “She”. Ксения в своем телеграм-канале часто пишет о современных тенденциях в сфере технологий, экологии и моды, что отражается и в ценностях проекта. Ресторан применяет экологичные средства: интерьер создан из переработанной мебели, блюда подаются на бамбуковых тарелках, используются новые технологии для составления меню.

Кофейня “Эклерная Клер” совместно с брендами Tkano, Yellow line, Verlé и Russian grannies провела инфлюенс-пикник, что в два раза повысило взаимные охваты компаний. А ресторан “Sybarite” создал совместно с лидерами мнений тематические меню, одним из которых является travel-меню блогера Макса Брандта, часто путешествующего и создающего обзоры на рестораны.

В выборе инфлюенсера для сотрудничества важно учесть, что ценности и аудитория медийной личности должны совпадать с идеей и аудиторией ресторанный проекта. Так, ресторан Ксении Бородиной “Funky Food”, который появился в 2016 году, закрылся уже через месяц после первого заказа. За день, после поста Ксении о торжественном открытии, на ресторан подписалось около 20 тысяч человек. Пользователи активно писали в комментариях о своих симпатиях к Ксении, но большинство не проживало в Москве, т.е. не являлось целевой аудиторией ресторана, а также было недостаточно платежеспособным для категории заведения. На запуске проекта лидер мнений привлекает внимание аудитории, но впоследствии многое зависит от концепции места и качества обслуживания. Сейчас Ксения владеет другой сетью банкетных ресторанов “Тейкабум”, находящейся в торговых центрах. Целевая аудитория сети – семьи с детьми (сама Ксения часто публикует в социальных сетях фото с дочками).

Другим примером успешного продвижения ресторанный проекта посредством личного бренда является продвижение заведений “redbox” и “Loona”, созданных Тимати совместно с рестораторами. Концепция сети “redbox” построена на наиболее продаваемых десертах проекта, созданных в форме “мишек” по мотивам коллекционных игрушек bearbrick японской компании Medicom Toy, которые стали популярны в 2001 году. Главное блюдо ресторана, напоминающее знаменитых мишек, ассоциируется с коллекцией bearbrick Тимати. В социальных сетях он часто упоминает, что у него самая большая коллекция этих игрушек в России. Большая часть подписчиков Тимати не могут позволить себе оригинального мишку, но для того, чтобы

стать ближе к инфлюенсеру, они купят мишку-десерт, который стоит несоизмеримо дешевле коллекционного. В ресторане “Loona” Тимати также является совладельцем: поддерживает проекты в блоге, приглашает партнеров, но его партнерская роль особым образом не акцентируется.

Вторым по популярности видом взаимодействия является сотрудничество с инфлюенсером, выступающим в качестве амбассадора. В данном случае он является официальным лицом ресторана: упоминает заведение в своих социальных сетях, информирует о появлении нового блюда в меню, публикует дайджест мероприятий проекта. Также инфлюенсер может выступать как в роли ведущего, так и в роли организатора событий, проходящих в ресторане (автограф-сессия, авторский вечер, мастер-класс). Часто от его имени отправляется почтовая рассылка ядру клиентов об акциях и специальных мероприятиях.

Бар “Сплетни by Anna Asti” активно продвигается посредством личного бренда Анны Дзюбы. В день открытия Анна оставила шампанское с пожеланием персоналу и автографом, пообещав через год работы заведения открыть бутылку совместно с гостями (10 февраля 2024), что создает эффект “группы избранных”. Кроме того, в заведении проводится розыгрыш пригласительных на afterparty с разрезанием красной ленты, камерные концерты, разыгрываются билеты на концертный тур исполнительницы.

Ресторан “Frank by Баста” является постоянным местом проведения для авторской программы “Вопрос ребром” на канале Басты. В программе знаменитости должны честно отвечать на каверзные вопросы, а если зрители решат, что гость лукавит, то он должен оплатить ужин посетителям “Frank by Баста”. В видео большое внимание уделяется пришедшим зрителям, которые ужинают во время разговора Басты с гостем: демонстрируются их лица, процесс ужина, сервировка и блюда эстетично отображены в кадре. Интерьер и освещение создают ощущение доверительной обстановки и близости гостя со зрителями. Важно заметить, что массовка, находящаяся за столиками в момент съемки программы соответствует определенному типу светских личностей (вечерний дресс-код).

Другим видом взаимодействия являются рекламные и спонсорские посты о ресторане в профиле у лидера мнений. В ходе работы над статьей мы разделили инфлюенсеров, создающих контент о популярных заведениях, на пять категорий: медийные личности, лайфстайл-блогеры, ресторанные критики, фуд-блогеры, фуд-журналисты. Среди них также можно выделить макро-, гипер-, нано- и микро- инфлюенсеров. Последние часто создают контент по бартеру, на который активно отзываются подписчики. Доверие к микро-блогеру выше в силу сформировавшегося у аудитории стереотипа: чем более известен лидер мнений, тем менее искренен с подписчиками. Кроме того, лидером мнений может выступать и авторитет в определенной группе, на взгляды которого равняется большинство [3]. В рамках сотрудничества инфлюенсеры могут написать пост о ресторане, в котором оценят качество и

атмосферу заведения, но также могут появляться там вживую. Во втором случае они дополнительно привлекут аудиторию и обеспечат полную посадку гостей. Так, блогер Женя Петрова (бывшая участница шоу “Каникулы в Мексике”), сотрудничая с сетью “Якитория”, постоянно посещала их рестораны и фотографировалась с фанатами, публиковала контент с упоминанием заведения и нативным рекламным постом.

Эффективным, но более дорогим, и поэтому редким, способом продвижения является спонсорство кулинарной книги фуд-блогера, с помощью которой ресторан не только сможет отстроиться от конкурентов, но и повысит охват аудитории.

Кофейня SCHOOL в Торонто продвигается посредством публикаций своего главного блюда (панкейков) в социальных сетях у фуд-инфлюенсеров. Акцент идет на визуальную составляющую контента: эстетичное фото с подписью нативно рекламирует бренд, привлекая внимание подписчиков. Уникальность взаимодействия этой кофейни с инфлюенсерами состоит в том, что она работает исключительно по бартеру. Лидера мнений приглашают на завтрак в обмен на контент о кофейне. Это не только повышает узнаваемость кофейни, но и экономит ее рекламный бюджет, а также мотивирует подписчиков не отставать от эстетичного тренда и тоже публиковать фото завтрака в SCHOOL. Подписчики следят за теми, на кого хотят быть похожими, “за лучшими версиями себя”, поэтому “зеркалят” инфлюенсеров [4].

В стратегии продвижения важно соблюдать баланс между взаимодействиями с микро- и макро-инфлюенсерами. Так, компания Макдональдс сотрудничает с обеими категориями, в равной степени, но использует каждую из них для разных целей. Сначала Макдональдс запускает рекламную кампанию (ролик по телевидению) с макро-инфлюенсерами, а затем подключает микро-инфлюенсеров (посты в социальных сетях), мнение которых вызывает у аудитории больший процент доверия, чем дорогая реклама. Таким образом, симбиоз обеих категорий лидеров мнений повышает осведомленность о новинке в меню. Партнерство с микро-инфлюенсерами дарит эмоции, что позволяет продвигать продукт по lovemark-стратегии (эмоции, искренность, любопытство).

Вызывает интерес стиль, выбранный блогером Дмитрием Левицким, который является ресторатором и ведет программу “ReBro” на YouTube, где берет интервью у шеф-поваров и предпринимателей, в котором задает вопросы о кризисах и проблемах ресторанного бизнеса. Образы ведущего, задающего жесткие вопросы, и гостя, дающего честные и прямые ответы, способствует положительным ассоциациям с брендом ресторана гостя.

Таким образом, исследование продвижения ресторанного бизнеса посредством лидеров мнений и личного бренда показало, что сотрудничество с инфлюенсерами оказывает положительное влияние на развитие заведений, их общую узнаваемость и продажи. Эффективность достигается благодаря

разнообразие используемых видов взаимодействия ресторана с инфлюенсерами: организации совместных мероприятий и созданию блогерского меню. Нативный подход, используемый лидерами мнений в продвижении компаний, повышает лояльность аудитории как к самому блогеру, так и к заведению, что можно выгодно использовать в стратегии продвижения.

Список используемых источников:

1. Strauss E. Influencer Marketing 101 / Strauss E. [Электронный ресурс] // getsauce : [сайт]. — URL: <https://www.getsauce.com/post/influencer-marketing-for-restaurants-2023> (дата обращения: 29.10.2023).
2. Гордиенко Е. Influence marketing. Как правильно работать с блогерами – М.: ИД Университета Синергия, 2021 – С. 20-22.
3. Карпыкбаева А. Б. Маркетинг влияния (influencer-маркетинг) как стратегия бренда // Вестник экономики, права и социологии. 2019. N 4. С. 17.
4. Ковалева А. Лидеры мнений. Как работать с инфлюенсерами. От письма-предложения до успешных коллабораций – М.: Издательство Эксмо, 2023 – С. 13

Astafieva I., Pypina D.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Promotion with the help of opinion leaders in the restaurant business.

In the modern world, the role of the influencer in communication between the restaurant business and the audience is increasing. Influencers influence the behavior of the audience, push them to buy. In this regard, it is necessary to study the specifics of promoting the restaurant business in social networks, through opinion leaders and a personal brand. To solve such a problem, the article analyzes the types and features of the interaction of companies with influencers in the restaurant business.

Key words: *promotion, restaurant business, personal brand, opinion leader, influencer.*

УДК 659
ГРНТИ 71.01.14

ЭВОЛЮЦИЯ МАСКОТОВ КАК ИНСТРУМЕНТА РЕКЛАМЫ И СВЯЗЕЙ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ В РОССИИ

М. А. Богданова, Д. Г. Попов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассматривается развитие маскотов в рекламе России от дореволюционного периода до настоящего времени. Изучены особенности использования персонажей в каждом периоде и их роль в качестве инструмента рекламной деятельности от способа сухого информирования до превращения в лидера мнений, действующего перорально с своей компанией. Также в статье представлен иллюстрационный материал и рассмотрены несколько кейсов для визуализации исторического изменения персонажей и маскотов в России.

маскот, продвижение, рекламная деятельность, история рекламы

Стремительное развитие рекламных инструментов и их функциональных возможностей поставило перед маркетологами задачу «создать метод информирования и продвижения», который бы эффективно показал себя на постоянно меняющемся рынке. Одним из поистине уникальных методов стало создание персонажей бренда или маскотов. Зарождение и развитие маскотов как элемента фирменного стиля брендов и части их коммуникационной стратегии происходило в основном в Европе и Америке, начиная с середины XX века, но постепенно технологии продвижения через антропоморфных героев дошли и до России. Но каким именно был этот путь?

Маскот или персонаж-талисман — это какой-либо герой, олицетворяющий собой некое сообщество людей, организацию, территорию, бренд и т.д. В начале развития рекламы в России в новейшее время, персонажи были не так широко распространены, как в современной рекламе, что объясняется особенностями экономики и рынка того периода: отсутствием жесткой конкуренции и наличием контроля со стороны государства. В дореволюционное время реклама была доступна достаточно обеспеченным предпринимателям, но её объемы были достаточно велики по меркам начала XX века, так как по объёму промышленного производства Россия занимала 5-е место в мире, и уровень рекламы соответствовал развитию экономики [1]. Персонажами таких реклам становились герои славянской мифологии, столичные красавицы и красавцы, дети, а также обычные крестьяне и участники исторических битв. Эти герои не имели личности и были украшением рекламных материалов, никак не связанным с представляемыми ими товаром или услугой (см. рис 1) [2]. Рекламные персонажи, как и сама реклама, в дореволюционное время преимущественно были нацелены на информирование узкой аудитории через печатную прессу, и, хоть и часто были

произведениями искусства, но не имели уникальных и живых черт, поэтому называть их «маскотами», по нашему мнению, в этот исторический период ещё нельзя.



Рис. 18. Мануил Андреев. «Мой первый шаг за печеньем Эйнем», 1900 г.

Рекламные персонажи советского периода также не были маскотами в современном понимании этого инструмента. Советскую рекламу и главенствующие в ней образы можно условно разделить на несколько периодов. Первый с 1917 по 1922, во времена гражданской войны, когда «персонажами» в основном выступали красноармейцы, а целью использования этих образов была пропаганда борьбы с империализмом [3].

Вторым этапом развития персонажей в советской рекламе считается период НЭПа (1921 – 1928 гг.). Это время восстановления экономики после войны ознаменовалось объединением множества производств в крупные тресты и возобновлением рекламных объявлений за счет организации при гос. учреждениях специальных «контор объявлений» [1]. Целью реклам выступало привлечение людей к товарам, но весомую роль играла и пропаганда продолжающейся борьбы с буржуазией. А её главное качество – наступательность. Образы героев в рекламе того периода хаотичны, карикатурны и всё ещё не имеют эмоциональной или сюжетной связи с объектом, который они рекламируют [4]. С момента свертывания НЭПа в 1928 году реклама как экономическая единица развития рынка исчезла, замененная агитационно-пропагандисткой и «экспортной» рекламой. Лишь в середине 30-х годов с возвращением розничной торговли вернулась и реклама, а вместе с ней и её герои. Персонажи той рекламы – это собирательные образы идеальных советских граждан, счастливых работяг, что отказываются от алкоголя и табака, занимаются спортом, гордятся трудовыми победами и едят пломбир. Назначением этих персонажей было не продвижение конкретной марки, а освещение товаров государственных предприятий и идей с сильным пропагандистским уклоном. Персонажи менялись в каждой рекламе и несли в себе уникальных ценностей своих компаний. Этот вектор развития рекламных персонажей в советской рекламе сохранялся вплоть до отмены монополии на

рекламную деятельность в 1988 г. [1]. Сравнение персонажей этих эпох представлено на рисунке 2.



Рис. 19. Слева-направо: Д. Моор. «Ты записался добровольцем?», 1920 г.; А. Родченко, «Резинотрест», 1923 г.; А. Миллер. Наркомпищепром, 1938 г.

Первый настоящий маскот в советской России появился лишь в 1977 году. Им был талисман Олимпийских игр в Москве 80-го года Михаил Потапыч (см. рис. 3). Его создал иллюстратор Виктор Чижиков. С созданным им образом печатались марки, создавалась украшения и сувениры, чеканились монеты, снимались мультфильмы, раскрывающие историю и характер героя. У коллекционеров можно найти даже светильники, книги и одеколон с изображением мишки [5]. Он использовался для популяризации Олимпиады и спорта среди советских граждан и зарубежных гостей, а также для улучшения отношения к Советскому Союзу в мире.



Рис. 20. Михаил Потапыч, 1980 г.

В конце 80-х начале 90-х годов рекламный рынок претерпел множество изменений, одним из которых стало открытие нескольких совместных рекламных предприятий, открывших для нового рынка возможность изучения мирового опыта и технологий. В то время реклама была менее ограничена законами, поэтому даже пивоварня могла запустить анимационную рекламу с участием маскота, как это было с компанией «ПИТ», маскотом которой был псевдоисторический летчик Иван Таранов. То была одна из первых попыток создать героя, который бы не только способствовал продажам, но и создавал определенную эмоциональную связь между брендом, героем и аудиторией. В то время появилось множество различных персонажей. Но, самым дорогим по маркетинговым вложениям был маскот бренда «Рыжий Ап», для продвижения

которого кроме обычной рекламы использовались журналы, музыкальные клипы, компьютерные игры, красочные упаковки и многое другое. По количеству выпускаемого материала и влиянию на общественность он легко может сравняться с Олимпийским мишкой.

Сегодня одним из самых значимых примеров является «СберКот» от «Сбера». Герой появился на площадке ВКонтакте как помощник по финансовой грамотности в 2017 году и планировался в качестве временной акции, приуроченной к молодежной программе. У СберКота со временем появилось окружение в виде его друзей. Героев чеканили на монетах, выпускали с ними карты и стикеры. Помимо онлайн жизни СберКот нашел и реальное воплощение в виде памятника, установленного в Нижнем Новгороде. Сегодня СберКот самый влиятельный маскот России. Летом 2023 года он получил новый облик и статус. Благодаря технологиям CG, маскот Сбера приобрёл новую внешность, голос и даже эмоциональный интеллект. СберКот будет представлять Сбер в цифровом пространстве (см. рисунок 4), сниматься в роликах и вести стримы, а уже сейчас любой может оценить коллекцию динамичных стикеров для ВК и Телеграм. Как утверждает сам «Сбер»: «Это первый диджитал-амбассадор в России. И это уникальный кейс, когда персонаж для стикеров вырос до полноценного персонажа бренда» [6].



Рис. 21. СберКот, 2023 г.

Подводя итог, следует сказать, что развитие маскотов как инструмента рекламы и связей с общественностью в России прошло через несколько важных метаморфоз. В начале рекламы их использование было ограничено и направлено либо на информирование, либо на пропаганду. Лишь со временем они стали важным инструментом маркетинга, создавая эмоциональную связь между брендом и аудиторией. Наиболее успешными и значимыми примерами маскотов в России являются Олимпийский мишка 80-го года, Рыжий Ап, что развлекал детей и взрослых в ранние нулевые и СберКот, как один из известнейших медийных героев последнего десятилетия. В настоящее время маскоты становятся все более популярным инструментом, приобретают цифровые образы и нацеливаются на вовлечение аудитории в диалог, представляя бренды в различных онлайн-платформах и привлекая внимание общественности.

Список используемых источников:

1. Исаев, С. М. О рекламном характере "советской рекламы" 1917-1991 годов / С. М. Исаев // Практический маркетинг. – 2020. – № 2(276). – С. 36-52.
2. Художественная реклама в России [Электронный ресурс] // vtbrussia, 2022. URL: <https://vtbrussia.ru/culture/khudozhestvennaya-reklama-v-nbsp-dorevolyutsionnoy-rossii/> (Дата обращения: 20.10.2023).
3. История одного плаката [Электронный ресурс] // Вокруг Света, 2016. URL: <https://www.vokrugsveta.ru/article/253265/> (Дата обращения: 20.10.2023).
4. Реклама в СССР: как это было? [Электронный ресурс] // Сноб, 2020. URL: <https://snob.ru/entry/201466/> (Дата обращения: 20.10.2023).
5. Главный герой Игр-80. Рождение и смерть легендарного олимпийского мишки [Электронный ресурс] // Life, 2020. URL: <https://life.ru/p/1334830/> (Дата обращения: 20.10.2023)
6. Как мы создали цифрового амбассадора, которым можно управлять в реальном времени [Электронный ресурс]. // VC.ru., 2023. URL: <https://clck.ru/354Y5x> (дата обращения: 20.10.2023).

Bogdanova M., Popov D.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Evolution of mascots as a tool of advertising and public relations in Russia.

The article examines the development of mascots in Russian advertising from the pre-revolutionary period to the present. The specifics of the use of characters in each period and their role as an advertising tool from a way of dry information to becoming an opinion leader acting in parallel with their company are studied. The article also presents illustrative material and considers several examples to visualize the historical change of characters and mascots in Russia.

Key words: mascot, promotion, advertising, history of advertising.

УДК 009.1082
ГРНТИ 19.01.29

ПРОДАЮЩИЙ ТЕКСТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ В МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЯХ

Р. В. Быстров, Н. С. Листвина

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

В современном мире потребитель находится в переизбытке информации и хуже усваивает контент в информационном поле. Данная статья рассматривает важность продающего текста и прямого маркетинга в современном бизнесе. В тексте описывается правила составления продающего текста и как он может повлиять на конверсию и успешность продаж. Статья предлагает эффективные методы и подходы к созданию продающего текста, а также дает рекомендации по использованию прямого маркетинга для повышения эффективности рекламных кампаний и увеличения прибыли.

продающий текст, прямой маркетинг, AIDA, PMHS, ODC, контент

На сегодняшний день мы можем наблюдать многообразие различных товаров на рынке. Научный прогресс дает предпринимателям возможности увеличивать темпы производства товаров с целью захватить рынки. Сегодня потребитель находится среди многочисленных предложений от разных производителей. Поэтому вопрос об продвижении товара на рынке и последующей его продажи не теряет свою актуальность.

Продажа товара предполагает привлечение внимания покупателя, соответственно, возникает необходимость написания продающего текста чтобы привлечь внимание к товару или услуги. Алгоритм составления таких текстов, представленный в книге С. Бернадского «Продающие тексты», включает следующие этапы:

1. Привлечение внимания (заголовки, вступление).
2. Рассказ о проблемах (в случае отрицательной мотивации - «погружение» человека в переживания).
3. Обозначение решения проблемы, знакомство с выгодными предложениями (различные бонусы, скидки).
4. Обоснование выгоды для покупателя.
5. Сообщение об имеющихся ограничениях по количеству и срокам покупки.
6. Применение каких-либо приемов повышения доверия к тексту (отзывы, гарантии).
7. Призыв к действию («закрытие» предложения).
8. Повторное воспроизведение наиболее важного посыла [1].

Существует большое количество моделей для написания продающего текста. Они основаны на психологии людей и их поведении. Люди принимают решение о покупке, основываясь на логике и чувствах. Приведенные ниже модели помогают повлиять на эмоции тех, кто заинтересован в вашем продукте. Рассмотрим более детально самые часто используемые.

Одна из самых распространенных моделей по которой строится продающий текст это – AIDA.

Это слово расшифровывается следующим образом:

A - Attention – Внимание.

I - Interest – Интерес.

D - Desire – Желание.

A - Action – Действие.

Каждая буква - это отдельный этап. При создании текста нужно последовательно провести потенциального клиента по всем этапам. Сначала привлечь внимание - заголовком, изображением, звуком. Вызвать интерес, чтобы пользователю захотелось читать текст дальше. Вызвать желание приобрести продукт. Последний этап - призыв к действию.

Как правило текст привлекает внимание заголовком, затем дает интересное описание, приводит аргументы в пользу предложения и завершается призывом к действию. На последнем этапе происходят две вещи: показывается простое и понятное действие, которое нужно сделать потенциальному покупателю - зарегистрироваться, скачать и указание места, где находится точка продажи и время ее работы.

Рекламное объявление по модели AIDA на примере покупки автомобиля:

A - Позвоните нам и мы поможем Вам сделать правильный выбор. В наличии более 250 проверенных и готовых к продаже автомобилей.

I - Вы всегда получите высший уровень обслуживания и целый ряд преимуществ.

D – Для Вас доступно:

Гарантия юридической чистоты сделки, полный пакет документов и ПТС.

Техническая гарантия 1 год, полная защита основных узлов и агрегатов.

Услуги ГИБДД (помощь с постановкой на учет и сохранением государственных знаков).

A - Приглашаем Вас на бесплатный Тест-Драйв, любого заинтересовавшего Вас автомобиля! Мы находимся по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Ленина д.3

С развитием маркетинговых коммуникаций добавились разнообразные варианты этой формулы:

AIDMA. Здесь добавлен один этап - M - Motive - Мотивация (приобрести продукт).

AISAS. Attention, Interest, Search, Action, Share - Внимание, Интерес, Поиск, Действие, Обмен мнениями о продукте. Здесь появились два новых этапа:

1)"Поиск" - после получения информации о продукте, пользователи начинают искать информации о нем в интернете, искать отзывы о нем, советоваться с друзьями;

2)"Обмен мнениями о продукте" - покупатели делятся впечатлением после приобретения и использования продукта.

Создание текста не должно показаться сложным делом для того, кто достаточно хорошо потрудились на подготовительных этапах – собрал и должным образом обработал все необходимые данные, нашел главную идею,

выбрал метод и вид изложения аргументов и фактов. Далее нужно просто структурированно изложить подготовленную ранее информацию в письменном виде. Представить ее в естественной, логичной последовательности. В эффективном продающем тексте присутствуют три основных элемента:

- заголовок;
- текст;
- кода (концовка) [2].

Соответственно, вся полезная, находящаяся в распоряжении разработчика текста информация должна быть распределена по этим трем составным частям рекламы. Заголовок должен быть кратким, но привлекательным, чтобы заинтересовать целевую аудиторию. Основной текст должен содержать полезную информацию о продукте или услуге, преимуществах, особенностях и предлагаемых решениях. Заключение должно оставить положительное впечатление и побудить читателя к действию, такому как покупка товара или оформление подписки.

При работе над текстом важно выбрать правильную длину, чтобы информация была лаконично представлена, но без потери главного смысла. Также следует применить литературную обработку, чтобы избежать грамматических ошибок и неуклюжих фраз. Визуальное оформление текста также играет важную роль. Оно может включать использование ярких цветов, привлекательного шрифта и подходящих изображений. Разработка нескольких вариантов текста может помочь найти наиболее эффективный и привлекательный вариант.

Одним из частых методов, применяемых в маркетинге является выявление потребности или боли. Здесь применяется модель – PMHS.

P - Pain - Боль - Акцентируем внимание на боли клиента, которую сможет решить наш продукт.

M - More Pain - Больше боли, нагнетание - усиливаем боль, показав какие еще проблемы возникают, если ничего с этим не делать.

H - Hope - Надежда - И тут мы говорим клиенту, что есть выход.

S - Solution - Решение - Рассказываете о своем продукте, как он решает боль клиента.

Рекламное объявление по модели PMHS на примере покупки квартиры:

P – Хотите купить квартиру, но не хватает денег?

H – И даже на первоначальный взнос трудно накопить!

M - Но теперь Вы можете отдать часть первоначального взноса с кэшбэка!

S – С помощью нашей акции Вам не нужно копить полностью на первоначальный взнос.

Чаще всего в прямых коммуникациях используется метод упущенной выгоды. Здесь применяется модель - ODC.

O - Offer - оффер, предложение - Выгодное предложение клиенту, от которого он не сможет отказаться.

D - Deadline - ограничение по времени - искусственно созданный дефицит повышает спрос.

C - Call to action - призыв к действию - какое действие нужно сделать, чтобы получить предложенный продукт.

Рекламное объявление по модели ODC на примере покупки телефона:

O - Скидка 40% на все прошлогодние модели.

D - только 20 и 21 декабря.

C - Успеете купить по сниженным ценам!

Контент-маркетинг предоставляет возможность маркетологам стать издателями, что позволяет им создать уникальную аудиторию и привлечь внимание. Преимущества этого подхода включают:

1. Увеличение узнаваемости бренда. Если аудитория не может найти наш бренд, то она не может совершить у нас покупки. Более чем 90% покупателей начинают свой путь с поиска в интернете. Традиционная реклама и исходящий маркетинг могут помочь в повышении узнаваемости, но контент-маркетинг позволяет органически увеличить осведомленность. Когда наш контент занимает высокие позиции в поисковых системах или широко распространяется в социальных сетях, наш бренд становится бесплатно известным. Более того, так как наш контент будет иметь высокий рейтинг и будет актуален, аудитория будет менее склонна его отвергать.

2. Создание предпочтений для собственного бренда. Использование контент-маркетинга позволяет нам создавать предпочтения у аудитории через мыслимое руководство – тем самым, мы можем стать достоверным информационным и образовательным источником. Таким образом, мы можем наращивать симпатии и отношения с нашей аудиторией, что в свою очередь будет служить нашим преимуществом перед конкурентами. Отмечается, что люди, имеющие более тесные отношения с компанией, обычно предпочитают делать покупки именно у неё. Следует учесть, что для достижения этого эффекта необходимо создавать такой контент, который будет интересен и полезен нашей аудитории.

3. Привлечение покупателей и заказчиков по более низким ценам. Вовлечение контент-маркетинга является частью естественного разговора с текущими и потенциальными клиентами, соответствует их интересам и поведению и создает постоянную историю с течением времени. В отличие от традиционного маркетинга, контент приносит дивиденды очень долго, и данный эффект умножается по мере того, как мы создаем все больше и больше контента. Это означает, что контент-маркетинг не является краткосрочной стратегией - сначала результаты будут небольшими, но со временем будут расти [3].

Вместе с тем, наилучшие продающие тексты получаются, когда автор не имеет подробной информации о продукте, но хорошо знаком с потребителем. В таком случае большая часть текста состоит из описания мыслей, чувств, эмоций и страхов потенциального клиента. Основная задача заключается в том, чтобы строить письмо исходя из характеристик человека, а не продукта. Составителю следует описывать мечты, мысли и надежды потенциального клиента. Именно это позволит продающим письмам выделяться среди других. Включение описания повседневной жизни потребителя также является важной составляющей [4].

По мнению Обермана М. у продающих текстов есть два недостатка:

1. Корпоративные штампы - это постоянно используемые словосочетания, которые стали распространенными, что потеряли свой смысл. Для клиента эти штампы являются лишь информационным шумом. Они не передают никакой полезной информации о ценности и пользе продукта. Когда текст состоит из избитых фраз, создается ощущение, что компания не имеет ничего интересного для рассказа о себе, а лишь заполняет пустоту страницы словами.

2. Формализм - создание текст без цели. Текст, имеющий цель и идею, написанный на языке потенциального клиента, уникальный и насыщенный смыслом, никогда не будет формальным [5].

Таким образом, продающий текст очень мощный инструмент в прямом маркетинге, позволяющий привлечь внимание к товару или услуге с дальнейшей продажей. Если соблюдать правила написания текста и избегать ошибок, приведенных выше, то можно приводить клиента к совершению целевого действия.

Список использованных источников:

1. Бернадский, С. Продающие тексты. Как превратить читателя в покупателя / С. Бернадский. - 2-е изд. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. - 192 с.

2. Назайкин, Александр Николаевич. Практика рекламного текста / А.Н. Назайкин. - Москва: Бератор-Пресс, 2003 (АООТ Твер. полигр. комб.). - 314 с.

3. Шикула, С.Р. Контент-маркетинг в социальных сетях как один из эффективных способов продвижения товара / С.Р. Шикула // Скиф. Вопросы студенческой науки. - 2021. - № 6. - 130 с.

4. Парабеллум А. Как писать продающие тексты: Коммерческие предложения, которые

приносят миллионы / Андрей Парабеллум, Николай Мрочковский, Константин Бенко, Кирилл Белевич. - 2-е изд. - М.: Альпина Паблишер, 2013. - 269 с.

5. Оберман Максим. Продающие тексты: Как писать коммерческие тексты для сайтов, соцсетей, предложений, рассылок и увеличить продажи / Максим Оберман. Издательские решения, 2021. - 32 с.

Bystrov R., Listvina N.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Selling text as a promotion tool in marketing communications.

In the modern world, the consumer is in an overabundance of information and assimilates the content in the information field worse. This article examines the importance of selling text and direct marketing in modern business. The text describes the rules for composing a selling text and how it can affect conversion and sales success. The article offers effective methods and approaches to creating a selling text, and also gives recommendations on the use of direct marketing to increase the effectiveness of advertising campaigns and increase profits.

Key words: Selling Text, Direct Marketing, AIDA, PMHS, ODC, Content.

УДК 659
ГРНТИ 71.01.14

ЦИФРОВАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА ПО РЕКЛАМЕ И PR

А. В. Вяткина, М. В. Гладкова, В. Н. Соколова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье исследуется содержательная сторона концепции цифровой компетентности специалиста по рекламе и PR, подчеркивается значение цифровых навыков для успешной деятельности в условиях динамичности цифровой среды. Рассматриваются аспекты цифровой компетентности, описывается ее применение для анализа данных, в оптимизации принятия управленческих решений и обеспечении эффективности рекламной деятельности и PR в эпоху цифровой трансформации.

реклама и связи с общественностью, компетенции, технологии, цифровые компетенции, эффективность

На сегодняшний день довольно большое количество информации касается влияния Интернета на следующие области: экономику, политическую деятельность, общественную сферу, СМИ, а также частную жизнь человека [1]. В современном постоянно меняющемся мире цифровая среда превратилась в динамичную и влиятельную силу. Специалистам в любой сфере следует ориентироваться в цифровой среде, так как их успех зависит от ключевого фактора – от цифровой компетентности.

Цифровая компетентность охватывает широкий спектр способностей субъекта, начиная от стратегического мышления и создания контента и заканчивая анализом данных и управлением социальными сетями. Это не просто вопрос технической грамотности, цифровая компетентность включает в себя искусство использования цифровых инструментов и платформ для создания убедительных повествований, привлечения аудитории и достижения успеха в бизнесе.

Компетентность понимается как способность, знания и набор навыков, которыми обладает отдельный человек или группа людей, которые позволяют им выполнять поставленные задачи, решать проблемы, достигать конкретных целей и преуспевать в определенной области. Компетентность может быть общей, охватывающей широкий спектр способностей, или она может быть специфичной для конкретной предметной области, адаптированной к определенной области знаний или профессии. Это фундаментальная концепция при оценке квалификации человека и его способности успешно работать.

Сегодня цифровая компетентность стала неотъемлемым навыком для получения образования, для работы, для участия в цифровых коммуникациях. Она включает знания, умения, ценности, способности, которые необходимы

специалисту, чтобы использовать информационно-коммуникационные технологии и цифровые медиа [2]. Цифровая компетентность незаменима в общении, способствует сотрудничеству и обеспечивает результативность, предполагает критический подход, творчество, самостоятельность и гибкость, соблюдение этических регламентаций [3].

Происходящая цифровая трансформация существенно изменила ландшафт рекламы и поле деятельности в сфере PR. Современные специалисты в этой области должны в первую очередь обладать цифровой компетентностью, а также определенными навыками, чтобы успешно справляться с вызовами и возможностями, предоставляемыми цифровой эпохой. С помощью цифровой компетентности открываются возможности пользования обширным миром данных, анализа и оптимизации их для рекламных и коммуникационных кампаний. Множество потенциальных клиентов находится в онлайн-пространстве. Грамотный специалист по рекламе и PR должен уметь взаимодействовать со своей аудиторией посредством цифровых каналов.

Быстрое развитие технологий, а также изменения в сфере рекламы и связей с общественностью требуют от современных специалистов постоянного совершенствования своих навыков и знаний. Для успешного функционирования в условиях стремительных изменений необходимо обладать целым комплексом цифровых компетенций [4], что позволяет эффективно выполнять рабочие задачи и сохранять конкурентоспособность на рынке труда. Исходя из этого, можно выделить ряд важных составляющих цифровой компетентности специалиста по рекламе и связям с общественностью:

1. Работа с социальными сетями, создание контента, владение алгоритмами для продвижения продукта на рынок, что связано с эффективным управлением брендом на различных платформах. Значимыми задачами в этой связи являются: взаимодействие с аудиторией, сбор информации о предпочтениях пользователей, создание портрета целевой аудитории для оптимизации рекламных кампаний.

2. Поисковая оптимизация (SEO): понимание и применение практик SEO-анализа для улучшения видимости бренда в Интернете. Это включает в себя исследование ключевых слов, оптимизацию на странице и стратегии вне страницы.

3. Маркетинг по электронной почте: электронная почта остается мощным инструментом в цифровом мире для увеличения охватов представителей целевой аудитории. Специалист должен уметь проводить маркетинговые кампании по электронной почте и анализировать эффективность данного вида рекламы.

4. Умение работать с большим объемом данных и с инструментами его анализа (Google Analytics, Excel и SQL и т.д.). Анализ информации позволяет получить представление о поведении аудитории, предпочтениях и

демографическом портрете, персонализировать контент, постоянно совершенствовать и оптимизировать рекламные и PR-стратегии, выявлять тенденции и тренды на рынке, проводить конкурентный анализ, оперативно принимать антикризисные меры.

5. Знание основ веб-дизайна для понимания, какие задачи нужно поручить дизайнерам, а также создание рекламных материалов с помощью программ (Figma, Canva и т.д.), и донесение ключевого сообщения до потребителя.

6. Настройка контекстной рекламы даёт возможность привлекать потенциальных покупателей и охватывать нужную часть аудитории, выбирать площадки для размещения, отслеживать ключевые показатели и эффективность рекламной кампании, повышать вовлеченность и конверсию.

7. Умение использовать языки программирования (Python, R, JavaScript и т.д.) для проведения маркетинговых исследований, анализа информации и обобщения данных, автоматизации повторяющихся задач (сбор данных, распространением информации, публикация в социальных сетях и т.д.); создания сценариев поведения потребителей; интеграции с другими приложениями и инструментами.

8. Работа с искусственным интеллектом, в том числе с нейросетями, облегчает работу с поиском информации, генерацией контента (созданием изображений, монтированием роликов, написанием текстов и т.д.), составлением отчетных документов, проведением статистического анализа. Но при этом повышает ответственность за работу с данными и соблюдение мер информационной безопасности [5].

Таким образом, цифровая компетентность современного специалиста по рекламе и PR предполагает наличие комплексного набора цифровых навыков, стратегического мышления и отслеживание изменений цифрового ландшафта [6]. Именно сочетание этих способностей позволяет профессионалам создавать эффективные кампании, взаимодействовать с аудиторией и достигать целей в эпоху цифровых технологий.

Список используемых источников:

1. Солдатова Г. У., Рассказова Е. И., Нестик Т. А. Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. М.: Смысл, 2017. 375 с.
2. Высшая школа делового администрирования [Электронный ресурс] // s-ba, 2022. URL: <https://s-ba.ru/> (Дата обращения: 17.10.2023).
3. Поздеева Е. Г. Этический поворот в эпоху цифровых коммуникаций // Актуальные проблемы современной политической науки: сб. науч. тр. / Под ред. М. С. Арканниковой. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. Вып. 17. С. 281–287.
4. Шматко М. В., Ткаченко О. Н., Анашкина Н. А. Формирование коммуникативной компетентности у студентов медиакоммуникационных направлений с помощью цифровых технологий // Коммуникативные исследования. 2020. Т. 7. № 4. С. 935–948.
5. Александров Р. О., Киреев В. С. Цифровая компетентность как инструмент в информационном обществе для осуществления контроля и распространения информации // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 184.

6. Савин Д. А. Цифровая компетентность как основа комфортной жизнедеятельности в цифровой среде // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. 2021. N 15. С. 15–18.

Vyatkina A., Gladkova M., Sokolova V.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Digital competence of a modern advertising and PR specialist.

The article explores the content side of the concept of digital competence of advertising and PR specialist, emphasizes the importance of digital skills for successful activities in a dynamic digital environment. The aspects of digital competence are considered, its application in data analysis, in optimizing managerial decision-making and ensuring the effectiveness of advertising and PR activities in the era of digital transformation is described.

Key words: advertising and public relations, competencies, technology, digital competencies, efficiency.

УДК 659.182/.187
ГРНТИ 45.01.14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИЛОКАЛЬНОГО SEO ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

А. А. Котлярова, М. И. Мельницына

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

В современном мире люди все чаще пользуются поисковыми системами в целях получения интересующей информации о товаре или услуге. В связи с этим, большое количество компаний стремится получить внимания потенциального клиента, но большинство из них оказывается «в песочнице» поисковой выдачи. Для решения подобной задачи существует мультилокальное позиционирование в SEO-продвижении.

онлайн-продвижение, SEO-продвижение, мультилокальное продвижение

С появлением интернета и онлайн-торговли, продвижение бизнеса стало проще, однако оно также стало конкурентнее. Благодаря развитию интернета современные инструменты продвижения отличаются от тех, которые были известны еще десять или двадцать лет назад. Постоянно появляются новые возможности, с которыми многие компании не могут идти в ногу. Сегодня большинство рекламных инструментов сосредоточены вокруг онлайн-деятельности [1], в частности, в поисковых сервисах.

Региональные компании сталкиваются с трудностями привлечения клиентов в условиях ожесточенной конкуренции и насыщенного рынка. Здесь на помощь приходит мультилокальный SEO.

Мультилокальное SEO-продвижение сайта - это стратегия оптимизации и продвижения сайта с целью привлечения трафика из разных географических местоположений.

В данной статье будет рассмотрен мультилокальный способ SEO-продвижения, используемый в поисковой выдаче Яндекса.

Поисковый маркетинг становится все более важным инструментом продвижения, это подтверждается статистикой. Если рассмотреть статистику более подробно, то чаще всего люди пользуются поисковой системой Яндекс [3]. Как видно на рисунке 1, по приблизительным данным от официального источника Яндекс.Радар 64% пользователей интернета России используют поисковую систему Яндекса.



Рис. 1. Статистика использования поисковых систем

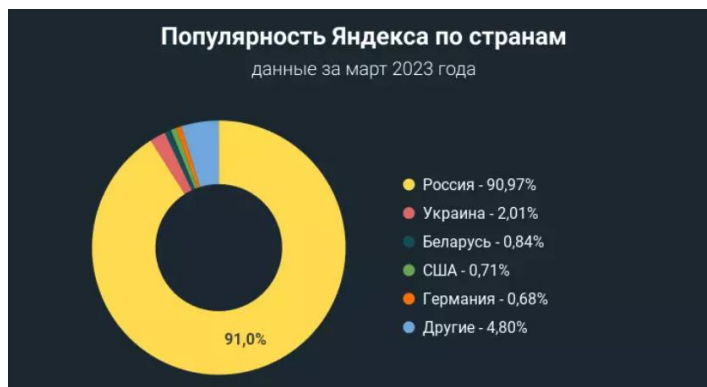


Рис. 2. Популярность Яндекса

На Рисунке 3 представлена статистика популярности поисковой системы Яндекс по странам: Россия, Украина, Беларусь, США, Германии и др. Можно сделать вывод, что Яндекс, по сравнению с другими системами, является лидером. По приблизительным показателям Яндекс отвечает на 1.6 млрд запросов в сутки.

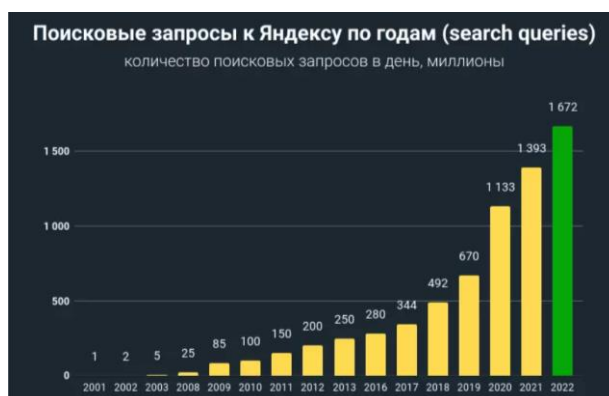


Рис. 3. Статистика популярности Яндекса по странам

На рисунке 3 мы наблюдаем, что за последние два десятилетия количество поисковых запросов Яндекса увеличилось в 794 раза. Количество

запросов на Яндексе продолжает стремительно расти, что свидетельствует о постоянном увеличении числа пользователей и их активности на этой поисковой платформе [2].

В поисковой системе Яндекса наблюдается значительное увеличение объема запросов. Если у компании есть возможность продвигаться не только в городе, где имеется своя точка продаж, но и в других регионах, за счет расширения географии компания получает возможность значительно повысить уровень своей прибыли.

Если говорить о мультилокальном SEO, то этот принцип оптимизации веб-сайта, который нацелен помочь региональным компаниям достичь высоких позиций в поисковых системах за счет привлечения большего количества клиентов и повышения своей видимости в других городах. В сравнении от обычного SEO-продвижения, который сосредотачивается на глобальной выдаче, мультилокальный SEO обращает внимание на конкретные местоположения (города) и настраивает сайт таким образом, чтобы он отвечал запросам потенциальных клиентов в определенной локации.

Как и говорилось ранее, для любой компании, которая работает в одном регионе и хочет увеличить прибыль, важно не только быть впереди конкурентов в своем городе, но также локально затрагивать и опережать конкурентов в других городах. Чем больше затронутых городов при продвижении, тем больше потенциальных клиентов будет обращаться в компанию.

Рассмотрим практическую составляющую на примере компании «Башкирский мёд». Главной проблемой компании являлось небольшое количество заказов в локальном продвижении. Основная задача компании: прирост заказов и увеличение количества потенциальных клиентов за счет расширения географии.

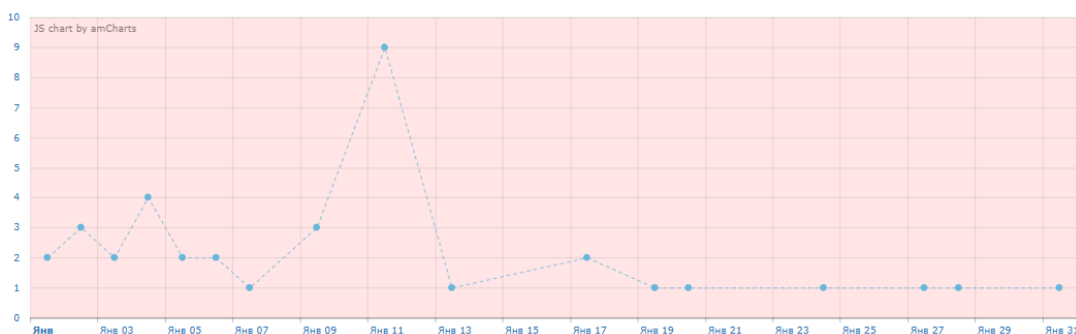


Рис. 4. Статистика просмотров сайта в период 01.01.23-31.01.23

На рисунке 4 продемонстрирована статистика обычного SEO-продвижения. Был затронут только один регион – г. Тула, в котором было осуществлено малоэффективное продвижение и самый высокий показатель трафика составлял 9 просмотров. Из-за отсутствия трафика на сайте, не было обращений по телефону.

В последствии, был выполнен ряд действий по перенастройке сайта на мультилокальный способ продвижения:

- Подключены Федеральные округа (Северо-Западный, Уральский, Дальневосточный, Северо-Кавказский, Центральный, Приволжский, Сибирский и Южный);
- Продвинуты коммерческие запросы по городам миллионникам (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург и др.);
- Все товары и их цена подстроены точно под каждый регион;
- Акции и скидки автоматически меняются в зависимости от выбора города;
- Проработана репутация сайта компании. Размещены отзывы от лица клиентов с разных городов, где осуществляется доставка товара.
- Для удобства потенциальных клиентов был создан квиз/опросник, который позволяет клиентам быстро сориентироваться и проконсультироваться по товару, который его интересует.

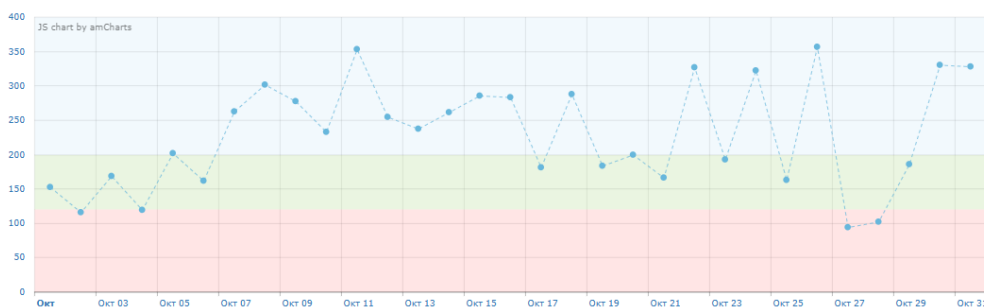


Рис. 5. Статистика просмотров сайта в период 01.10.23-31.10.23

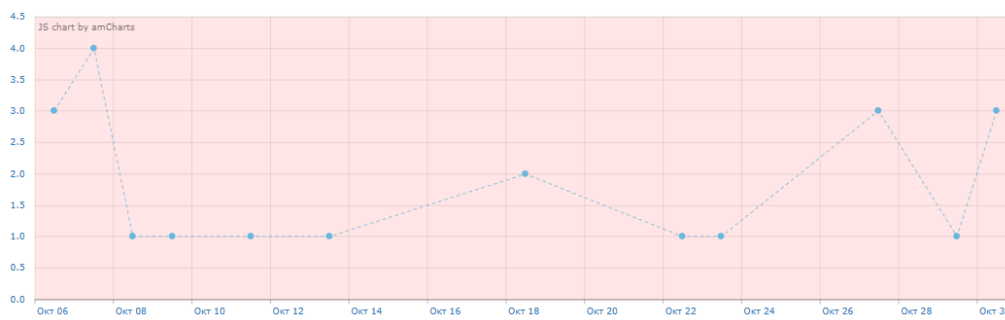


Рис. 6. Статистика звонков с сайта в период 01.10.23-31.10.23

В диаграммах, которые представлены на Рисунках 5 и 6 уже применено мультилокальное продвижение сайта. В статистике отображены показатели взаимодействия с сайтом и количество звонков. С помощью которых можно понять, что минимальное количество людей, которое посетило сайт это 100 потенциальных клиентов, а максимальное 356 в день. Также число пользователей, которые позвонили составило 22 человека за месяц.

Таким образом, сравнивая результаты за январь 2023 и за октябрь 2023, в среднем по минимальному и по максимальному количеству взаимодействий с сайтом, прирост пользователей составил на 398%, что

в 4 раза превышает показатель продвижения одного региона. Также количество клиентов, которые позвонили в компанию за месяц составило 22 человека, что значительно превышает показатель за январь 2023.

Используя анализ мультилокального SEO-продвижения, можно сделать вывод, что приведенный метод является эффективным инструментом для продвижения товаров региональных компаний. Данная тема является актуальной на сегодняшний день и с помощью предлагаемого метода можно добиться эффективного продвижения региональных компаний.

Список использованных источников:

1. Голубкова, Е. Н. Интегрированные маркетинговые коммуникации: учебник и практикум для вузов М. , Юрайт, 2023. 363 с.
2. Статистика яндекса в 2022 году [Электронный ресурс]. URL: <https://er10.kz/obzory/statistika-jandeksa-v-2022-godu/?ysclid=lovs2vhr gj881308615> (дата обращения 10.11.2023).
3. Яндекс Радар: Поиск системы в России [Электронный ресурс]. URL: <https://radar.yandex.ru/> (дата 10.11.2023).

Kotlyarova A., Melnitsyna M.

The Bonch-Bruевич Saint-Peterburg State University of Telecommunications

Using multilocal seo to promote products of regional companies. In today's world, people are increasingly using search engines to get the information they are interested in about a product or service. In this regard, a large number of companies strive to get the attention of a potential client, but most of them end up in the "sandbox" of search results. To solve this problem, there is multilocal positioning in SEO promotion.

Key words: online promotion, SEO promotion, multi-local promotion.

УДК 659.181.3
ГРНТИ 19.01.29

КОММУНИКАЦИЯ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ И МЕДИАТИЗАЦИИ

А. А. Кропанина, П. А. Шиян

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

С развитием технологий увеличивается количество способов представления и доставки информации конечному потребителю. Человек становится более требовательным к формам представления информации. Зачастую выбор падает на ту информацию и предметы, которые выглядят привлекательнее. При этом качество и функционал отходят на второй план, уступая первое место визуальному представлению данных. Несмотря на это, человек, которому необходимо создать свой продукт, не привлекая специалистов, делает его очень простым и непривлекательным.

сайт, посткроссинг, блочный конструктор сайтов, написание статей, облачное хранилище

В современном мире половина успеха при презентации своей работы, проекта зависит от визуальной составляющей продукта. Компании готовы платить большие деньги за хорошо выполненную работу. Люди же в свою очередь готовы обучаться на web-дизайнеров, motion-дизайнеров и коммерческих иллюстраторов. По этой причине рынок онлайн обучения в сфере промышленного дизайна содержит множество как платных, так и бесплатных курсов. При желании любой человек может свободно овладеть базовыми навыками и знаниями, не вкладываясь финансово, всего за пару часов и считать себя профессионалом. Несмотря на все возможности, люди не готовы тратить время на создание качественного продукта для себя. Очень яркий пример этого обменники у посткроссеров.

Посткроссинг - проект, созданный для возможности получения открыток от неизвестных людей со всего мира. Но не всегда люди готовы получать случайные почтовые карточки, поэтому были придуманы прямые обмены. Этот вид обменов предполагает, что посткроссеры в тематических чатах делятся друг с другом web-ресурсами, облачными хранилищами, группами, где собраны все их открытки, после чего они договариваются какими обмениваются. Эти сайты, облачные хранилища, группы называются обменниками. Зачастую эти ресурсы имеют очень скудный функционал.

Углубляясь в тему, можно увидеть, что существует пять основных платформ, где создаются обменники: ВКонтакте, Яндекс диск, каналы в Telegram, аккаунт в Instagram (запрещенная социальная сеть в России), сайт. Также существует вариант, когда присылаются фото со всеми открытками в личные сообщения.

Все платформы выбраны построссерами не случайно, так как они обычно попадают хотя бы под один критерий: редактирование фото при загрузке с устройства, отсутствие ограничений по количеству загружаемых фото за один раз, возможность просматривать обменник без регистрации на платформе. Эти нормы существуют для удобства посткроссеров.

Но как известно «удобно – не значит красиво». Именно поэтому чаще всего обменники не имеют никакого оформления, хотя многие и понимают, что красивые открытки могут затеряться на белом фоне среди остальных картинок. Поэтому в критерии по выбору платформы для обменника всегда хочется добавить возможность редактировать платформу под себя.

Были проанализированы все платформы, где создаются обменники, по шести ранее выделенным критериям и расставлены по популярности. Для этого было проведено голосование в тематической группе во ВКонтакте (всего в опросе участвовало 422 человека), то можно увидеть, что чаще всего выбирают одну из самых неудобных платформ.

ТАБЛИЦА 1. Результаты опроса [5]

Платформа	Кол-во голосов
Альбом ВКонтакте	309
Облачное хранилище	81
Фото в личных сообщениях	21
Другое	25
Аккаунт для открыток в Instagram (запрещённая социальная сеть в России)	19
Группа в Telegram	8
Сайт	4

ТАБЛИЦА 2. Анализ популярных онлайн платформ для создания обменников

	Редактирование фото при загрузке	Нет ограничений по количеству загружаемых фото за раз	Возможность редактировать оформление обменника	Просмотр обменника без регистрации на платформе
Альбом ВКонтакте	+	-	-	-
Облачное хранилище	-	+	-	+
Фото в личных сообщениях	-	-	-	+
Другое	+	+	-	+
Аккаунт в Instagram	+	-	-	-
Канал в Telegram	+	-	-	-
Сайт	+	+	+	+

Происходит это из-за того, что новички, погружаясь в хобби, узнают всю информацию у опытных посткроссеров в тематических сообществах, которые в свою очередь делают «по старинке». А этот способ, как показывает таблица [2], уже устарел и требует перемен.

Один из вариантов решения этой проблемы – написание статей по созданию обменников на основе какой-либо платформы, например, Tilda. Другой вариант – это повышение популярности сайтов, которые как раз и предлагают связку сайт-обменник, но не пользуются популярностью. Есть надежда, что эти действия позволят улучшить качества сервисов и ресурсов, что в конечном итоге и приведет к увеличению качественной коммуникации в цифровом пространстве.

Список используемых источников:

1. Мокеева. М Посткроссинг книга тайных знаний [Текст] / Мокеева. М — 3 – е издание. — : AmeliePress, 2022 — 288 с.
2. Бредли Х. Дизайн. Современный креативф. - 3-е изд. - СПб: Питер, 2016 г., 2016 – 200с.
3. POSTCROSSING // Postcards connecting the world - Postcrossing URL: <https://www.postcrossing.com/> (дата обращения: 17.11.2022).
4. Tilda // Создать сайт бесплатно. Конструктор сайтов Tilda Publishing URL: <https://tilda.cc/> (дата обращения: 17.11.2022).
5. Опрос по состоянию на 30.10. 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-112439772_531133

Kropanina A. Shiyani P.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Communication in the context of digitalization and mediatization.

The number of ways to present and deliver information to the end user is increasing with technology development. A person becomes more demanding to information presentation forms. The information and objects that look more attractive are usually chosen. At the same time, quality and functionality tend to take second place to the visual data presentation. Despite this fact, the person who needs to create his product without involving specialists makes it very simple and unattractive.

Key words: website, postcrossing, block website builder, article writing, cloud storage.

УДК 69.003
ГРНТИ 67.01.76

КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

А. В. Кульназарова, И. Д. Лучанинова

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

В статье рассматриваются вопросы, связанные с формированием и развитием корпоративной культуры строительных организаций, а также раскрывается значимость корпоративной культуры как важного фактора, обеспечивающего конкурентоспособность строительной организации. Анализируются основные проявления корпоративной культуры и преимущества, которые она может дать строительной организации.

корпоративная культура, конкуренция, конкурентоспособность, персонал, строительная организация

В настоящее время на строительном рынке, как и во многих других отраслях экономики, наблюдается высокий уровень конкуренции. Уровень конкурентоспособности строительной организации зависит от многих факторов, одним из которых является ее персонал. От того, насколько сотрудники привержены своей организации, насколько они готовы прикладывать усилия для ее эффективного функционирования и развития, во многом зависят конечные результаты деятельности компании.

Одним из инструментов, при помощи которых можно сформировать стабильную и эффективную команду, укрепить внутрикорпоративные и внешние связи компании, а также сформировать благоприятный имидж строительной компании на рынке, является корпоративная культура.

Корпоративная культура выполняет функцию поддержания конкурентной стратегии, побуждает персонал к достижению высоких результатов деятельности, тем самым способствует повышению конкурентоспособности организации [1].

В целом, под корпоративной культурой можно понимать совокупность духовных и материальных ценностей, которые присущи конкретно взятой компании. Эти ценности должны отражать индивидуальность организации, ее позиционирование в деловой среде, характер взаимодействия с партнерами и пр. Корпоративная культура включает такие элементы, как правила и нормы поведения, ценности, мировоззрения, символы и пр.

Корпоративная культура отражает психологическую атмосферу, присущую организации. Эта атмосфера может быть дружелюбной, строгой, гибкой, и пр.

Как правило, корпоративная культура включает себя ценности двух уровней. На первом уровне находятся внешние атрибуты, присущие компании

и отражающие ее дух. К таким атрибутам будут относиться слоган, логотип, различные элементы фирменного стиля. На втором уровне, который является более глубоким, находятся атрибуты, отражающие философию компании, ее ценности, принципы, цели. Важным аспектом выступает то, что атрибуты второго уровня должны разделяться и поддерживаться сотрудниками компании – только так может быть сформирована сильная и устойчивая команда, где каждый сотрудник будет чувствовать себя частью единого целого, и будет готов к совместной командной работе для достижения общеорганизационных целей [2, с.126].

Развитая корпоративная культура выступает одним из факторов конкурентоспособности и формирует дополнительные конкурентные преимущества, стимулирует сотрудников организации к повышению своей результативности, что, в свою очередь, ведет к достижению более высоких результатов во всех сферах организации.

Стоит отметить, что в большинстве развитых стран, таких как США, Япония, страны Евросоюза корпоративная культура выступает одним из неотъемлемых и естественных атрибутов, сопровождающих становление и развитие организации. Что касается российских предприятий, то они длительное время функционировали в условиях плановой экономики, которая не создавала никаких предпосылок для формирования корпоративной культуры. Лишь с началом перехода к рыночной экономике и развития конкуренции российские предприятия стали постепенно осознавать важность внедрения корпоративной культуры в процессы управления [3].

На современном этапе внедрение и развитие устойчивых корпоративных культур характерно преимущественно для крупных компаний. Если рассматривать рынок строительных организаций, то на нем можно выделить ряд крупнейших игроков (ПИК, Самолет, Аквилон и пр.), у каждого из которых имеется сильная корпоративная культура, за счет которой компании формируют свой имидж, устанавливают внешние связи и развивают внутриорганизационные процессы. Что касается небольших организаций, то большинство из них лишь начинают осознавать важность формирования корпоративной культуры [4].

Рассмотрим, каким образом могут быть внедрены элементы корпоративной культуры в современных строительных организациях.

Внешние атрибуты, такие как логотип и слоган, повышают узнаваемость компании. С учетом того, что на современном строительном рынке присутствует большое число компаний, как крупных, так и небольших, узнаваемая внешняя атрибутика станет одним из дополнительных факторов узнаваемости и конкурентоспособности. Важно, чтобы внешняя атрибутика отражала специфику компании и значимость. Внешняя атрибутика должна использоваться на рекламных носителях, на униформе сотрудников, при оформлении корпоративной продукции, на автопарке компании и пр.

Что касается внутренних атрибутов, то их проявление выглядит следующим образом. Одним из ключевых внутренних атрибутов будет выступать корпоративный кодекс, который составляется с учетом отраслевой специфики, конкретных условий работы, национальных и культурных традиций. В России одним из наиболее крупных профессиональных объединений в сфере строительства выступает Общероссийское межотраслевое объединение работодателей «Российский союз строителей». Данная организация на протяжении 30 лет подготовило множество документов, соглашений, правил, которые взяты за основу строительными компаниями для разработки собственных правил и кодексов.

Также значимым атрибутом строительной компании будут выступать традиции, приметы, ритуалы, профессиональные праздники. К примеру, многие строители строго соблюдают общепризнанную примету – закладывают монету под угол строящегося дома. Во многих компаниях приняты ритуалы, такие как планерки неформального характера, где сотрудники, работающие над одним проектом, могут в неформальной манере обсудить возникающие вопросы. Немаловажное значение имеют награды, признание заслуг и пр. Герои компании служат своеобразным ориентиром, на который могут равняться другие сотрудники. Лучшим примером являются сотрудники с многолетним опытом работы, которые разделяют ценности компании, и участвуют в подготовке новых кадров [5, с.228].

Внедрение корпоративной культуры в строительных организациях позволит решить ряд проблем, в частности:

Снижение уровня конфликтов, налаживание внутрикорпоративных связей, что способствует повышению темпов и качества выполняемых работ. За счет налаженных связей между разными уровнями управления (начиная от рядовых строителей заканчивая руководящим составом) обеспечивается возможность эффективной коммуникации, установления двусторонней связи, при которой работники готовы исполнять указания руководителей, а руководители, в свою очередь, готовы слушать пожелания сотрудников и оптимизировать процессы с учетом их пожеланий. Все это способствует более эффективной работе, и получению высоких результатов.

Формирование положительной репутации в деловой среде, куда будут относиться партнеры, клиенты, подрядчики и пр. Если строительная компания хорошо зарекомендует себя на рынке как благонадежный партнер, который соблюдает сроки строительства, соблюдает высокие стандарты строительных работ, и демонстрирует готовность к диалогу, то это даст ей дополнительные конкурентные преимущества, позволит привлечь новых клиентов и партнеров. Это особенно актуально в период кризиса и падения покупательской способности, когда хорошо зарекомендовавшая себя строительная организация может сохранить свою клиентскую базу именно за счет своего имиджа и высоких стандартов работы.

Развитая корпоративная культура, высокая известность и положительная репутация повышает инвестиционную привлекательность строительной организации. Опять же, это особенно актуально на современном рынке, когда инвесторы с особой тщательностью подходят к изучению проектов и компаний, с которыми они планируют сотрудничество.

Поскольку многие строительные организации участвуют в тендерах, у них есть определенные критерии, на основе которых происходит выбор подрядчиков. К таким критериям как раз относятся уровень квалификации, деловая репутация, инвестиционная привлекательность, наличие кодекса корпоративной этики и прочие, которые формируются в процессе развития корпоративной культуры [6].

В целом же, формирование и развитие корпоративной культуры является длительным процессом, который не требует значительных финансовых вложений. Повышение качества внутриорганизационных связей, мотивация сотрудников к более качественному выполнению своей работы, повышение эффективности кадровой и коммуникационной политики в конечном итоге будет способствовать повышению качества выполняемых работ, росту финансовых результатов, что в итоге будет способствовать укреплению конкурентных позиций компании.

Список используемых источников:

1. Доронина, Н.Н. Роль корпоративной культуры в деятельности предприятия // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2015. №3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://rrbusiness.ru/journal/article/318/>
2. Земедлина, Е.А. Организационная культура: Учебное пособие / Е.А. Земедлина. - М.: ИЦ РИОР, 2021. - 126 с.
3. Данилов, И.П., Емельянова Л.А., Быкова, Л.Н. Корпоративная культура как основной социокультурный фактор конкурентоспособности промышленного предприятия // Вестник ЧГУ. 2021. №2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnaya-kultura-kak-osnovnoy-sotsiokulturnyy-faktor-konkurentosposobnosti-promyshlennogo-predpriyatiya>
4. Колмыкова, М.А. Корпоративная культура производственных предприятий строительного профиля // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2008. №4 (4). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnaya-kultura-proizvodstvennyh-predpriyatij-stroitelno-go-profilya>
5. К вопросу формирования корпоративной культуры будущих строителей / В.В. Кузнецов, Е.В. Аверьянова, В.К. Воробьев, Д.Д. Костюк // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2020. – № 5 (228).
6. Развитие корпоративной культуры строительных организаций как фактор повышения конкурентоспособности / Панибратов Ю. П., Кошечев В. А., Козаков Р. Р. // Научно-технический журнал «Вестник гражданских инженеров». 2021. – № 6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vestnik.spbgasu.ru/sites/files/ru/articles/89/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F26.pdf>

Kulnazarova A., Luchaninova I.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Corporate Culture of a Construction Company as a Factor of Competitiveness.

The article discusses issues related to the formation and development of the corporate culture of construction organizations, and also reveals the importance of corporate culture as an important factor ensuring the competitiveness of a construction organization. The main manifestations of corporate culture and the advantages that it can give to a construction organization are analyzed.

Key words: corporate culture, competition, competitiveness, personnel, construction organization.

УДК 659.4
ГРНТИ 19.45

ОСОБЕННОСТИ PR-ПРОДВИЖЕНИЯ ВОЛОНТЕРСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А. А. Нестерова

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

Волонтерская организация – это сообщество людей, которые готовы безвозмездно делиться своими ресурсами, силами, временем, умениями и профессиональными навыками на благо других людей. Особенность продвижения волонтерских организаций определяются благотворительным характером их деятельности и ограниченностью средств по их PR-продвижению. В статье показана специфика волонтерской деятельности, рассмотрены распространенные средства продвижения волонтерских организаций.

волонтерская организация, волонтеры, PR-продвижение, средства продвижения волонтерских организаций

В настоящее время волонтерская деятельность является важной составляющей жизни страны. Волонтеры помогают жителям населенных пунктов во многих сферах их жизни, оказывая поддержку в трудных жизненных ситуациях, участвуя в благоустройстве территории. В то же время, для широкой общественности их деятельность и проблемы, с которыми они сталкиваются в своей работе, зачастую остаются малоизвестными. В этой ситуации возрастает значимость информирования населения об успехах волонтерского движения, привлечения внимания к деятельности благотворительных (волонтерских) организаций как потенциальных волонтеров, так и потенциальных инвесторов. Актуальным становится вопрос о возможности продвижения волонтерских организаций средствами связей с общественностью.

В Федеральном законе от 7 июля 1995 г. № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)» благотворительная (волонтерская) деятельность определяется как «добровольная деятельность добровольная деятельность в форме безвозмездного выполнения работ и (или) оказания услуг в общественно значимых целях». [1,2]

Благотворительная деятельность, направленная на решение социально значимых задач, реализуется в рамках волонтерских организаций. Волонтерская организация — это некоммерческая организация, созданная в предусмотренной законодательством Российской Федерации о некоммерческих организациях организационно-правовой форме (за исключением государственных корпораций, государственных компаний, общественных объединений, являющихся политическими партиями) и осуществляющая добровольческую (волонтерскую) деятельность.

Круг организационных форм и видов волонтерской деятельности достаточно широк. Так, например, Е.А. Глазкова в зависимости от характера деятельности выделяет следующие ее организационные формы [3]:

- некоммерческие неправительственные организации,
- волонтерский корпус,
- волонтерские отряды и центры, функционирующие на базе образовательных учреждений,
- корпоративное волонтерство.

В качестве основных видов волонтерской деятельности чаще всего определяют [4]:

1. Экологическое волонтерство.

Оно направлено на сохранение природы и окружающей среды. В рамках этой деятельности волонтеры могут участвовать в посадке деревьев, очистке территории от мусора, проведении экологических акций и мероприятий.

2. Зооволонтерство.

Данный вид направлен на помощь бездомным животным, а также на поддержку тех, кто находится в приютах. В рамках данной деятельности волонтеры кормят бездомных животных по расписанию с целью дальнейшего благоустройства в приюты или предпринимают действия для поиска им хозяев.

3. Событийное волонтерство.

Оно направлено на участие в организации и проведении местных, государственных и федеральных мероприятий и уличных акций.

Так, например, в рамках организованного Комитетом по транспорту города Санкт-Петербурга, голосования по благоустройству среды Санкт-Петербурга, волонтеры не только рассказывали жителям о данном мероприятии, но и оказывали помощь желающим поучаствовать в нем. В рамках транспортной реформы, которая проводилась в городе в 2022 г. волонтеры информировали жителей города о всех транспортных изменениях.

4. Социальное волонтерство.

Данный вид волонтерской деятельности включает в себя помощь пожилым людям, а также инвалидам и детям-сиротам. Волонтеры помогают в социальных домах, во время городских мероприятий, например, таких как День Победы, разносят подарки и поздравляют с праздником.

5. Спортивное волонтерство.

Данный вид волонтерской деятельности в себя помощь в организации и проведение спортивных соревнований и матчей. Главная задача волонтеров заключается в подготовке спортивных залов, встрече гостей и болельщиков и сопровождении их на свои места.

6. Культурно-историческое волонтерство.

Данный вид направлен на сохранение культурного наследия и исторических памятников. В рамках этой деятельности волонтеры могут

участвовать в организации культурных мероприятий, проведении экскурсий и разработке туристических маршрутов.

Проблемы, с которыми чаще всего сталкиваются волонтерские организации, связаны с недостаточным уровнем популяризации и информированию широких кругов общественности о своей деятельности, прежде всего, для привлечения волонтеров и инвесторов.

Существенную помощь в этом может оказать продуманная деятельность по продвижению организации в СМИ и социальных сетях.

PR-продвижение — это технология в маркетинге, с помощью которой создают положительный образ бренда. В отличие от рекламы цель пиара не побудить к покупке, а представить компанию в лучшем свете. Сделать так, чтобы клиенты были лояльны к бизнесу и доверяли его продуктам. [5] К PR-средствам продвижения организаций можно отнести корпоративная идентичность, взаимодействие со СМИ, digital-коммуникации, SMM-деятельность, проработка корпоративного имиджа. [6]

Как считают исследователи проблемы, наиболее эффективным способом для продвижения волонтерства является ведение группы социальных сетях, в таких как «ВКонтакте» или «Telegram».[7] Именно там публикуются посты о деятельности волонтеров, именно там идет работа по привлечению молодежи в число добровольцев и др. Вторым по эффективности способом продвижения волонтерской организации принято считать раздачу листовок на уличных мероприятиях, в которых дается полная контактная информация об организации и направления ее деятельности. Для небольших организаций перспективным является сотрудничество с более крупными добровольческими организациями. Данный способ эффективен тем, что во время проведения, например, уличной акции небольшая организация может обратиться за помощью в виде предоставления ей дополнительного числа волонтеров у крупной организации. Среди часто используемых способов продвижения волонтерской организации можно назвать и посещение различных учебных заведений (школы, колледжи и университеты). Данный способ эффективен тем, что непосредственно направлен на молодежь, которая составляет большую часть участников подобных движений. На подобных мероприятиях рассказывают об основной деятельности волонтерской организации и приглашают молодежь вступить в ряды добровольцев.

Такое средство продвижения волонтерских организаций как реклама в СМИ практически не используется. Чтобы эффективно продвигать организацию в СМИ необходимы финансовые ресурсы, которых у организации, реализующей благотворительную деятельность, как правило, нет. Поиск инвесторов сегодня является одной из насущных задач для волонтерских организаций, которая напрямую связана с продуманной работой по ее PR-продвижению.

Список используемых источников:

1. Федеральный закон от 11.08.1995 (ред. от 8.12.2020) № 135-ФЗ "О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)" Статья 1, раздел 1. Информационный портал «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7495/?ysclid=lobabozr6s418649049 (дата обращения: 28.10.2023)
2. Федеральный закон от 11.08.1995 (ред. от 8.12.2020) № 135-ФЗ "О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)" Статья 1, раздел 1. Информационный портал «Ресурсный центр Серебряных волонтеров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://volonter.mszn27.ru/volonter/document2> (дата обращения: 28.10.2023)
3. Глазкова Е. А. Формы осуществления волонтерской деятельности и виды волонтерства [Электронный ресурс] // Stud Net: электрон. науч. образ. журн. 2019. N 2. С. 26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formy-osuschestvleniya-volonterskoy-deyatelnosti-i-vidy-volonterstva/viewer> (дата обращения: 28.10.2023)
4. Направления волонтерской деятельности. Информационный портал «МОС Волонтер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mosvolonter.ru/programs> (дата обращения: 28.10.2023)
5. Определение PR-продвижения. Информационный портал «skypro media» [Электронный источник]. – Режим просмотра: <https://sky.pro/media/chto-takoe-piar> (Дата обращения: 28.10.2023)
6. PR-средства продвижения организации. Информационный портал «PR.Student» [Электронный источник]. – Режим просмотра: <https://www.prstudent.ru/teoria/pr-instrumenty> (Дата обращения: 28.10.2023)
7. Гаттаулина Л.Р. Использование инструментов рекламы и связей с общественностью в решении задач волонтерских движений [Электронный ресурс]// ЭЭО МБУ ЦДМ «Современник», г. Губкинский. 2019. С. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-instrumentov-reklamy-i-svyazey-s-obshchestvennostyu-v-reshenii-zadach-volonterskih-dvizheniy/viewer> (дата обращения: 28.10.2023)

Nesterova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Features of PR promotion of volunteer organizations.

A volunteer organization is a community of people who are willing to share their resources, forces, time, skills and professional skills for the benefit of other people for free. The peculiarity of the promotion of volunteer organizations is determined by the charitable nature of their activities and the limited funds for their PR promotion. The article shows the specifics of volunteer activity, discusses common means of promoting volunteer organizations.

Key words: *volunteer organization, volunteers, PR promotion, means of promoting volunteer organizations.*

УДК 327
ГРНТИ 11.25.91

СПЕЦИФИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ

М. Ю. Окунев

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

В современном мире международные переговоры становятся все более сложными и разнообразными. С развитием технологий и увеличением числа участников, возникают новые проблемы и возможности. Одной из ключевых проблем является языковой барьер, который может затруднить коммуникацию между участниками.

переговоры, международные переговоры, деловое общение

Проблемы международных переговоров и внешней политики или того, что происходит на международной арене, и того, что необходимо сделать в этой области, всегда находились в центре внимания политиков, аналитиков, журналистов. А вопросы о том, как реализовать внешнеполитические решения (вопросы дипломатии), представляли интерес скорее для более узкого круга специалистов [1].

Функции международных переговоров:

- поиск совместного решения проблемы;
- информационная (получение сведений об интересах, позициях, подходах к решению вопроса противоположной стороны);
- коммуникативная (снятие в процессе общения информационной неопределенности путем уяснения партнерами позиций друг друга);
- регулятивная (регулирование отношений с партнером и координация совместной деятельности)

Специфика международных переговоров включает следующие аспекты:

1. Многообразие культур и национальных особенностей: международные переговоры ведутся между представителями разных стран, каждая из которых имеет свою культуру, традиции, историю и особенности ведения переговоров. Это требует от участников переговоров гибкости, толерантности и понимания других культур.

2. Языковой барьер: переговоры на международном уровне часто требуют владения несколькими языками для эффективного общения. Участники должны быть готовы к использованию переводчиков, что может замедлить процесс переговоров и привести к потере точности перевода.

3. Различия в нормах и правилах ведения переговоров: каждая страна имеет свои нормы и правила ведения переговоров, которые могут существенно отличаться от других. Участники переговоров должны быть знакомы с этими нормами и правилами, чтобы избежать недоразумений и конфликтов.

4. Уровень представительства: международные переговоры обычно ведутся на высоком уровне, с участием высокопоставленных представителей

государств, организаций и компаний. Это может добавить важности и ответственности к процессу переговоров.

5. Наличие множества заинтересованных сторон: международные переговоры часто затрагивают интересы множества сторон, таких как государства, международные организации, частные компании, общественные группы и т.д. Это требует учета интересов всех заинтересованных сторон и поиска компромиссов.

Международные переговоры – деятельность, которая известна в течение многих веков. Четвёртая промышленная революция и запущенная ею цифровизация оказалась поворотным этапом развития всех сфер человеческой деятельности. Не стали исключением и международные переговоры. [2]

Процесс международных переговоров, впрочем, как и любых других, предполагают три стадии их ведения: подготовка к переговорам, процесс их ведения, имплементация результатов переговоров. Цифровизация оказала значительное влияние на подготовительную стадию в двух направлениях. Во-первых, цифровые технологии дают возможность более тщательной подготовки к переговорам, особенно в тех случаях, когда, как например в сфере безопасности, их участникам приходится иметь дела с большим количественным материалом.

Международные переговоры порождают ряд новых моментов в дипломатической практике. Так, увеличение количества сторон при обсуждении проблемы ведет к усложнению общей структуры интересов, возможности создания коалиций, а также появлению страны-лидера на переговорных форумах.

В международных переговорах могут возникать различные проблемы, связанные с культурными различиями, языковыми барьерами, различиями в подходах к переговорам, высоким уровнем представительства, большим количеством заинтересованных сторон, сложностью структуры переговоров, необходимостью использования современных технологий, возникновением конфликтов и необходимостью соблюдения международных норм и правил.

И так международные переговоры являются сложным процессом, требующим учета множества факторов, таких как культурные различия, языковые барьеры, различия в подходах к переговорам и т.д. Успешное проведение международных переговоров зависит от умения участников адаптироваться к различным условиям, находить компромиссы и обеспечивать выполнение достигнутых соглашений.

Список используемых источников:

1. Зенкина Е. В. МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПЕРЕГОВОРЫ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МИРА // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ. 2017. №2. С.7-11.
2. Лебедева М.М., Зиновьева Е.С. СПЕЦИФИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ // Вестник РУДН. Серия: Международные

отношения. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-mezhdunarodnyh-peregovorov-v-epohu-tsifrovizatsii> (дата обращения: 12.10.2023).

Okunev M.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Specificity of international negotiations.

In the modern world, international negotiations are becoming increasingly complex and diverse. As technology advances and the number of participants increases, new challenges and opportunities arise. One of the key problems is the language barrier, which can complicate communication between participants

Key words: *negotiations, international negotiations, business communication.*

УДК 327
ГРНТИ 11.25.91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТЕНТИЧНЫХ, ИНКЛЮЗИВНЫХ ОБРАЗОВ ЖЕНЩИН В РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ НА ПРИМЕРЕ КЕЙСА DOVE В ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ

Н. С. Шевякова

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

Данная статья посвящена социальному проекту «#ПокажитеНас» косметической торговой марки мыла и средств ухода за кожей «Dove». Главная идея заключается в том, чтобы помочь многим женщинам принять своё тело и полюбить себя, не ориентируясь на привычные всем рамки красоты. Совместный проект агентства КРОС и бренда «Dove» стал призёром Effie Russia Awards 2021, а впервые был запущен в 2019 году и повторно реализован в 2020 году.

социально ориентированный маркетинг, рекламная кампания, медиаиндустрия, бенчмарк

В современном обществе существует проблема непринятия себя, своего тела и внешности, что приводит к сильной неуверенности и беспокойству. Многие молодые девушки и женщины начинают отказывать себе в любимой еде, одежде и даже увлечениях из-за постоянных тревожных мыслей о том, что не подходят под всем привычные стандарты красоты.

Основной причиной такого поведения является реклама всевозможных брендов, в которой преимущественно используются идеализированные женские образы со стройной фигурой, безупречными лицами, волосами и зубами. Но многие компании не учитывают тот факт, что за красивой и продающей рекламной картинкой находится настоящий мир со всеми его несовершенствами. Поэтому, бренд «Dove» решил освободить девочек, девушек и женщин от стереотипов красоты, мешающих им полюбить себя и своё тело.

Так, компания «Dove» совместно с крупнейшим в мире фотобанком «Getty Images» и ассоциацией независимых женщин-фотографов «Girl Gaze» создала коллекцию аутентичных, инклюзивных образов реальных женщин без цифровой обработки под хештегом #ShowUs (#ПокажитеНас), и реализовала масштабную рекламную кампанию по их продвижению.

Перед брендом стояло несколько задач, а именно: развеять стереотипы медиаиндустрии вокруг женской красоты, помочь множеству женщин избавиться от их социального давления и вдохновить их на позитивное восприятие своей внешности; преодолеть характерные для России барьеры на пути к принятию философии ценности индивидуальной личности, разнообразной и нешаблонной красоты; построить в России обновленное

восприятие «Dove» как бренда с сильной социальной позицией, оспаривающего стереотипы индустрии красоты.

Также стоит отметить, что помимо коммерческой цели, которая заключается в повышении продаж, компания стремилась оказать позитивное влияние на формирование здоровой самооценки у женщин и девушек.

По данным исследования Edelman Intelligence для «Dove», 7 из 10 российских респонденток считают невозможным выглядеть так, как модели из рекламы брендов и модных журналов. 54% опрошенных женщин недовольны тем, как они выглядят по сравнению с общепринятыми стандартами красоты. И каждая пятая считает, что распространение стереотипных образов красоты через масс-медиа мешает реальным женщинам добиваться своих целей. Например, 18% женщин не получают удовольствия от того, как они питаются, 18% не решаются носить одежду, которая им нравится, и 37% не так активны и уверены в себе, как им хотелось бы. 61% опрошенных женщин не чувствуют себя представленными на изображениях в медиа и рекламе, которые они видят каждый день. И 71% отвечают, что хотели бы видеть в средствах массовой информации образы реальных женщин — разного возраста, рас и размеров [1].

Таким образом, в рамках данного проекта было проведено 3200 бесплатных фотосессий в крупных городах России, в которых могли принять участие женщины любого возраста и комплекции. Фотографии были сделаны без какой-либо обработки и ретуши, что помогло девушкам увидеть себя настоящими и показать это всей стране. Снимки транслировались на центральных медиафасадах в течение нескольких дней и вызвали у общественности большую заинтересованность к проекту.

Кроме того, по инициативе «Dove» компания «Unilever» в России задала новый отраслевой бенчмарк и ввела для всех своих брендов обязательную маркировку рекламных фотографий, информирующую о том, подвергались ли они цифровой обработке. На сегодняшний день такие маркировки используют бренды «Rexona», «Tresemme», «Сamaу», «Чистая линия», «Черный жемчуг» и многие другие. Интересный факт, что компания «Dove» с 2018 года маркирует все свои изображения знаком «Красота без цифровой обработки» [2].

Помимо этого, впервые в России вышел гляцевый журнал «Glamour» с неотретушированным изображением на обложке — фотографией актрисы Юлии Пересильд. А на страницах журнала читатели смогли увидеть фотографии сотрудниц редакции и даже самого издателя, также опубликованные без цифровой обработки.

Такой совершенно новый подход в медиаиндустрии помог по-новому взглянуть на женские образы, используемые в рекламе и показать к каким изменениям готовы передовые масс-медиа.

Для того, чтобы поддержать данную кампанию были приглашены блогеры и лидеры мнений, которые смогли донести до своих подписчиков главную идею #ПокажитеНас. Амбассадором бренда стала певица Манижа,

также к проекту присоединились актриса Оксана Лаврентьева, ведущая и блогер Ида Галич.

Кроме того, компания смогла привлечь внимание аудитории не только в сети Интернет, но и на телевидении. На телеканалах «Москва 360» и «Россия 24» вышли сюжеты об этом масштабном проекте. Стоит упомянуть, что впервые вышел выпуск газеты «Метро» с фотографиями реальных женщин без ретуши. Без внимания не осталась и культурная сфера. Так, Мультимедиа Арт Музей совместно с проектом организовал фотовыставку в центре Москвы, чтобы повысить охваты аудитории к такому инфоповоду.

Такой продуманный комплексный подход, заключающий в себе работу не только со средствами массовой информации и социальными сетями, но и с личным взаимодействием с людьми смог привлечь внимание общества к серьёзной социальной проблеме и помочь многим девушкам и женщинам стать увереннее в себе, осознать свой потенциал и получить возможность реализовываться в полной мере.

Стоит отметить, что сама компания «Dove» является премиальным брендом в сегменте масс-маркета, так как стоимость товаров в несколько раз выше среднерыночной цены. Поэтому, использовать стандартные методы и техники для повышения узнаваемости бренда и выхода его на лидирующие позиции на рынке среди конкурентов не всегда является эффективным. Грамотно выстроенный социально ориентированный маркетинг бренда «Dove» смог продемонстрировать, что удерживать лояльность целевой аудитории можно не только привычными функциональными преимуществами выпускаемых продуктов, но и благодаря сильной и активной социальной позицией бренда.

Подводя итог, можно отметить, что благодаря данной рекламной кампании статистика узнаваемости бренда значительно выросла. Например, на 10% вырос оборот бренда в период апрель — июнь 2019. На 60% вырос трафик на сайт бренда на период кампании. На 532% вырос интерес к бренду по Brand lift Study. А реакция женщин несёт только позитивный характер, учитывая реальные отзывы в социальных сетях — более 4000 оригинальных пользовательских постов [3].

Список используемых источников:

1. Кейс Dove: как показать миру красоту реальных женщин и поднять интерес к бренду на 532% [Электронный ресурс] // ADINDEX, 2021 URL: <https://adindex.ru/case/2020/10/22/286237.phtml> (Дата обращения: 29.10.2023).
2. Бронзовый призёр Effie: Dove помог женщинам вернуть уверенность в себе [Электронный ресурс] // SOSTAV, 2021 URL: <https://www.sostav.ru/publication/effie-48578.html> (Дата обращения: 29.10.2023).

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Using authentic, inclusive images of women in an advertising campaign using the example of the dove case in a digital society.

This article is devoted to a social project "#Show us the "Dove" cosmetic brand of soap and skin care products. The main idea is to help many women accept their body and love themselves, without focusing on the usual beauty framework. The joint project of the KROS agency and the Dove brand became the winner of the Effie Russia Awards 2021, and was first launched in 2019 and re-implemented in 2020.

Key words: socially oriented marketing, advertising campaign, media industry, benchmark.

УДК 334.021
ГРНТИ 19.01.29

ПРОДВИЖЕНИЕ ЛИЧНОГО БРЕНДА УПРАВЛЯЮЩЕГО ПАРТНЕРА

А. В. Яшкова

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

Эта статья обсуждает важность и стратегии продвижения личного бренда управляющего партнера в юридической сфере. Автор выделяет ключевые шаги, включая участие в мероприятиях, публикацию качественных материалов, поддержание актуальности и уникальности контента, а также взаимодействие с аудиторией. Эффективное продвижение личного бренда помогает укрепить репутацию, привлечь новых клиентов и стать узнаваемым экспертом в юридической сфере.

личный бренд, управляющий партнер, юридическая сфера, продвижение, мероприятия, публикации, репутация, клиенты, экспертность, аудитория

Многие юристы и юридические компании зачастую не уделяют должного внимания практике развития собственного имиджа и продвижения личного бренда, так как они сильно заняты текущей работой. Это является серьезным упущением, поскольку личный бренд играет важную роль в оценке качества оказываемых услуг и привлечении новых клиентов.

Личный бренд — это репутация и узнаваемость. Положительное восприятие юриста как профессионала со стороны сообщества и клиентов помогает получать высокие гонорары и строить успешную карьеру. В долгосрочной перспективе в юридическом бизнесе успешными становятся те, кто систематически работает над созданием и развитием своего бренда. Управляющий партнер является лицом фирмы, поэтому его продвижение способствует укреплению репутации и авторитета данного лица в профессиональном сообществе и среди клиентов [1].

Участие в конференциях, семинарах и публичных мероприятиях важно для управляющего партнера, поскольку дает возможность представить свой опыт и наладить контакты. Важно, чтобы управляющий партнер тщательно выбирал мероприятия, соответствующие его компетенции и задачам. Это могут быть различные форматы, такие как конференции, вебинары и другие мероприятия, связанные с юриспруденцией.

Подготовка презентации предполагает подготовку качественного контента для выступления, а также глубокое изучение темы, актуальных вопросов и изменений в законодательстве. Очень важно быть в курсе последних изменений в правовой сфере. Продвигая свое участие в мероприятии в социальных и профессиональных сетях, по электронной почте и на сайте, вы сможете привлечь более широкую аудиторию.

Выступая, юристы должны демонстрировать свои знания и умение анализировать сложные вопросы, что способствует улучшению репутации.

Важно взаимодействовать с аудиторией, отвечать на их вопросы и поощрять дискуссии по теме, способствующие налаживанию контактов и обмену знаниями. После выступления юрист может поделиться материалами презентации, записью выступления или кратким содержанием мероприятия на своих профессиональных платформах. На подобных мероприятиях есть отличная возможность познакомиться с клиентами и другими юристами, что может быть полезно для будущего сотрудничества.

Публикация статей, книг или материалов в блогах способствует распространению о компетентности управляющего партнера. Важно выпускать содержательные и качественные публикации. Это могут быть юридические статьи по теме, анализ решения суда по конкретному делу, обзоры изменений, комментарии к законодательству и другие материалы, связанные с областью права и специализацией. Эти публикации могут публиковаться на различных платформах, таких как периодические юридические журналы, профессиональные блоги, сайты юридических фирм, социальные сети (например, LinkedIn) и другие онлайн-источники. Выбор зависит от целевой аудитории.

Для поддержания интереса аудитории важна регулярность публикаций. Необходимо составить график и придерживаться его. Публикации должны быть актуальными и отражать последние изменения в законодательстве, важные судебные решения и современные правовые тенденции. Необходимо стремиться к тому, чтобы публикации были уникальными и предлагали новый взгляд на проблемы и решения, еще не предложенные другими авторами. После публикации важно активно распространять материал через и реагировать на обратную связь на публикации [3].

Выстраивание отношений и контактов с коллегами и клиентами имеет большое значение для продвижения личного бренда. Управляющий партнер должен активно строить профессиональные отношения в рамках юридической профессии. Это включает в себя контакты с коллегами, клиентами, судьями, представителями других юридических фирм и другими участниками отрасли. Членство в профессиональных ассоциациях и организациях может обеспечить доступ к эксклюзивным мероприятиям, конференциям и возможностям налаживания контактов.

Профессиональные социальные сети, такие как LinkedIn, являются важным инструментом для установления и поддержания контактов. Юрист должен активно участвовать в этих сетях, обновляя свой профиль, размещая материалы и взаимодействуя с контактами. Совместная работа над проектами или исследованиями с коллегами может укрепить профессиональные связи и повысить узнаваемость. Важно, чтобы отношения в профессиональной сети были взаимовыгодными. Помощь и поддержка со стороны других также приводит к помощи и поддержке. Такая сеть помогает находить новых клиентов, быть в курсе событий, повышать свою квалификацию и создавать положительный имидж в юридическом секторе [2].

Онлайн-продвижение включает в себя активное участие в социальных сетях, создание профессионального веб-сайта и блога, а также мониторинг репутации. Одним из первых шагов является создание и поддержка профессионального веб-сайта. На сайте должна быть размещена ключевая информация о партнере, его экспертных знаниях, публикациях, отзывах клиентов и контактная информация. Ведение блога на сайте позволяет публиковать все статьи, аналитические материалы и являться источником опыта управляющего партнера. Это помогает продемонстрировать экспертные знания и повышает узнаваемость в Интернете.

С помощью рассылки (email-маркетинг) можно регулярно информировать клиентов о своей деятельности, юридических новостях и других интересных событиях. Рекламные кампании в Интернете, такие как Google Ads или реклама в социальных сетях, помогут повысить узнаваемость. Важно отслеживать результаты интернет-рекламы с помощью аналитических инструментов, чтобы оптимизировать рекламную стратегию.

Что может представлять опасность в попытке продвижения бренда управляющего партнера:

1. Давать комментарии по делам и сделкам, о сути которых недостаточно информации.
2. Нарушать конфиденциальность клиентов или деловых партнеров.
3. Заниматься обсуждением чрезмерно политизированных и спорных тем.
4. Использовать чужие имена или бренды для собственной выгоды.
5. Проявлять излишнюю откровенность о своей личной жизни, интересах и хобби.
6. Начинать проекты или инициативы и не завершать их.
7. Проявлять неуважение к своей аудитории и ее ценностям.

Таким образом, продвижение личного бренда управляющего партнера в юридическом секторе является важнейшим условием успеха в этой области. Эффективное продвижение личного бренда помогает создать прочную репутацию, привлечь новых клиентов и стать признанным экспертом в юридической сфере.

Список используемых источников:

1. LegalTalks вебинары. Личный бренд юриста. / [Электронный ресурс] // legalacademy: [сайт]. — URL: <https://legalacademy.ru/course/4439780> (дата обращения: 31.10.2023).
2. Елисеев В. Как заработать на своем имени. Секреты создания личного бренда / Бомбора, 2019 — 240 с.
3. Засухин Д. Юридический маркетинг. Как построить личный бренд юристам и адвокатам? / Бомбора, 2015 — 198 с.
4. Мавричева А. Код публичности 2022. Развитие личного бренда в эпоху Digital / Питер, 2020 — 331 с.
5. Самоха А. Юрист. Личный бренд / Феникс, 2021 — 90 с.

Yashkova A.

The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

Promotion of the managing partner's personal brand.

This article discusses the importance of and strategies for promoting a managing partner's personal brand in the legal industry. The author highlights key steps, including participating in events, publishing quality content, keeping content relevant and unique, and engaging with audiences. Effective personal branding helps build reputation, attract new clients, and become a recognizable expert in the legal field.

Key words: *personal brand, managing partner, legal industry, promotion, events, publications, reputation, clients, expertise, audience.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АНДРИЕВСКИЙ Никита Константинович	студент группы ИКТК-01 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч -Бруевича, andrievskynikita@gmail.com
АНТОНОВ Кирилл Максимович	студент группы БИ-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, antonov.kirill.bi83@gmail.com
АРСЕНЬЕВ Федор Алексеевич	студент группы ИСТ-013 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, farsenyev@bk.ru
АСТАФЬЕВА Ирина Евгеньевна	кандидат философских наук, доцент кафедры социально-политических наук Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, rina.astafjewa@ya.ru
БАБЕНКО Максим Сергеевич	студент группы Р-22м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, maximsergeevich12@gmail.com
БАРАБАНЩИКОВ Дмитрий Алексеевич	студент группы РТ-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, barabanshikov.da@gmail.com
БАСКОВА Анастасия Юрьевна	студент группы РЦТ-01 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Chilmar@yandex.ru

- БАСЫРЕВА**
Елизавета Олеговна
студент группы РЦТ-03
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
lomalo2002@gmail.com
- БЕЗГОДОВ**
Денис Сергеевич
студент группы ФП-01
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
bezgodova_o@mail.ru
- БЕЛОВ**
Николай Сергеевич
студент группы БИМ-11з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
coronius_87@mail.ru
- БЕРЕЗКИН**
Александр Александрович
кандидат технических наук,
доцент кафедры программной инженерии и
вычислительной техники
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
berezkin.aa@sut.ru
- БОГАТЫРЕВ**
Кирилл Деисович
студент группы ФП-32м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kiry.bog@mail.ru
- БОГДАНОВА**
Мария Алексеевна
студент группы 3844201/30401
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
mary.bogdanova.01@mail.ru
- БОРИСОВ**
Максим Геннадьевич
студент группы РТ-31м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
maximka.borisov3@gmail.com

БОЯШОВА
Елена Петровна

старший преподаватель кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, helen.glass@mail.ru

БУГРОВА
Екатерина Сергеевна

студент группы ИКТМ-32м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, bugrova.es@sut.ru

БУЧАТСКИЙ
Александр Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры телевидения и метрологии, директор института магистратуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alexanderbuchatsky@yandex.ru

БЫСТРОВ
Роман Владиленович

студент группы РСО-31м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rom-fantom7@mail.ru

ВЕДЕНИНА
Ксения Александровна

студент группы ЗР-21м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, stonojenko@bk.ru

ВИННИК
Евгений Дмитриевич

студент группы Р-32м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zhenyavinnik@gmail.com

ВЛАДИМИРОВ
Сергей Сергеевич

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, vladimirov.opds@gmail.com

ВОЛКОВ

Роман Алексеевич

студент группы БИМ-21

Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
volkovra@mail.ru**ВОЛОШИНОВ**

Денис Вячеславович

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой информатики и
компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
voloshinov.dv@sut.ru**ВОЛЬФСОН**

Михаил Борисович

кандидат экономических наук, доцент,
заведующий кафедрой бизнес-информатики
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
volfson.mb@sut.ru**ВЫМОЛОВ**

Александр Юрьевич

студент группы РТ-21м

Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
avymolov@mail.ru**ВЯТКИНА**

Алиса Владимировна

студент группы 3844201/30401
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
alisa0401@mail.ru**ГЕХТ**

Антон Борисович

кандидат исторических наук, доцент,
заместитель декана факультета социальных
цифровых технологий по научной работе,
заведующий кафедрой истории и
регионоведения
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
geht.ab@sut.ru**ГИЛЯЕВ**

Виктор Михайлович

студент группы РТ-21м

Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
gilyaev_vm@ciris.ru

- ГЛАГОЛЕВ**
Сергей Фёдорович
кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Glagolevsf@yandex.ru
- ГЛАДКОВА**
Марина Витальевна
студент группы 3844201/30401 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, marina.gladkova.2001@mail.ru
- ГОРАНСКАЯ**
Светлана Андреевна
студент группы ИКМ-12з Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, svetlancho.zueva@yandex.ru
- ГОРДИЙЧУК**
Ирина Михайловна
студент группы ИКТФ-36м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, bratirina@yandex.ru
- ГОРНАЕВ**
Тимофей Васильевич
студент группы ИКПИ-392м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, tgornaev@yandex.ru
- ГРИГОРЬЕВ**
Михаил Дмитриевич
студент группы ИКТО-07 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, mikhail.grigorev09@gmail.com
- ГРИШИН**
Валерий Валерьевич
студент группы ФП-01 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, valeriy.01@bk.ru

ГУДКОВ
Данила Павлович

студент группы БИ-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
gudckov-danila@mail.ru

ДАНЧЕНКОВ
Владимир Ринатович

студент группы РК-31М
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
danchenkovvla@gmail.ru

ДВОРЕЦКОВ
Кирилл Алексеевич

студент группы ИКПИ-05
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dvoreckovkirill@gmail.com

ДОКТЫРБАЙ
Шерхан Айдарулы

студент группы ИСТ-211м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
sherkhan2022@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@sut.ru

ЕЛАГИН
Василий Сергеевич

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
инфокоммуникационных систем
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
v.elagin@spbgut.ru

ЖАВОРОНКОВА
Вера Владимировна

студент группы ИКТМ-32м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
zhavoronkovavv@yandex.ru

- ЗАВОДНОВ**
Сергей Евгеньевич
студент группы ИКВТ-291м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
serzav22@gmail.com
- ЗАПАЙЩИКОВ**
Александр Викторович
аспирант Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
zapaishikov.av1999@gmail.com
- ЗВЕРЕВ**
Артем Михайлович
студент группы М092201(71)
Московского технического университета
связи и информатики,
zverev_sh4w@vk.com
- ЗОЗУЛЯ**
Глеб Сергеевич
студент группы ИКТК-01
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
zozulya.gleb@mail.ru
- ЗОЛОТОВА**
Полина Михайловна
студент группы ИСТ-232м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
zolotova.p@mail.ru
- ЗЮРИКОВ**
Михаил Артурович
студент группы ИСТ-331м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
mizur@bk.ru
- ИГНАТЬЕВА**
Дарья Александровна
студент группы ИКТЗ-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Miss.ignateva.14@mail.ru

ИШУТИНА
Оксана Юрьевна

студент группы Р-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ishutina.oksana.u@yandex.ru

КАМАЛОВА
Анастасия Олеговна

студент группы ИКБ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kamalovan002@mail.ru

КАРЕВ
Антон Михайлович

студент группы ИКПИ-04
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Karev007@bk.ru

КАРЕЛИН
Евгений Альбертович

студент группы ИКПИ-392м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
eugenefolkast@mail.ru

КАСЕНОВА
Мерейлим Нурлановна

докторант Евразийского национального
университета им. Л.Н. Гумилева,
mikassen@gmail.com

КАТАСОНОВ
Александр Игоревич

ассистент кафедры защищенных систем
связи Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ksasha716@yandex.ru

КИРИЧЕК
Руслан Валентинович

ректор, доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры программной инженерии
и вычислительной техники
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
kirichек@sut.ru

- КИРКУМ**
Глеб Константинович
студент группы ИКПИ-05
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
glebkiop2@gmail.com
- КОВАЛЕНКО**
Леонид Александрович
студент группы ИСТ-241м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
canyone2015@yandex.ru
- КОЗЛОВ**
Денис Витальевич
аспирант группы 2213А-23
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
- КОЛМАКОВ**
Антон Евгеньевич
студент группы ИСТ-311м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
a.e.kolmakov.docs@gmail.com
- КОНСТАНТИНОВ**
Егор Сергеевич
студент группы Р-31м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
konstantinovegor@gmail.com
- КОНТЕМИРОВ**
Сергей Анатолтевич
студент группы РТ-22м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kontik00@gmail.com
- КОПЫТОВА**
Елена Вячеславовна
студент группы ИСМ-21
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
el.kop16@gmail.ru

КОРЖЕНЕВСКИЙ
Олег Васильевич

студент группы ИКМ-13з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
korzhenevskij.oleg@yandex.ru

КОРОВИН
Константин Олегович

кандидат физико-математических наук,
доцент, заведующий кафедрой радиосистем и
обработки сигналов Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
konstkor@mail.ru

КОТЛЯРОВА
Анна Андреевна

старший преподаватель
кафедры социально-политических наук
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
cotlyarova.ania@yandex.ru

КРЕКОВ
Владислав Николаевич

студент группы Р-31м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
vladislavkrekov@gmail.com

КРИВОЛАПОВ
Даниил Антонович

студент группы ИСТ-251м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dkrivola@ya.ru

КРОПАНИНА
Анастасия Андреевна

студент группы ИКТ-311
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
nastya.kropanina@gmail.com

КУЛЬНАЗАРОВА
Анастасия Витальевна

кандидат политических наук, доцент
кафедры социально-политических наук
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевич,
kulnazarova.av@sut.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
- КУРБАНОВ**
Улугбек Баходирович
студент группы ИКМ-23з
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
ulugbek0127@gmail.com
- КУРБАТОВА**
Екатерина Антоновна
студент группы РТ-01
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
hggbvuey@gmail.com
- КУТНЯКОВА**
Дарья Андреевна
студент группы ФП-32м
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
andr8388@inbox.ru
- КУЧЕРЯВЫЙ**
Александр Игоревич
студент группы ФП-22м
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
can4oys@list.ru
- ЛАБКОВСКАЯ**
Римма Яновна
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры информационных управляющих систем
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
rimma.labkovskaya@gmail.com
- ЛЕБЕДЕВ**
Даниил Владимирович
студент группы ИСТ-232м
Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dania27.00@mail.ru

ЛЕОНОВ
Александр Сергеевич

студент группы ОМП-12201МОпоиот
Университета «Синергия»,
thealeons@mail.ru

ЛЕТУЧИЙ
Василий Алексеевич

студент группы 233А-23
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
letuchiy.vasya@gmail.com

ЛИСТВИНА
Наталья Сергеевна

студент группы РСО-31м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
nat_list@list.ru

ЛИТВИНОВ
Алексей Сергеевич

студент группы РТ-32м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, техник-
программист ООО «СТЦ»,
lex415961@gmail.com

ЛИТВИНОВ
Владислав Леонидович

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой информационных
управляющих систем
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
vlad.litvinov61@gmail.com

ЛОНШАКОВ
Максим Андреевич

студент группы ИКТС-22
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
lonsakov66@gmail.com

ЛУКИНА
Ольга Валентиновна

студент группы ИКТК-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
vcgkbruo@gmail.com

ЛУЧАНИНОВА
Инна Дмитриевна

студент группы РСМ-11з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевич,
kaigorodowa.inna@yandex.ru

ЛЫКОВ
Глеб Романович

студент группы ИКМ-32з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

МАРТЫНЮК
Анастасия Андреевна

студент группы ИКПИ-05
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
nastisha.m@gmail.com

МЕБОНИЯ
Маргарита Алексеевна

студент группы РТ-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
margarita.meboniya@gmail.com

МЕЛЬНИКОВ
Максим Владиславович

студент группы ИСТ-331м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
maxim.mel4985@gmail.com

МЕЛЬНИКОВ
Павел Сергеевич

студент группы ФП-22м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ernycas2180@gmail.com

МЕЛЬНИЦЫНА
Мария Игоревна

студент группы СБ-91з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
melni02022001@mail.ru

- МИТАСОВ**
Владимир Алексеевич
студент группы ЗР-01
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
mitasov.volod@yandex.ru
- МОРОЗОВ**
Александр Алексеевич
ассистент кафедры конструирования и
производства радиоэлектронных средств
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
aa.morozov56@gmail.com
- МОРОЗОВА**
Екатерина Антоновна
студент группы Р-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
morwaykate@yandex.ru
- МУРАВЬЕВ**
Георгий Дмитриевич
студент группы РМ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
traum1601@gmail.com
- МУСАЕВА**
Татьяна Вагиф кызы
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры информатики и
компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
neli_6868@mail.ru
- МУХИНА**
Ангелина Дмитриевна
студент группы РТ-21м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
adm03250@gmail.com
- МЫЗНИКОВ**
Тимофей Дмитриевич
студент группы ИКПИ-04
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
reedztim2002@gmail.ru

НЕКРАСОВ

Сергей Германович

студент группы ИКВТ-01

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, poshtaposhta114@gmail.com

НЕСТЕРОВА

Арина Анатольевна

студент группы РСО-31м

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, arinavoretsen@gmail.com

НИКИТИН

Юрий Александрович

кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры электроники и схемотехники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевич, yuriyan@list.ru

НИКИФОРОВ

Евгений Васильевич

студент группы ИКПИ-292м

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zhenyanikforov@gmail.com

НИКИФОРОВ

Лев Владимирович

студент группы ИКТО-08

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, lev4917@gmail.com

ОБУХОВ

Евгений Дмитриевич

студент группы ИКВТ-391м

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, irvind25@gmail.com

ОКУНЕВ

Максим Юрьевич

студент группы РСО-21м

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, maksim-okunev@mail.ru

ПАРАНИЧЕВ
Андрей Викторович

старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pav-83@yandex.ru

ПАЧИН
Андрей Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pachin.andrej@bk.ru

ПЕРМЯКОВ
Андрей Александрович

студент группы 233А-23 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gh.hg.0000@mail.ru

ПЕСТОВ
Игорь Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, pestovie@outlook.com

ПЕТРОВА
Наталия Александровна

студент группы Р-31м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, pfnatasha@mail.ru

ПОМОГАЛОВА
Альбина Владимировна

старший преподаватель кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, alya.pomo@gmail.com

- ПОПКОВ**
Святослав Витальевич
студент группы Р-31м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Slavik.Popkov@gmail.com
- ПОПОВ**
Дмитрий Геннадьевич
кандидат философских наук, доцент высшей
школы медиакоммуникаций и связей с
общественностью Санкт-Петербургского
политехнического университета
Петра Великого,
popov_dg@spbstu.ru
- ПОПУГАЕВ**
Даниил Георгиевич
студент группы ИСТ-261
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
daniilapopugaev@yandex.ru
- ПОСМЕТЬЕВ**
Алексей Аркадьевич
студент группы РЦТ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
posmetev.alex@yandex.ru
- ПРОХОРОВ**
Кирилл Юрьевич
аспирант группы 2213А-22
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kuprokhov@gmail.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
- ПЫПИНА**
Дарья Дмитриевна
студент группы РСО-04
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dariapypina@gmail.com

- РОГОВ**
Сергей Александрович
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры фотоники и линий связи
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
sarogov@mail.ru
- РОДИНА**
Карина Андреевна
студент группы РТ-22м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kovalyova-karina99@mail.ru
- РОМАНОВ**
Иван Радивоевич
студент группы ИКТО-08
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
ivan.romanov.20.00@yandex.ru
- РОМАНЮК**
Егор Олегович
студент группы ИКТБ-27м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
pomidorych2000@gmail.com
- РУБИНА**
Анастасия Александровна
студент группы ЭБМ-11з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
stidiya16@gmail.com
- РЫБАЛКО**
Андрей Вадимович
студент группы ИСТ-341м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
rybalko102@gmail.com
- РЫБИН**
Андрей Анатольевич
студент группы БИМ-11з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
uncle.bans@gmail.com

САВЕЛЬЕВА
Анастасия Андреевна

старший преподаватель кафедры
инфокоммуникационных систем
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
saa@sut.ru

СВЕТОВА
Анастасия Васильевна

студент группы ИКТГ-34м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
nastya_sv00@mail.ru

СВИНЬИНА
Ольга Андреевна

старший преподаватель кафедры
телевидения и метрологии
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
olga.svinyina@gmail.com

СЕРБИН
Андрей Александрович

студент группы ИКТМ-32м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
serbinandr@gmail.com

СИРГАЗИНОВ
Тимур Муратович

студент группы ИКПИ-05
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
5564312@mail.ru

СМИРНОВ
Даниил Николаевич

ассистент кафедры защищенных систем связи
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
SmirnovDaniilN@yandex.ru.

СМУРОВ
Илья Александрович

студент группы ИКТБ-28м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ismurov@mail.ru

СОКОЛОВА
Владислава Николаевна

студент группы № 3844201/30401
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого,
sockolowa.vlada2016@yandex.ru

СТЕПАНОВ
Андрей Борисович

кандидат технических наук, доцент,
заместитель директора института
магистратуры по учебной работе, доцент
кафедры радиосистем и обработки сигналов
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

СУЕТИН
Алексей Юрьевич

аспирант группы 233А-23
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
suetin.alexey@yandex.ru

ТАМБОВЦЕВ
Глеб Ильич

студент группы ИКТИ-35м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
quanuhs@yandex.ru

ТАТАЕВ
Василий Сергеевич

студент группы ФП-32м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
tataew_vas@mail.ru

ТАТАРЕНКОВ
Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры
телевидения и метрологии
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
tatarenkov.da@sut.ru.

ТАФИНЦЕВ
Кирилл Евгеньевич

студент группы ИКТИ-25м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

- 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
- ТИТОВ**
Павел Александрович
студент группы ИСТ-231м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, wowpointblog@gmail.com
- ТИХОНОВ**
Яков Александрович
аспирант группы 222А-23 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ассистент кафедры ЭиС, buyzka@gmail.com
- ТОКМАКОВ**
Владислав Русланович
студент группы ИСТ-212м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vt.muffin@mail.ru
- ТРОФИМУШКИН**
Максим Дмитриевич
студент группы ФП-32м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, maks.trofimuschkin@gmail.com
- УРВАНЦЕВ**
Георгий Александрович
студент группы ИСТ-232м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, minehaka@yandex.ru
- ФЁДОРОВ**
Сергей Леонидович
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры телевидения и метрологии Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, sergey.fedorov@sut.ru

ФЕДОРОВ
Павел Олегович

аспирант группы 236А-23
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
pavel_lenin@mail.ru

ФЕДОРОВА
Екатерина Сергеевна

студент группы ИКТБ-28м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ek.chukina@yandex.ru

ФЕДОТОВ
Даниил Дмитриевич

студент группы РЦТ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
danyabonch@gmail.com

ФЕДЯНЦЕВА
Марина Анатольевна

студент группы ИКВТ-12
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
fedyantsevam@gmail.com

ФИЛИППОВ
Феликс Васильевич

кандидат технических наук, старший
научный сотрудник, доцент кафедры
информационных управляющих систем
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
ius@sut.ru

ФИСЕЧКО
Никита Сергеевич

студент группы РЦТ-01
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
nik_fisechko@mail.ru

ХИМЕНКОВА
Дарья Андреевна

студент группы РМ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
khimenkovad@gmail.com

- ХОРОМСКАЯ**
Ангелина Юрьевна
студент группы ИКТБ-27м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
angelina815@mail.ru
- ХРИПУНОВ**
Максим Денисович
студент группы РЦТ-02
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
maks.khripunoff@yandex.ru
- ЦВЕТКОВ**
Александр Юрьевич
аспирант группы 236А-22
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
aleksandr.tsvetkov@sut.ru
- ЦВЕТКОВ**
Илья Александрович
студент группы ИСМ-11з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ilik1217@yandex.ru
- ЧЕКАЛОВ**
Дмитрий Александрович
студент группы ИКТС-33м
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
chekslovda.psk@gmail.com
- ЧЕНАРАНИ**
Сасан
аспирант группы 6020501/20003
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого,
chenarani94sasan@gmail.com
- ЧЕРКАСОВА**
Анастасия Николаевна
студент группы 2215А-23
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
nari_5@mail.ru

ЧЕРНОВ
Игорь Николаевич

старший преподаватель кафедры радиосистем и обработки сигналов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, full41@bk.ru

ЧИСТОСТУПОВ
Никита Дмитриевич

студент группы ИКТЗ-31м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, n.chistostupov@gmail.com

ЧУМАКОВ
Игорь Владимирович

техник кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, i@ichumakov.ru

ШАБАЛА
Михаил Дмитриевич

студент группы 2-МГ-56 Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, shadowcloud@1hokage.ru

ШАБАНОВ
Александр Павлович

аспирант группы 0906А-21, ассистент кафедры интеллектуальных систем автоматизации и управления Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, shabanov.ap@shpg.spb.ru

ШАМСИЕВ
Бахтияр Газиевич

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиосвязи и вещания Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, shamsiev2000@mail.ru

ШАРИПОВА
Камила Тимуровна

студент группы ИКВТ-03 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kalinamila03@yandex.ru

ШЕВЯКОВА
Наталья Сергеевна

студент группы Р-12
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
shevnatali786@gmail.com

ШИЛЬНИКОВА
Дарья Андреевна

студент группы ИСТ-013
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
girl.is.anime20@gmail.com

ШИЯН
Андрей Анатольевич

кандидат педагогических наук, доцент
кафедры информатики и компьютерного
дизайна Санкт-Петербургского
государственного университета
телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
1001digit@gmail.com

ШИЯН
Павел Анатольевич

старший преподаватель кафедры
информатики и компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
info202020info@gmail.com

ШУШПАНОВ
Дмитрий Викторович

кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры теоретических основ
телекоммуникаций
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dimasf@inbox.ru

ЩУР
Семен Юрьевич

аспирант Санкт-Петербургского
политехнического университета
Петра Великого,
semmyon@yandex.ru

ЯШКОВА
Анастасия Витальевна

студент группы РСМ-21з
Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
anastasia.yashkova@bk.ru

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

**ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ
В МАГИСТРАТУРЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ
(ПКМ-2023)**

Сборник лучших докладов

Том 2

Научное издание

План издания научной литературы 2023 г.

Отпечатано с авторского оригинал-макета

Вёрстка
Д. А. Рожковой,
Дизайн логотипа Г. И. Юрьев
Подписано в печать 09.02.2024
Объём 25,0 усл.-печ. л. Тираж 40 экз. Заказ 1567

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ
193232 СПб., пр. Большевиков, 22, корп. 1
Отпечатано в СПбГУТ