

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СВЯЗИ»  
РЕГИОНАЛЬНОЕ СОДРУЖЕСТВО В ОБЛАСТИ СВЯЗИ (РСС)  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ (МСЭ)  
РУП «БЕЛПОЧТА»  
РУП «БЕЛТЕЛЕКОМ»  
ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ»

# **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ**

МАТЕРИАЛЫ  
XXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

27–28 октября 2022 года  
Минск, Республика Беларусь

Минск  
Белорусская государственная академия связи  
2022

УДК 654(082)  
ББК 32.88  
C56

**Редакционная коллегия:**

**А. О. Зеневич  
В. В. Дубровский  
Е. А. Кудрицкая  
Е. В. Новиков  
А. А. Лапцевич  
А. В. Будник  
С. И. Половеня  
О. Ю. Горбадей  
Г. Е. Кобринский  
Г. И. Мельянец  
Л. П. Томилина  
С. Ю. Михневич  
Ю. В. Криворотько**

C56      **Современные средства связи** : материалы XXVII Междунар. науч.-техн. конф., 27–28 окт. 2022 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2022. – 348 с.  
ISBN 978-985-585-089-3.

Сборник включает материалы докладов XXVII Международной научно-технической конференции «Современные средства связи», которая проводилась 27–28 октября 2022 года. Представлены материалы по следующим секциям: инфокоммуникации и информационные технологии; защита информации и технологии информационной безопасности; беспроводные цифровые технологии связи и вещания; теория связи, системы и сети передачи данных; новые информационно-коммуникационные технологии в почтовой связи и логистике; цифровая экономика, система менеджмента качества, организация, управление и маркетинг в отрасли связи; инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи; цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения.

Материалы конференции предназначены для специалистов в области связи и смежных наук, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 654(082)  
ББК 32.88

ISBN 978-985-585-089-3

© Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
академия связи», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Пленарные доклады*

**Т.М.Мансуров** Несанкционированный доступ к оптическому волокну.....11

#### *Секция «Инфокоммуникации и информационные технологии»*

<b>В.А.Плакса, О.Ю.Горбадей</b> Применение информационных технологий в профориентационных работах.....	15
<b>А.А.Тежар, С.Ю.Михневич</b> Реализация моделей виртуальных операторов сотовой связи в Республике Беларусь .....	16
<b>А.Е.Леинова, О.Ю.Горбадей, А.В.Ханько</b> Вопросы практического применения систем автоматизации делопроизводства и документооборота в Индустрии 4.0 .....	17
<b>К.А.Радкевич, О.Ю.Горбадей</b> Программная реализация метода анализа иерархий для выбора оптимальной структуры сети Интернета вещей .....	19
<b>А.Е.Лагутин, Ж.П.Лагутина</b> Мультисервисные сети связи на базе SDN и NFV технологий .....	20
<b>А.А.Тежар, С.Ю.Михневич</b> Предложения по унификации взаимодействия информационных систем в Республике Беларусь .....	22
<b>А.Г.Костюковский</b> Тактика идентификации противника в ходе боевых действий и военной разведки при нулевой видимости.....	24
<b>Я.А.Боровская</b> Разработка решения по обеспечению совместимости сенсорных данных в архитектуре 5G-ICN .....	26
<b>U.A.Vishniakou, H.A.Al-Masri, K.S.Al-Haji</b> IoT network algorithm for production quality control .....	28
<b>U.A.Vishniakou, B.H.Shaya</b> Proposed system architecture for cough detection .....	29
<b>В.А.Вишняков, Д.А.Качан</b> Алгоритмы и программная реализация информационного управления в образовании с использованием блокчейн .....	30
<b>М.А.Малец, Н.А.Лапцевич, Е.К.Дубовик, М.П.Патапович</b> Актуальность использования программного обеспечения Laesspectrometer для научных исследований.....	31
<b>N.N.Flyachinskaya</b> Systemic challenges and obstacles to the implementation of digital technologies.....	32
<b>О.П.Рябычина, О.Р.Ходасевич</b> Обзор систем мониторинга погодных и дорожных условий проезжей части.....	34
<b>Н.Г.Юневич</b> Программное обеспечение с открытым исходным кодом в национальной политике мировых держав.....	35
<b>О.С.Скряго</b> Техническое зрение беспилотной сельхозтехники на основе технологий искусственного интеллекта.....	37
<b>О.П.Рябычина, В.В.Рожков</b> Программное средство по сопровождению составного коммутационного оборудования связи .....	39
<b>M.H.Hasanov, N.A.Atayev</b> Study of prototype nano satellite subsystems based on radio and optical communication technologies .....	40
<b>О.П.Рябычина, Д.В.Туля</b> Программный модуль проведения приемной кампании в учреждении образования .....	41
<b>О.П.Рябычина, Ю.В.Новосельская</b> Анализ информационных систем в образовании.....	44
<b>А.М.Старостин, Е.Н.Тованичова</b> Транспарентность и рестриктивность в управлеченческих коммуникациях: базовые регистры.....	45
<b>А.В.Гордеюк, Н.Д.Колосун</b> 3D-модель устройства вторичной переработки пластика.....	46
<b>М.А.Малец, О.П.Рябычина</b> Цифровизация в сфере образования .....	47
<b>Н.С.Саркисов, О.А.Лавшук</b> Методы и алгоритмы оптимальной маршрутизации.....	48
<b>О.А.Лавшук</b> Моделирование целевой функции протокола RPL в системе имитационного моделирования Contiki Cooja.....	50

<b>О.П.Рябычина, К.С.Королёв</b> Программное средство для автоматизации процесса генерации рецензий.....	52
<b>Б.Г.Ибрагимов, М.Г.Гасанов, А.Д.Тагиев</b> Исследование качества функционирования мультисервисных сетей связи на базе концепции SDN .....	53
<b>M.M.Arabboev, Sh.A.Begmatov, Kh.Kh.Nosirov</b> A review of contributions to machine learning algorithms used for the prediction of diabetes mellitus .....	55
<b>Н.Н.Васин, А.А.Фирсова</b> Обнаружение сетевых аномалий на основе статистического фактора самоподобия .....	57
<b>M.M.Arabboev, Sh.A.Begmatov, Kh.Kh.Nosirov</b> Development of external USB Braille keyboards for smartphones .....	58
<b>Е.А.Казак, Е.В.Вышинская</b> Базовые взаимосвязи и характеристика стандартов 5G .....	60
<b>Е.А.Гарунович, И.А.Авдеенко</b> Алгоритм мультиплексивного скремблирования потока данных в сетях 5G для обеспечения стохастизации регулярных последовательностей .....	61
<b>А.А.Карпук, А.В.Говорко, В.В.Шишко</b> Оценка возможности и качества оказания услуг в сетях сотовой подвижной электросвязи стандарта LTE.....	62
<b>В.А.Сицко, И.А.Середа</b> Система контроля удаленного доступа в помещение с журналом событий MQTT .....	64
<b>А.А.Карпук, В.В.Шишко, А.В.Говорко</b> Совершенствование законодательства Республики Беларусь по установлению требований к качеству услуг сотовой связи .....	65
<b>М.В.Стрежанов</b> Алгоритмы консенсуса блокчейн системы .....	67

*Секция «Защита информации и технологии информационной безопасности»*

<b>С.Ю.Михневич, А.Ю.Сенкевич, Д.И.Абакунчик, Д.А.Стрельчена</b> Нормативное обеспечение по безопасному использованию искусственного интеллекта в РБ .....	69
<b>С.Ю.Михневич, А.Ю.Сенкевич, В.А.Таболич</b> Оценка влияния межмодового взаимодействия в оптических волокнах на распространение волн .....	70
<b>Т.А.Матковская, О.В.Кочергина</b> Использование кремниевого фотоэлектронного умножителя для обнаружения канала утечки информации из многомодового оптического волокна .....	72
<b>С.Ю.Воробьёв, Г.В.Мишинев</b> ИТ-аудит как дополнительная мера контроля бизнес-процессов в банковской отрасли .....	74
<b>Е.В.Зaborовская</b> Защита информации в электронном документообороте в корпоративных системах .....	76
<b>Е.О.Пушкарский, А.Н.Коваленко</b> Использование инновационных технологий в процессе подготовки специалистов атомной энергетики .....	77
<b>В.М.Алефиренко, А.М.Асиненко, А.Д.Денскевич</b> Комплексный анализ технических характеристик малогабаритных видеокамер для скрытого наблюдения .....	79
<b>И.С.Харкевич, Ю.Ю.Петрович</b> Контроль доступа по iris с помощью смартфона .....	81
<b>И.О.Ковалевский, А.Н.Коваленко</b> Некоторые вопросы применения тепловизоров .....	82
<b>В.К.Железняк, Е.Р.Адамовский</b> Оценка защищенности и контроля речевого сигнала по спектральной составляющей его огибающей .....	84
<b>А.А.Батура, А.В.Будник, С.М.Боровиков</b> Новый подход к оценке эксплуатационной надежности электронных систем обеспечения безопасности объектов инфокоммуникаций .....	86
<b>Т.М.Мансуров, Р.С.Мамедов</b> Квантовые протоколы прямой безопасной связи .....	88
<b>Т.А.Пулко</b> Обнаружение аномалий запуска процессов операционной системы Windows посредством системы мониторинга событий информационной безопасности .....	90
<b>Г.А.Мельников</b> Алгоритм атаки интернет-сайтов с использованием форм .....	92
<b>В.К.Шамко, П.И.Гладун</b> Отказоустойчивость сетей связи и ее обеспечение .....	94
<b>М.О.Пикзуза</b> Программный метод улучшения статистических характеристик аппаратного генератора случайных чисел .....	96

<b>Б.Б.Бабаев</b> Некоторые аспекты защиты сетевых протоколов прикладного уровня .....	97
<b>Б.Б.Бабаев</b> Решения mdm для защиты устройств в рамках концепции byod.....	98
<b>Р.Сахатмурадов</b> Создание системы обеспечения информационной безопасности электронного правительства .....	99
<b>Р.Сахатмурадов</b> К вопросу реализации принципа информационной безопасности инновационной организации.....	100
<b>Е.С.Карташевская</b> Использование копула-функций в задачах классификации событий информационной безопасности .....	101
<b>А.В.Ханько, М.С.Коробчиц</b> Применение метрик качества программного обеспечения на примере проекта ЗАО «Кьюликс Системс».....	102
<b>Д.Г.Семенец, А.В.Будник, Т.И.Хлебец, Д.Г.Мамейчик</b> Обеспечение безопасности почтового сервера .....	105
<b>А.М.Кузьмицкий, Я.Г.Прокофьев</b> Информационная защита в системе оперативной связи и оповещения ядерного объекта .....	106
<b>И.А.Овчинникова, О.О.Шаманова</b> Анализ использования биометрических технологий при организации физической защиты информации .....	108
<b>А.А.Лапцевич, Е.С.Козлова</b> Система защиты электронной цифровой подписи при организации документооборота.....	109
<b>Н.Г.Киевец</b> Двухуровневое тестирование случайных последовательностей длиной 512 бит.....	110
<b>Б.Г.Ибрагимов, К.М.Тахирова</b> Исследования показателей эффективности сетевой стеганографии при скрытии сообщений .....	111
<b>А.В.Зайцев</b> Принцип псевдослучайной перестройки рабочих частот в работе радиостанций .....	113
<b>М.С.Попова, В.Д.Хвалько</b> Моделирование процессов формирования сигнала для оценки параметров сети с помощью эквалайзера .....	114
<b>М.С.Попова, Д.В.Наумов</b> Визуализация процедуры формирования сигнала при наличии межсимвольной интерференции .....	116
<b>М.С.Попова, Н.В.Сковородко</b> Помехоустойчивость системы связи при компенсации межсимвольной интерференции .....	117

*Секция «Беспроводные цифровые технологии связи и вещания»*

<b>Л.И.Гречихин, Д.Ю.Олейник</b> Измерение мощности СВЧ диапазона диодом Ганна .....	120
<b>О.В.Кочергина, Т.А.Матковская, Dr Arash Kosari</b> Канал утечки информации в области изгиба оптического волокна.....	122
<b>А.Г.Костюковский</b> Цветовое кодирование в тактиках боевых действий и военной разведки .....	124
<b>Ю.Е.Бань, В.К.Шамко, Акинкуото Самюэль</b> Источники бесперебойного питания на основе суперконденсаторов для постов радиомониторинга .....	126
<b>В.А.Албул</b> Техника тропосферной связи в сетях специального назначения .....	128
<b>И.Ю.Малевич, П.В.Заяц</b> Проблемные вопросы построения радиоприемных трактов метрового диапазона с повышенной помехозащищенностью.....	129
<b>Н.А.Антипенко, Ю.А.Жуковская, А.И.Кнотько-Мороз</b> Цифровая трансформация в сфере телекоммуникаций .....	131
<b>А.С.Двинский, В.К.Шамко</b> Построение системы сбора информации работы объектов ЖКХ на основе стандарта IEEE 802.15.4 .....	132
<b>В.В.Дубровский, В.А.Журавлёв</b> Структурная схема системы передачи данных в сетях 5G на основе методов нелинейной динамики.....	134
<b>П.В.Заяц, И.Ю.Малевич</b> Исследование возможности повышения линейности МШУ с обратной связью в преселекторах радиоприемных трактов метрового диапазона.....	136
<b>С.И.Киркоров</b> Компьютерное зрение для задач распознавания образов в учебном процессе.....	138

<b>Е.Б.Ташманов, Ю.Р.Мамбетшарипов</b>	Многомерные управляемые процессы яркости изображения с геометрическими ограничениями .....	139
<b>М.А.Асаёнок, С.Ю.Казанцев, Н.Е.Мирошникова, П.А.Титовец, М.О.Федюк, Ж.Рабенандрасана</b>	Использование кремниевых фотоэлектронных умножителей для подводных систем связи .....	140
<b>Е.Б.Ташманов, Е.Д.Хурсандов</b>	Анализ метода адаптивной медианной фильтрации импульсного шума на изображениях .....	141
<b>В.Г.Шевчук, С.В.Киселева</b>	Построение сетей связи GSM-R, LTE и 5G на Белорусской железной дороге .....	142
<b>Г.Г.Гурбанова</b>	Применение многоступенчатой коррекции в магнито-резонансных исследованиях .....	144

*Секция «Теория связи, системы и сети передачи данных»*

<b>А.Ф.Корнеева, С.И.Половеня</b>	Применение модуляции OTFS в системах передачи данных видимым светом .....	145
<b>А.Г.Костюковский</b>	Тактика маскировки резерва в ходе боевых действий и военной разведки при бесконечной видимости .....	147
<b>Имад Эль Абед</b>	Схема информационной связи энергетического Интернета .....	149
<b>А.Р.Гасанов, Р.А.Гасанов, В.С.Эйнуллаев, Э.А.Агаев, Р.А.Ахмедов</b>	Акустооптическая система оконного преобразования Фурье .....	150
<b>А.Р.Гасанов, Р.А.Гасанов, В.С.Эйнуллаев, Э.А.Агаев, Р.А.Ахмедов</b>	Акустооптический метод исследования характеристик фотоприемников .....	152
<b>М.С.Абиева</b>	Сети передачи данных .....	154
<b>I.J.Islamov</b>	Simulation of the electromagnetic field of a rectangular waveguide for information transmission .....	156
<b>Ю.И.Бохан</b>	Регулярная система резонансно туннельных диодов для анализа сигналов .....	158
<b>О.Р.Ходасевич, Н.Е.Пацей</b>	Опыт построения высокоскоростных медных локальных вычислительных сетей .....	160
<b>Т.А.Радищевская</b>	Мультипроцессорная архитектура гетерогенного шлюза для Промышленного Интернета Вещей .....	162
<b>А.Н.Соловьев, А.Ф.Корнеева</b>	Оценка производительности системы передачи информации видимым светом с модуляцией одной несущей с коррекцией в частотной области .....	164
<b>Е.И.Артёменко, А.М.Кузьмицкий</b>	Беспилотные летательные аппараты как организатор сети передачи данных .....	165
<b>О.А.Толкачёв, Е.В.Новиков</b>	Микроизгибы оптического волокна как чувствительный элемент оптоволоконных датчиков .....	167
<b>В.О.Казючиц, С.М.Боровиков, А.В.Будник</b>	Методика индивидуального прогнозирования надежности полупроводниковых приборов по эвристическим моделям их работоспособности ....	169
<b>Н.И.Кабак</b>	Построения эталонной модели сети сотовой связи стандарта 5G с использованием модели распространении радиоволн SUI .....	171
<b>С.М.Боровиков, А.В.Будник, Е.В.Калита, А.И.Бересневич</b>	Модель прогнозирования постепенных отказов биполярных транзисторов большой мощности методом имитационных воздействий для аппаратуры систем телекоммуникаций .....	173
<b>F.H.Mammadov, N.Ch.Garayev</b>	Fractal traffic analysis in NGN networks .....	175
<b>S.A.Djebraliova</b>	Quality of service evaluation in IP-networks .....	177
<b>Д.Ю.Олейник</b>	Результаты экспериментальных исследований поверхностного плазмообразования при совместном воздействии СВЧ и лазерного излучения .....	179
<b>В.Г.Шевчук, А.В.Веселов</b>	Использование аппаратно-программного комплекса тестирования и учета аккумуляторных батарей в дистанции сигнализации и связи железной дороги .....	180

<b>В.Г.Шевчук, А.Н.Бельский</b>	Использование технологии пассивных оптических сетей (PON) для организации перегонной, аварийно-восстановительной и специальной связи на перегоне железной дороги.....	182
<b>В.А.Магеррамов, Т.М.Мансуров</b>	Об одной технологии коммутации и мультиплексирования информационных потоков .....	184
<b>С.В.Киселева, А.Н.Бельский</b>	Анализ и оценка текущего состояния сетей доступа Государственного объединения «Белорусская железная дорога».....	186
<b>Т.А.Радишевская, В.А.Радишевский</b>	Цифровые двойники и виртуальный ввод в эксплуатацию в контексте цифровой трансформации производства .....	188
<b>Е.В.Калита</b>	Метод прогнозирования надежности полупроводниковых приборов по постепенным отказам для устройств систем телекоммуникаций длительного функционирования.....	190
<b>О.А.Лавшук, С.Ю.Михневич</b>	Сравнительный анализ международного опыта реализации моделей виртуальных операторов сотовой подвижной электросвязи .....	191
<b>Н.С.Сасыкбаев, А.М.Кузьмицкий</b>	Использование привязных летательных платформ для ретрансляции радиосигналов .....	194
<b>С.Р.Рудинская, В.В.Лохмотко</b>	Распределение потоков в условиях перегрузки сетевых элементов в IP сетях .....	195
<b>А.И.Плаван</b>	Моделирование самоподобного трафика с использованием модели Poisson-Pareto-Burst-Process в симуляторе ns-3 .....	197
<b>Н.Н.Мошак, В.А.Тарасов, С.Р.Рудинская</b>	Формализация процессов установления канала по умолчанию Internet в сети LTE .....	199
<b>Т.М.Лукашик, Т.Г.Коваленко</b>	Виды волоконно-оптических датчиков .....	201
<b>А.Е.Лагутин, Ж.П.Лагутина</b>	Анализ структуры программно-конфигурируемых оптических сетей .....	203
<b>А.Е.Лагутин, Ж.П.Лагутина</b>	Искусственный интеллект и мультиагентные системы.....	204
<b>Е.А.Козак</b>	Применение высокоскоростных технологий передачи данных видимого света для виртуальной и дополненной реальности в образовательных технологиях.....	205
<b>В.В.Дубровский, А.И.Дулькевич</b>	Безопасная передача данных и их балансировка в IoT- системах сетей пятого поколения (5G).....	206
<b>С.В.Марголин, А.А.Омельянец, Ю.А.Дуйнова</b>	Разработка алгоритма выбора метода кластеризации .....	208

*Секция «Новые информационно-коммуникационные технологии в почтовой связи  
и логистике»*

<b>Г.Е.Кобринский, И.С.Фролов</b>	Совершенствование технологии приема посылок .....	210
<b>Г.Е.Кобринский, З.М.Отакузиева</b>	Маркетинг взаимоотношений и его развитие на предприятии почтовой связи .....	210
<b>Т.В.Жигадло, С.М.Курлянчик</b>	Повышение эффективности использования персонала (на примере Бобруйского РУПС) .....	212
<b>С.А.Шибеко</b>	Стеганографические методы защиты информации в локальных сетях.....	213
<b>В.В.Соловьев, Е.В.Серафимович</b>	Антропогенное воздействие парниковых газов в почтовом секторе .....	214
<b>С.И.Минько</b>	Проблематика освещения деятельности РУП «Белпочта» в СМИ РБ .....	215
<b>Т.И.Хлебец, Е.Г.Ковалёва</b>	Перевозка почтовых отправлений.....	217
<b>Т.И.Хлебец, Д.В.Люляк</b>	Услуги предоставляемые на сайте РУП «Белпочта» для юридических лиц .....	218
<b>Г.Е.Кобринский, И.А.Столярова</b>	Повышение качества услуг почтовой связи на основе автоматизации .....	219
<b>Д.В.Яковлева, С.Н.Нефёдов</b>	Облачные технологии и области их применения .....	220

<b>В.Д.Мачульская</b> Информационно-коммуникационные технологии в почтовой связи на современном этапе.....	222
<b>Е.А.Борейко, А.А.Чесун</b> Автоматизированная система управления сортировкой почтовых отправлений на основе RFID технологии .....	223
<b>Т.В.Павловская</b> Совершенствование системы сортировки почтовых отправлений.....	225
<b>Т.Г.Коваленко, Т.М.Лукашик</b> Методы психологической саморегуляции, как способ повышения трудовой активности работников подотрасли почтовой связи.....	227
<b>И.В.Ефименко, Н.А.Стрельская</b> Реорганизация районных узлов почтовой связи в форме слияния (на примере Пуховичского РУПС).....	229
<b>Л.П.Пацкевич, Е.К.Ивлевич</b> Развитие услуг РУП «Белпочта» по таможенному оформлению международных почтовых отправлений .....	231

*Секция «Цифровая экономика, система менеджмента качества, организация, управление и маркетинг в отрасли связи»*

<b>Ю.В.Криворотько</b> Онлайн технологии оценки финансовой прозрачности административно-территориальных единиц в Беларуси: опыт пилотного проекта.....	232
<b>Л.Е.Залесская</b> Опыт формирования платы за радиочастотный спектр сетей 5G на примере Великобритании.....	234
<b>Е.С.Романова</b> Теоретические аспекты дефиниции «потенциал информационно-коммуникационных технологий».....	236
<b>О.В.Политеевич</b> Особенности формирования платы за выделение и использование радиочастотного спектра операторами сетей 5G .....	238
<b>О.В.Политеевич</b> Развитие сетей 5G в Латвии.....	239
<b>Е.Е.Марченкова</b> Интернет-маркетинг в условиях цифровизации экономической деятельности предприятий связи .....	240
<b>Н.А.Стефанова, В.В.Варлухин</b> Новые тенденции развития рынка труда в сфере ИТ .....	242
<b>Д.И.Наумов, А.С.Тураев</b> Социальный фактор цифровой конкурентоспособности национальной экономики .....	244
<b>Я.А.Кожар, Е.С.Романова</b> Инвестиционная привлекательность ЗАО «Атлант»: оценка и экономическое обоснование направлений ее повышения .....	246
<b>Д.Т.Солодкий</b> Развитие методики анализа эффективности использования краткосрочных активов организации на основе их группировки по бизнес-процессам .....	248
<b>Н.А.Стефанова, В.Ю.Пенский</b> Роль информатизации в современных бизнес-процессах .....	249
<b>Д.А.Фролова, Ю.А.Янукович</b> Техника управляемых продаж в сети Интернет .....	252
<b>Д.А.Фролова, П.Д.Булахова</b> Значимость SEO для продвижения сайта компании .....	254
<b>И.И.Фролов, Д.А.Фролова, Д.Ю.Ломако</b> Анализ содержимого сайта фармацевтического предприятия с целью последующего увеличения лояльной целевой аудитории .....	256
<b>А.Е.Алексеев, А.А.Говин, А.А.Новиков, Е.В.Соловьев</b> Научное обоснование построения цифрового государства .....	258
<b>И.Р.Мурашко, Н.А.Антипенко</b> Маркетинг в сети почтовой связи .....	259
<b>Л.М.Михинова</b> Перспективы внедрения технологии 5G в Республике Беларусь .....	260
<b>Ю.Р.Кравченко</b> Направления совершенствования государственного регулирования электронной коммерции в Республике Беларусь .....	262
<b>О.Г.Кобринская</b> Внешние риски ведения бизнеса: методический аспект .....	264
<b>В.М.Ивашко, И.Л.Десюкевич, В.А.Журавлев</b> Цифровая культура как основа для цифровой трансформации предприятия.....	265
<b>В.М.Ивашко, В.А.Журавлёв, И.Л.Десюкевич</b> Определение базовых показателей эффективности предприятия.....	266

<b>В.А.Божанов, А.Л.Бесшабашных</b>	Проблемы правового обеспечения взаимодействия государства и бизнеса .....	268
<b>Л.А.Федотов</b>	Роль Организации Объединенных Наций в универсализации подходов к национальной политике в сфере информационно-коммуникационных технологий в 1990-е гг. ....	269
<b>А.В.Антонова</b>	Этапы трансформации ценовой политики в аграрной сфере: Европейский союз...	271

*Секция «Иновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи»*

<b>Д.И.Наумов, А.К.Папцова</b>	Дигитализация экономики как фактор трансформации высшего профессионального образования .....	274
<b>Д.М.Зайцев</b>	Паломничество в Будслав: прошлое и настоящее .....	276
<b>D.M.Zaitsev, A.E.Tsvetkova</b>	Social and medical rehabilitation of the elderly .....	278
<b>С.Н.Суханова, Е.В.Королев</b>	Возможности реализации дипломных работ или проектов для компетентностного подхода при подготовке специалистов .....	280
<b>А.И.Парамонов, С.М.Климов</b>	Информационно-коммуникационное обеспечение организации адаптивного образовательного процесса подготовки специалистов высшего образования. Математические основы .....	282
<b>Е.Ю.Брязгин</b>	Особенности подготовки военных кадров на военной кафедре учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» .....	283
<b>Г.М.Булдык, В.П.Дымонт</b>	Критерии оценки образовательной эффективности практико-ориентированного обучения .....	284
<b>В.В.Боженков, Г.М.Шахлевич</b>	Направления развития современных образовательных технологий .....	286
<b>Е.А.Кудрицкая, Н.С.Машкина</b>	Модернизация планирования образовательных программ .....	288
<b>Н.Е.Пацей, О.П.Рябчина</b>	Оценка изменений в тенденциях развития курсов повышения квалификации посредством анализа выборки слушателей и планов комплектации групп .....	291
<b>С.Н.Горбунов, Л.В.Ермолина</b>	Иновационные технологии профессионального обучения в ГБПОУ РО «РКСИ».....	293
<b>Ж.А.Черняк, П.Г.Копосова</b>	Об авторской методике проведения практических занятий по математике .....	294
<b>В.А.Пасичниченко, В.И.Курмашев</b>	Методические аспекты физического развития студентов ....	296
<b>В.И.Курмашев, В.А.Пасичниченко, В.В.Кротов</b>	О совершенствовании качества психофизической подготовки студентов .....	298
<b>В.И.Курмашев, Н.С.Рысюкевич</b>	Профессионально-прикладная физическая подготовка – основной компонент формирования важнейших качеств специалиста будущего .....	300
<b>О.В.Славинская, А.А.Лагутина</b>	Программированная лекция с элементами онлайн-обучения как современный взгляд на занятие в системах высшего и среднего специального образования .....	302
<b>В.П.Вирская</b>	Современные и традиционные формы преподавания: совместное развитие.....	304
<b>Е.В.Румянцева, Т.В.Сайко</b>	Особенности разработки профессионального стандарта «Обслуживание базовых станций мобильной связи» .....	306
<b>Л.М.Специан, Амусан Кристофер Сегун</b>	Популяризация русского языка как иностранного в Нигерии.....	307
<b>М.Ю.Тенянко, Ю.Ю.Шинкарь</b>	Управление интерактивной командой.....	308
<b>Ю.А.Степанчук, М.Ю.Тенянко</b>	Изучение морфологии русского языка в иностранной аудитории .....	308
<b>Н.Е.Романовская</b>	Формы профилактики девиантного поведения старших подростков: из опыта работы .....	309
<b>А.В.Прохорчук</b>	Роль и значение иностранных языков в профессиональном образовании государственных служащих.....	310

<b>А.Левитская</b> Непрерывное образование в области предпринимательства посредством гибридных форм обучения .....	311
<b>Д.В.Ерёменко, Т.Ю.Шлыкова</b> Невербальное общение в дистанционном взаимодействии: проблемы и пути их решения .....	313
<b>А.О.Григорьева</b> Формирование коммуникативных навыком будущих специалистов отрасли связи .....	315
<b>Г.М.Булдык</b> Дидактические функции учебника (учебного пособия) по дистанционному обучению .....	317
<b>Е.А.Марченкова</b> Инновационные и информационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов в колледже телекоммуникаций.....	319
<b>Е.Г.Наумова, И.О.Яблочникова</b> Цифровые навыки как компонент профессиональной подготовки специалиста .....	320
<b>Ю.О.Филонова, Каллон Мариама Хаджа</b> Особенности национальных традиций Сьерра-Леоне.....	321
<b>Капасуила Кабанги Джонатан</b> Национальные символы Демократической Республики Конго ...	322

*Секция «Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения»*

<b>Д.И.Наумов, А.А.Арутюнян</b> Китайский опыт создания «умных городов».....	323
<b>И.М.Римарев, В.А.Рыбак</b> Применение концепции «умный город» для повышения комфортности и безопасности проживания.....	325
<b>В.А.Вашкевич, О.П.Рябычина</b> Цифровизация и использование больших данных в учреждениях образования .....	326
<b>Т.А.Авдейчик</b> Подходы и ограничения при управлении развивающейся городской средой .....	327
<b>И.А.Санько</b> Опыт внедрения инноваций концепции «умный город» в Республике Сингапур.....	328
<b>И.И.Шпак, Я.А.Пашкевич</b> Роботизация как прорывное направление цифровой экономики .....	329
<b>Я.А.Пашкевич</b> Автоматизированная система актуализации информации о клиенте, созданная на основе использования технологии RPA.....	331
<b>Ю.А.Скудняков, Н.А.Тыманович</b> Модели микроконтроллерной системы для мониторинга и управления объектами и процессами с использованием средств связи.....	333
<b>Н.А.Тыманович, Ю.А.Скудняков</b> Использование Bluetooth Low Energy технологии передачи и обработки данных в микропроцессорных системах .....	335
<b>Н.А.Тыманович, Ю.А.Скудняков</b> Особенности работы компоновщика при разработке bare metal проектов .....	337
<b>А.О.Дубчинок, А.Г.Синкевич, Н.В.Ерошевич</b> Реализация M2M-соединения средствами технологий LPWAN .....	339
<b>М.А.Асаёнок</b> Интеллектуальные возможности системы видеонаблюдения в условиях плохой видимости.....	340
<b>В.В.Боженков, Н.С.Собчук</b> Устройство многофункциональное для умного дома .....	341
<b>А.П.Жихарев, П.И.Рогалевич, А.А.Лапцевич</b> Информационная технология «умный город» с разработкой модели кибербезопасности в системах «умный дом» .....	343
<b>П.И.Рогалевич, А.П.Жихарев</b> Система «умный город». Организация передачи данных .....	344
<b>В.К.Шамко, А.Н.Анваров</b> Что день грядущий нам готовит .....	345

## НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫЙ ДОСТУП К ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ

*Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика, доктор технических наук, профессор*

**Введение.** Долгое время считалось, что волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) обладают максимальной защищенностью и скрытностью информации от несанкционированного доступа (НСД) и прослушивания, но современные исследования показали, что есть множество способов для съема сигнала оптического излучения (ОИ) с оптических волокон (ОВ), и доказали, что существует потенциальная угроза нарушения конфиденциальности передаваемой информации по ВОЛС. Злоумышленник, обладающий необходимыми техническими средствами и использующий передовые технологии, может нарушить безопасность передачи конфиденциальной информации. В связи с этим в работе дана классификация способов и устройств НСД к ОВ. Рассмотрены возможные способы защиты от НСД, либо минимизации последствий утечки передаваемой информации по оптическому каналу связи (ОКС).

В настоящее время по ОКС передается большой объем информации, и есть риск того, что информация может попасть в руки определенных лиц. При НСД к ОВ безопасность ОКС снижается и происходит либо ввод, либо извлечение конфиденциальной информации. НСД к ОВ может быть интрузивным либо неинтрузивным. Первый способ требует перерезания оптического кабеля до ОВ и подключения его к промежуточному устройству для съема информации, в то время как при использовании второго способа, подключение выполняется без нарушения потока данных и перерыва сервиса.

### I. СПОСОБЫ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Существует три способа осуществления НСД, т.е. разрывной способ, безразрывный способ без принудительного отвода мощности и безразрывный способ с принудительным отводом мощности [2-4].

Для организации НСД в ОВ существуют следующие способы воздействия на волокно, т.е. изгиб ОВ, изменение диаметра ОВ, микроизгибы ОВ, акустическое воздействие на волокно и воздействие химическими реактивами.

**A. Создание изгиба оптического волокна (ОВ).** При данном способе подключения, создается доступ до ОВ и основан на принципе распространения сигнала оптического излучения (ОИ) через ОВ посредством полного внутреннего отражения. Для достижения данного способа угол падения сигнала ОИ на переход между сердцевиной и его оболочкой должен быть больше, чем критический угол полного внутреннего отражения. В противном случае, часть сигнала ОИ будет излучаться через оболочку сердцевины. При изгибе ОВ, оно искривляется таким образом, чтобы угол отражения стал меньше, чем критический и как результат сигнал ОИ начинает проникать через оболочку ОВ.

В этом случае выполняется два типа изгибов:

**1. Создание микроизгиба ОВ.** Приложение внешнего усилия приводит к острому, но при этом микроскопическому изгибу поверхности, приводящему к осевым смещениям на несколько микрон и пространственному смещению длины волны на несколько миллиметров (рис.1). Через дефект проникает сигнал ОИ, и он может использоваться для съема информации.

Внешнее усилие

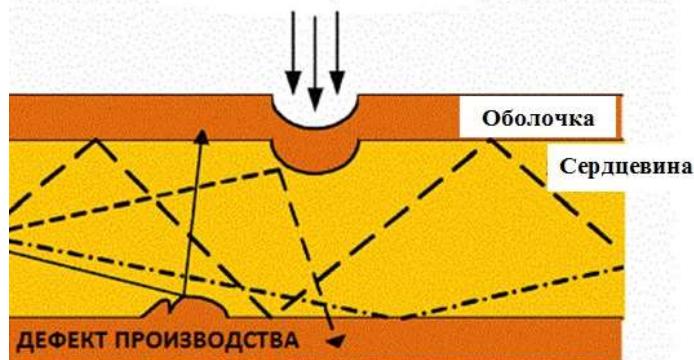


Рисунок 1 – Схема создания микроизгиба оптического волокна

**2. Создание макроизгиба ОВ.** Для каждого типа ОВ существует минимально допустимый радиус изгиба. Это свойство также может использоваться для съема информации. Если ОВ изгибается при меньшем радиусе, то возможен пропуск света (рис. 2), достаточный для съема информации. Обычно минимальный радиус изгиба одномодового волокна составляет 6,5-7,5 см, за исключением волокна специального типа. Многомодовое волокно может быть изогнуто до 3,8 см [ ].

#### Ответвленный сигнал ОИ



Рисунок 2 – Схема создания макроизгиба оптического волокна

**В. Оптическое расщепление.** ОВ вставляется в сплиттер, который отводит часть энергии сигнала ОИ. Этот способ является интрузивным, поскольку требует разрезания ОВ, что вызовет срабатывание тревоги. Однако необнаруженное подключение такого типа может работать годами.

**С. Использование неоднородных волн.** Данный способ используется для перехвата сигнала ОИ от ОВ-источника в ОВ-приемник посредством аккуратной полировки оболочек до поверхности сердцевины и затем их совмещения. Это позволяет некоторой части сигнала проникать во второе волокно. Данный способ трудновыполним в полевых условиях.

**Д. V-образный вырез.** V-образный вырез - это специальная выемка в оболочке ОВ, близкая к сердцевине, сделанная таким образом, что угол между сигналом ОИ, распространяющимся в ОВ и проекцией V-выреза больше, чем критический. Это вызывает полное внутреннее отражение, при котором часть света будет уходить из основного волокна через оболочку и V-образный вырез.

**Е. Рассеяние.** На сердцевине ОВ создается решетка Брэгга, с ее помощью достигается отражение части сигнала ОИ с оптического волокна. Это достигается наложением и интерференцией УФ лучей, создаваемых лазером с УФ возбуждением.

## II. УСТРОЙСТВА НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

В оптических сетях связи часто возникают задачи разделения или объединения потоков оптического излучения, отвода части оптического излучения из основного канала передачи в другие. Такие задачи решаются с помощью волоконно-оптических ответвителей, разветвителей и т.д.

1. Волоконно-оптический ответвитель - прищепка обеспечивает двунаправленное подключение к одномодовому ОВ покрытии без повреждения ОВ. Совместно с другими волоконно-оптическими приборами волоконно-оптический ответвитель-прищепка используется для технического обслуживания, идентификации ОВ и звуковой связи и обеспечивает возможность подключения волоконно-оптических переговорных устройств в любой промежуточной точке оптоволоконной линии, там, где есть доступ к ОВ.

2. Волоконно-оптический разветвитель - это в общем случае многополюсное устройство, в котором излучение, подаваемое на часть входных оптических полюсов, распределяется между его остальными полюсами.

## III. ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НСД

В связи с наличием потенциальной угрозы от НСД и съема информации во всем мире ведутся работы по защите ВОЛС. Выделяют три основных направления [2]:

- разработка технических средств защиты от несанкционированного доступа к информационным сигналам;
- разработка технических средств контроля несанкционированного доступа к информационному оптическому излучению.

К первому и второму направлению относится метод, основанный на использовании «кодового зашумления» передаваемых сигналов. Принцип работы метода заключается в том, что при уже небольшом понижении мощности детектируемого сигнала, которое может быть вызвано подключением к линии устройства съема информации, в детектируемом на одном из концов волокна цифровом сигнале значительно возрастает количество ошибок, далее или передача информации

обрывается, или быстро обнаруживается нарушитель

Существует три основных категории способов предотвращающих или снижающих до минимума влияние несанкционированных подключений:

#### A. Наблюдение за кабелем и мониторинг

**1. Мониторинг сигналов вблизи волокна.** Производство ОВ с дополнительными ОВ, по которым передается специальный сигнал мониторинга. Использование такого метода увеличит стоимость кабеля, но любая попытка согнуть кабель вызывает потерю сигнала мониторинга, и вызывает срабатывание сигнала тревоги [1,2].

**2. Электрические проводники.** Другой метод состоит в интегрировании электрических проводников в кабель, и если оболочка кабеля нарушена, то изменяется емкость между электрическими проводниками и это может использоваться для срабатывания тревоги.

**3. Мониторинг мощности мод.** Этот метод применим к мультимодовому волокну, в котором затухание - это функция от моды, в которой распространяется свет. Подсоединение влияет на определенные моды, но при этом затрагивает и другие моды. Это приводит к перераспределению энергии от проводящих мод к непроводящим, что меняет соотношение энергии в сердцевине ОВ и его оболочке. Изменение энергии в модах может быть обнаружено на принимающей стороне соответствующим измерением, что будет являться информацией для принятия решения - есть подключение к кабелю или нет [1,2].

**4. Измерение оптически значимой мощности.** В ОВ может осуществляться мониторинг уровня оптически значимой мощности. В том случае, если она отличается от установленного значения, срабатывает сигнал тревоги. Однако это требует соответствующей кодировки сигнала, так чтобы в ОВ присутствовал постоянный уровень сигнала, не зависящий от наличия передаваемой информации [1-3].

**5. Оптические рефлектометры.** Поскольку подключение к ОВ снимает часть энергии сигнала ОИ, для обнаружения подключений могут использоваться оптические рефлектометры. С их помощью можно установить расстояние по трассе, на котором обнаруживается падение уровня сигнала (рис. 3) [1,2,4].



Рисунок 7 – Поиск несанкционированного подключения на оптической трассе с помощью оптического рефлектометра

**6. Методы с использованием пилотного тона.** Пилотные тоны проходят по ОВ также как и коммуникационные данные. Они используются для обнаружения перерывов в передаче. Пилотные тоны могут использоваться для обнаружения атак, связанных с постановкой помех, но если несущие волновые частоты пилотных тонов не затрагиваются, то данный метод не является эффективным при обнаружении такого рода атак. О наличии подключения можно судить только по существенной деградации уровня сигнала пилотного тона [1,2].

#### B. Сильногнущееся ОВ

Эти виды ОВ, обычно называемые ОВ с низкими потерями иенным радиусом изгиба, защищают сеть передачи данных, ограничивая высокие потери, возникающие при прокалывании ОВ или его изгибе. Кроме того, для светового потока становятся менее повреждающими такие факторы как вытягивание, перекручивание и другие физические манипуляции с волокном. Существуют также

другие типы ОВ, основанные на иных технологиях производства [2,3].

### С. Шифрование

Хотя шифрование никак не препятствует подсоединению к ОВ, она делает украденную информацию малополезной для злоумышленников. Шифрование обычно классифицируется по уровням 2 и 3.

**1. Шифрование третьего уровня.** Примером шифрования третьего уровня является использование протокола IPSec (IP Security), который включает в себя набор протоколов для обеспечения защиты данных, передаваемых по межсетевому протоколу IP. Позволяет осуществлять подтверждение подлинности (аутентификацию), проверку целостности и/или шифрование IP-пакетов. IPsec также включает в себя протоколы для защищенного обмена ключами в сети Интернет. В основном применяется для организации VPN-соединений. Он реализуется на стороне пользователя, так что это вызывает определенные задержки в обработке. Протокол поднимается вначале сессии и общая реализация может быть весьма сложной, если в работу вовлечено большое количество сетевых элементов. Рассмотрим, например, разработку мультимедийных подсистем. При первоначальной разработке, связь между различными узлами и элементами является незащищенной. Существенно позже IPSec был встроен в оригинальный дизайн, т.к. технологии нижнего уровня не предлагали никакого шифрования вообще.

**2. Шифрование второго уровня.** Шифрование второго уровня освобождает элементы третьего уровня от любой трудности шифрования информации. Один из возможных источников шифрования второго уровня - это оптический CDMA, который считается относительно безопасным [2-4]. Данное допущение, в основном, базируется на методах расшифровки методом грубой силы и упускает из виду более продвинутые способы. Вероятность успешного перехвата данных является функцией нескольких параметров, включая отношение сигнал/шум, и дробление доступной системной емкости. В [2] указывается, что увеличение сложности кода может увеличить отношение сигнал/шум, требуемое для злоумышленника чтобы «сломать» кодирование всего лишь на несколько dB, в то время как обработка менее чем 100 бит со стороны злоумышленника может уменьшить отношение сигнал/шум на 12 dB. Перепрыгивание по длинам волн и распределение сигнала во времени в частности, и использование О-CDMA в общем, обеспечивают достаточный уровень секретности, но он высоко зависит от системного дизайна и параметров реализации.

**Заключение.** Подключение к ОВ является весьма заметной угрозой интересам национальной безопасности, финансовым организациям, а также персональной приватности и свободам. После подключения, получаемая информация может быть использована многими способами в зависимости от цели несанкционированного подключения и его технических возможностей. В данной работе мы предоставили концепцию, как в виде симуляции, так и в виде физического эксперимента, используя подключение посредством «подключения методом изгиба» и также продемонстрировали возможность существования разных сценариев, выполнимых при помощи доступных технологий. Помимо получения информации с оптоволокна, существует ряд методик, позволяющих вставлять информацию в нее, как в случае с разделением на неоднородных волнах и достигнуть постановки помех или выброса неверной информации. Явная легкость прослушивания информации, преданной по ОВ требует определенных предосторожностей.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. M. Ziqbal, H. Fathallah, N. Belhadj. Optical fiber tapping: Methods and precautions / Physics. 8th International Conference on 'High-capacity. Optical Networks and Emerging Technologies'. December 19-21, 2011. – 5 р.
2. Дудак, М. Н. Урядов, В. Н. Способы несанкционированного доступа в волоконно-оптических линиях передачи / Материалы 56-ой Научной Конференции Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР. – Минск, 2020. – С.126–128.
3. Гулаков, И. Р. Компоненты волоконно-оптических линий связи / И. Р. Гулаков, А. О. Зеневич, Т. М. Мансуров. – Минск, БГАС, 2020. – 336 с.
4. Мансуров, Т. М. Волоконно-оптический ответвитель/переключатель мощности оптического излучения / Научный журнал РИНЦ "REDS: Телекоммуникационные устройства и системы" / Т. М. Мансуров, А. О. Зеневич, И. А. Мамедов. – М. : ИД «Медиа Паблишер», 2021, – № 2. – С. 29–36.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ РАБОТАХ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Возросшие требования современного высокотехнологичного производства к уровню профессиональной подготовки кадров актуализируют проблемы профессиональной ориентации молодежи, поскольку профессиональные намерения значительной части выпускников зачастую не соответствуют потребностям экономики Беларуси в кадрах определенной профессии. Рыночные отношения кардинально меняют характер и цели труда: возрастает его интенсивность, усиливается напряженность, необходима подготовка компетентного специалиста, способного к адаптации в различных сферах деятельности, умеющего самостоятельно проектировать и реализовывать свои образовательные и профессиональные ценности, саморазвиваться на протяжении всей жизни. В связи с этим необходимо уделять огромное внимание целенаправленной профориентационной работы.

Современные абитуриенты большое количество времени проводят в сети Интернет. Использование информационных технологий становится неотъемлемой частью в проведении профориентационных работ. Для максимального удовлетворения потребностей абитуриентов и студентов необходимо размещать современную информацию на порталах и сайтах вуза. Так, например, на сайтах высшего учебного заведения обязательно располагается информация о вузе, его структуре, руководящем составе, различных подразделениях и кафедр. Одним из наиболее успешных подходов последних лет становится размещение на сайте видеороликов из образовательного процесса, или различных мастер-классов. Обязательно должна присутствовать страница для абитуриентов, где отражена информация о специальностях, вступительных испытаниях, сроках подачи документов и так далее. Для привлечения внимания необходимо развивать социальные сети. В социальных сетях уместно размещать информацию о повседневной жизни студентов, мероприятиях, проводимых в учебном заведении, социально-бытовой жизни в общежитии. Огромную популярность набирают небольшие развлекательные видеоролики. На такие ролики внимание бросается в первую очередь, что повышает заинтересованность абитуриента в изучение учебного заведения. Но должна присутствовать и учебная деятельность. Абитуриенты обращают внимание на мастер-классы, которые описывают специфику специальности.

Кроме интернет порталов, информационные технологии позволяют также использовать новые инструменты в профориентации, такие как, например, геймификация. Геймификация - это новый тренд в образовании, который предполагает вовлеченность в деятельность через игровые процессы и дает возможность моделировать свое будущее. Этот метод понятен и интересен «цифровому» человеку. В условиях игровой реальности, выполняя различные задания и тесты, абитуриенту гораздо интереснее ознакомиться с миром профессий, получить их описание и информацию о соответствующих вузах.

Информационные технологии могут дополнять традиционные формы работы, позволяя, например, виртуально провести экскурсию на производстве, стать участником online-конференции с руководителем предприятия или успешным бизнесменом. Благодаря таким экскурсиям обучение выходит на качественно новый уровень, за счет совмещения познавательного процесса с полным погружением. Результат виртуальной экскурсии - это полное ощущение реальности происходящего, наглядность изучаемого материала, возможность контроля знаний в виде тестов.

Многие поступающие люди не понимают назначение специальностей и в каких профессиях после можно реализовать себя. Для этого необходимо грамотное и ясное формулирование о том, что представляет специальность, преимущества данной специальности и куда после завершение обучения можно пойти работать. Для технических вузов, спиральности связанные с ИТ сферой, вызывают больше интереса и спроса у абитуриентов.

Таким образом, внедрение информационных технологий в такую важнейшую сферу развития личности как выбор будущей профессии помогает существенно повысить эффективность профориентационной работы.

## РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время сотовая связь успешно вписалась в ИТ-инфраструктуру белорусских компаний. В Республике Беларусь услуги сотовой подвижной электросвязи оказывают три компании-оператора, работающих под брендами A1, МТС и life:), а также базовый оператор beCloud. В мире все активнее используется институт операторов виртуальной сети сотовой связи (MVNO или виртуальный оператор). MVNO – оператор сотовой связи, предоставляющий услуги под своим брендом, но использующий стороннюю физическую инфраструктуру (сотовые вышки) или РЧС. Кто хочет по тем или иным причинам предоставлять услуги под собственной торговой маркой, вынуждены покупать сетевые ресурсы у одного из существующих операторов. При этом виртуальный оператор может использовать базовые станции какого-то одного «реального» (инфраструктурного) оператора, а может использовать мощности множества операторов. MVNO уже функционирует в Республике Беларусь, однако его нормативное сопровождение не достаточно разработано.

Как правило, MVNO совместно с базовым оператором использует общую сеть сотовой подвижной электросвязи и коммутаторы, часто общую систему биллинга (комплекс процессов и решений на предприятиях связи, направленных на сбор информации об использовании телекоммуникационных услуг, их тарификацию, выставление счетов абонентам, обработку платежей). Такая схема работы позволяет MVNO исключить существенные капиталовложения, необходимые для построения и поддержания сети сотовой подвижной электросвязи.

Впервые преимущества и недостатки регулирования MVNO обсуждались на международном уровне в рамках Семинара Planning Workshop (Женева, 19 – 21 сентября 2001 г.). В 2018 г. состоялся Семинар МСЭ «Rise of the MVNOs: Leveraging MVNOs in an 'everything connected' world» (Дурбан, ЮАР, 12 сентября 2018 г.). На данном семинаре обсуждались различные вопросы функционирования и регулирования MVNO. Озвучили Топ-5 тенденций для виртуальных операторов сетей сотовой связи:

- MVNO обращаются к конкретным сегментам рынка и ценностным предпочтениям;
- Использование MVNO позволяет быстрее внедрять инновации;
- Новые технологии открывают новые возможности для MVNO;
- Сеть 5G позволит создать новое поколение MVNO;
- MVNO приносят пользу обществу. У MVNO есть реальная возможность улучшить жизнь и общество, открывая преимущества мобильных услуг для семей с низким доходом и небольших компаний, предпринимателей и стартапов, чтобы помочь им быстрее продвигаться на своих рынках и вносить вклад в местную экономику.

Важным является вопрос о необходимости регулирования деятельности MVNO, так как операторы сетей сотовой связи контролируют доступный радиочастотный спектр, который является ограниченным ресурсом, что не позволяет выходить на рынок новым операторам сетей сотовой связи.

В зависимости от объемов собственной или заимствованной у оператора инфраструктуры, MVNO делятся на типы (рисунок 1). Чем большей инфраструктурой обладает MVNO, тем больший спектр услуг он может предоставлять своим мобильным клиентам.



Рисунок 1 – Типы операторов MVNO

Reseller MVNO (Реселлер). Самый простой вариант MVNO. Специализируется только на продажах и маркетинге услуг базового оператора под собственным брендом.

Service Provider MVNO (Сервис провайдер). Помимо продаж и маркетинга выполняет обслуживание абонентов и биллинг.

Enhanced Service Provider MVNO (Сервис провайдер с расширенными возможностями). Предлагает дополнительные сервисы, выпускает собственные SIM-карты, тарифные планы. Такой оператор получает свою нумерацию и самостоятельно лицензирует работу. На стороне базового оператора остается сеть радиодоступа и часть инфраструктуры.

Full MVNO (Полный MVNO). MVNO с максимальной инфраструктурой, арендует только сеть радиодоступа у базового оператора. В дополнение ко всему, обслуживает сеть с помощью собственного центра коммутации, заключает собственные национальные и международные роуминговые и межоператорские соглашения.

Анализ международного опыта по реализации многосубъектного использование РЧС и радиоэлектронных средств в сетях сотовой подвижной связи. совместное использование спектра является по мнению Европейской Комиссии ключевым фактором повышения эффективности использования РЧС. Совместное использование РЧС перспективно с точки зрения внедрения новых технологий; разработки M2M (в том числе 5G); искусственного интеллекта. Совместное использование РЧС приведет к расширению предоставляемого перечня услуг для населения. Союз операторов сотовой подвижной электросвязи и производители оборудования поддерживают данную позицию. Вместе с тем, международными организациями и союзами, а также всеми заинтересованными отмечается необходимость детально проработки вопроса для каждого способа реализации совместного использования РЧС, его нормативного закрепления и обеспечения с учетом национальных норм и антимонопольного законодательства.

По результатам эксперимента и расчетов, проведенных БелГИЭ, показана возможность закрепление использования MVNO в Республике Беларусь, что приведет к увеличению эффективности использования РЧС и объема средств, отчисляемых в бюджет.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. AI for Good blog [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://aiforgood.itu.int/top-5-trends-for-mobile-virtual-network-operators-mvnos/>. – Дата доступа : 27.06.2022.
2. Electronic Communications Networks and Services. Radio Spectrum Policy Group / Work Programme for 2020 and beyond, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://clck.ru/rgVFW>. – Дата доступа : 16.06.2022.
3. Electronic Communications Networks and Services. Radio Spectrum Policy Group / RSPG Report on European Spectrum Strategy, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://clck.ru/rgVLV>. – Дата доступа : 17.06.2022.
4. Electronic Communications Networks and Services. Radio Spectrum Policy Group / RSPG Report on Spectrum Sharing A forward-looking survey, 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://clck.ru/rgVNS>. – Дата доступа : 16.06.2022.

А.Е.ЛЕИНОВА<sup>1</sup>, О.Ю.ГОРБАДЕЙ<sup>1</sup>, А.В.ХАНЬКО<sup>1</sup>

## **ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА И ДОКУМЕНТООБОРОТА В ИНДУСТРИИ 4.0**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В процессе хозяйственной деятельности людей всякое согласованное взаимодействие осуществляется с помощью управления. Связи в системе управления реализуются посредством информации, которая представляет собой обмен сведениями, мнениями, командами между людьми. Система документооборота является технологической основой деятельности компании по принятию и исполнению решений. В связи с этим всякое повышение эффективности работы с документами непосредственно сказывается на эффективности выполнения организацией своих функций, будь то улучшение обслуживания граждан государственным либо муниципальным учреждением или повышение конкурентоспособности коммерческого предприятия. Сегодня организация, которая хочет получить современное решение (Индустрія 4.0) для создания автоматизированной технологии

документооборота, имеет достаточно широкий выбор – от отдельных частных технологий до готовых комплексных систем.

Специфическими для внедрения на предприятиях Индустрии 4.0 (роботизация) сегодня считают [1]: облачные технологии; аддитивные технологии; промышленную сенсорику; технологии дополненной реальности; технологии Интернета вещей (IoT, Internet of Things); технологии безопасности киберфизических систем, технологии BigData и др.

Использование компьютерных технологий ускоряет документооборот, повышает исполнительскую дисциплину сотрудников, совершенствует управление организации в целом.

Внедрение системы управления электронным документооборотом (СУЭД) имеет следующие ярко выраженные положительные стороны:

1. Во всех подразделениях и в организации в целом вводится унифицированная, формализованная и строго регламентированная технология делопроизводства.

2. Организация становится полностью управляемой. Появляется возможность ответить на любой вопрос по документам и исполнителям, осуществлять анализ и управление документационной деятельностью.

3. Поскольку компьютерная сеть может охватывать не только центральный офис организации, но и ее территориально-удаленные подразделения, то управляемость может распространяться на всю территориально-распределенную структуру организации.

4. Система автоматизации делопроизводства, по сути, является носителем строго формализованной и строго документированной технологической информации о правилах и порядке работы с документами. В результате уменьшается зависимость организации от персонала как физического носителя технологических знаний и правил работы с документами.

5. Ускоряется прохождение документов по организации, особенно при организации электронного документооборота.

6. Снижается трудоемкость делопроизводственных операций. При этом, однако, нужно иметь в виду, что необходимость ввода полной и точной информации о документе, скажем, при его первичной регистрации может потребовать дополнительных усилий на некоторых рабочих местах, тогда как трудоемкость работы на других рабочих местах, использующих эту информацию, может сократиться в несколько раз.

7. Качественный выигрыш достигается при организации взаимоувязанного электронного документооборота между организациями, поскольку полностью отпадают проблемы, связанные с изготовлением и пересылкой бумажных документов, а затем – в повторном вводе реквизитов и текстов полученных документов.

При этом основным фактором, сдерживающим повсеместное внедрение таких систем, по-прежнему остается белорусская действительность. Это в первую очередь общий ограниченный уровень компьютеризации, ограниченное количество компьютеров и компьютерных сетей в организациях.

Кроме того, внедрению новых технологий мешает низкий уровень делопроизводственной грамотности и культуры в организациях, непонимание содержания, роли и места СУЭД в деятельности организаций. В результате, зачастую, дорогостоящие компьютерные сети используются с далеко не полной загрузкой, не затрагивая задач управления организацией, к которым, в первую очередь, относится управление документационной деятельностью [2].

В связи с недостаточным уровнем государственного регулирования имеют место большие индивидуальные различия в организации делопроизводства в различных компаниях, в частности, даже при выполнении технологических операций с документами (от регистрации до распечатки). В результате приходится реализовывать всякий раз дорогостоящие индивидуальные проекты для каждой организации. Еще больше проблем с «заказными» системами возникает на этапах эксплуатации и развития этих систем, взаимодействия между различными организациями. За рубежом проекты типа «электронного правительства» как раз связаны с экономией затрат на разработку, ввод в действие, сопровождение и взаимообмен за счет максимально унифицированных решений. И, тем не менее, применение новых информационных технологий в области СУЭД позволяет относиться к делопроизводству не как к жесткому и консервативному механизму, а как к эффективному и гибкому инструменту реализации различного рода инноваций в этой области.

Автоматизированные СУЭД позволяют решить ключевой вопрос делопроизводства. Они позволяют реализовать любую степень децентрализации делопроизводства при одновременном обеспечении централизованного учета и контроля. Вплоть до того, что каждый специалист может

самостоятельно в пределах своей компетенции регистрировать документы и направлять их для дальнейшей работы, находясь при этом под полным контролем своих руководителей. Итак, организация может динамично перестраивать свою структуру без потери управляемости.

Создаются предпосылки к реализации более эффективных схем управления. В традиционной практике документы в подразделения организации, будь то локальные или удаленные, направляются от руководителя организации к руководителю подразделения до конкретных исполнителей. Это позволяет руководителю каждого уровня эффективно контролировать деятельность своих сотрудников, однако длинные и зачастую формальные цепочки резко снижают эффективность управления. Правильно построенная СУЭД позволяет направлять документы непосредственно лицам, которые будут исполнять поручения, при этом руководители сохраняют полный контроль, как за прохождением самого поручения, так и за его исполнением [2].

Появляются предпосылки для организации электронного документооборота в том объеме, к которому готова сама организация. Правильно построенная система будет работать как с данными о прохождении и исполнении документов, так и с самими электронными документами, к которым эти данные относятся. Включение электронных документов в делопроизводственный цикл позволяет перейти на качественно новый уровень работы с документами.

Снимается часть проблем, связанных с территориальной удаленностью подразделений организации или индивидуальных рабочих мест ее сотрудников. СУЭД позволяет организовать работу с документами всех сотрудников независимо от местонахождения их рабочих мест.

СУЭД позволяет обеспечить внедрение современных систем управления ресурсами предприятия. Системы управления ресурсами обычно содержат лишь данные о бизнес-процессах и не хранят документов как таковых, в то время как СУЭД может взять на себя функции документационного контура управления, в том числе связанного с бизнес-процессами.

СУЭД создает основу для интеграции всех документационных технологий в единый комплекс, включая средства сканирования документов и распознавания текстов, средства обработки и пересылки электронных документов, приема и передачи факсимильной информации, печати и тиражирования документов и т.д.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Какую стратегию выбрать для беспрогрышной трансформации предприятия в формат Индустрии 4.0? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://integral-russia.ru/2020/08/13/kakuuyu-strategiyu-vybrat-dlya-besproigryshnoj-transformatsii-predpriyatiya-v-format-industrii-4-0/>. – Дата публикации : 13.08.2020.
2. Кузьмин, М. И. Электронный документооборот / М. И. Кузьмин // Секретарское дело. – 2015. – №3. – С. 28–34.

К.А.РАДКЕВИЧ<sup>1</sup>, О.Ю.ГОРБАДЕЙ<sup>1</sup>

#### **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

При разработке и реализации систем Интернета вещей (ИВ), в конкретном случае систем разрабатываемых по архитектуре «Умный дом» (ИВ УД), у лица, принимающего решение (ЛПР) возникает необходимость выбора предпочтительного и наиболее оптимального решения построения и конкретизации параметров такой системы. То есть, при создании многокомпонентных систем большая часть составляющих таких систем необходимо оценивать несколькими параметрами, описывающими наиболее важные характеристики этих компонентов или частей. И в таких случаях для сравнительного анализа вариантов следует применять методы многокритериальной оптимизации. Таким образом, в процессе проектирования сложной системы важную роль играют такие основные проектные процедуры, как оптимизация, синтез и анализ вариантов системы. Оптимизация – это выбор оптимальной (наилучшей в определенном понимании) структуры и параметров системы [1].

Метод анализа иерархий (МАИ) состоит в декомпозиции [2] проблемы выбора оптимальной структуры сети ИВ согласно архитектуре ИВ УД на простые составляющие части для исследования множества их структур и взаимодействия и [3] получения суждений экспертов способом парных сравнений определенных показателей элементов проблемы выбора.

Разработка и исследование моделей и средств управления локальными сетями Интернета вещей с использованием интеллектуальных технологий может быть обеспечена при использовании эффективных методов анализа имеющихся и используемых стандартов, протоколов и архитектур инфокоммуникационных сетей и систем, а также изучения архитектуры, возможностей динамического изменения топологии сети при подключении, передвижении и отключении устройств и датчиков, скорости передачи информации, степени защиты от несанкционированного доступа и уровня безопасности локальной сети Интернета вещей, а также принятия решения построения сети методом разработки проводной либо беспроводной структуры.

На основании МАИ используя декомпозицию задачи выбора, проводятся парные сравнения важности критериев и альтернативных вариантов систем используя матричную форму, что можно провести ручным способом, получив значения приближенные к реальным, либо используя готовые решения САПР, либо же разработав упрощенную версию программного продукта для реализации метода анализа иерархий в режиме, приближенном к автоматизированному.

Программа «Метод анализа иерархий» разработана в программной среде Delphi (рисунок 1), в процессе разработки были создана возможность задать количество критериев для парных сравнений (согласно заданным критериям важности) и последующий расчет компонент глобального вектора приоритетов. Для сравнительного анализа были выбраны централизованная, децентрализованная и гибридная архитектуры построения сетей ИВ УД и исходные показатели качества – критерии оптимальной структуры – масштабируемость ( $K_1$ ), надежность ( $K_2$ ) и скорость обработки данных ( $K_3$ ).

При запуске приложения появляется окно с матрицей парных сравнений, где сравниваются критерии по важности. Необходимо оценить все критерии по важности между собой.

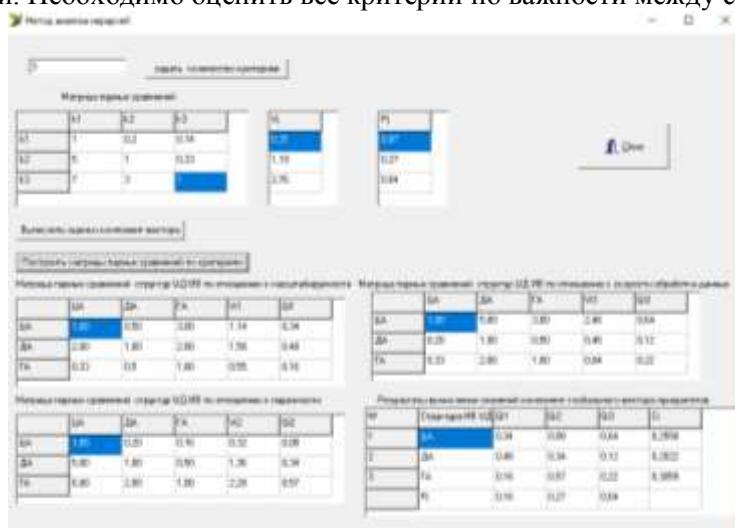


Рисунок 1 – Окно программы «Метод анализа иерархий»

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безрук, В. М. Многокритериальный анализ и выбор средств телекоммуникаций : монография / В. М. Безрук, Д. В. Чеботарёва, Ю. В. Скорик. – Харьков : Компания СМИТ, 2017. – 268 с
2. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати.– М. : Радио и связь, 1993.– 278 с.
3. Сингх, М. Системы: декомпозиция, оптимизация, управление / М. Сингх, А. Титл. – М. : Мир, 1986. – 345 с.

А.Е.ЛАГУТИН<sup>1</sup>, Ж.П.ЛАГУТИНА<sup>1</sup>

### МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ НА БАЗЕ SDN И NFV ТЕХНОЛОГИЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

По мере ускорения развития технологий и появления инноваций, сроки службы оборудования имеет тенденцию к укорочению. Все это приводит к тому, что затраты на развитие сети начинают опережать рост доходов, на которые направлены эти затраты, т.е. экспенсивный путь развития

операторских сетей на базе специализированного оборудования является тупиковым. Требуются новые подходы к развитию бизнеса операторов и сервис-провайдеров. Одним из таких подходов является виртуализация сетевых функций NFV, связанная с концепцией программно-конфигурируемых сетей SDN [1].

*Программно-определенная сеть SDN* (Software Defined Network) – метод администрирования компьютерных сетей, позволяющий управлять услугами сети, когда функционал управления (control plane) отделен (абстрагирован) от нижележащего уровня пересылки пакетов (data plane). Планирование сети и управление трафиком при этом происходит программным путем. Для приложений верхнего уровня предоставляются интерфейсы прикладного программирования API. Таким образом, ввод новых услуг на сети ускоряется и облегчается.

*Виртуализация сетевых функций NFV* (Network Functions Virtualization) – технология виртуализации физических сетевых элементов телекоммуникационной сети, когда сетевые функции исполняются программными модулями, работающими на стандартных серверах (чаще всего x86) и виртуальных машинах (VM) в них. Эти программные модули могут взаимодействовать между собой для предоставления услуг связи, что ранее занимались аппаратные платформы.

SDN и NFV, в общем, не зависят друг от друга, хотя NFV может в значительной степени дополнять SDN. В целом, области и сценарии использования SDN и NFV можно подразделить следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 – области и сценарии использования SDN и NFV

Технология	SDN	NFV
Основная функция	Разделение плоскости управления и плоскости пересылки данных, таким образом, что конфигурация сети становится гибко программируемой	Перемещает сетевые функции из специализированных отраслевых устройств в стандартные промышленные устройства
Основные сценарии	Корпоративные сети больших предприятий, университетов, data-центры, облачные платформы	Сети телекоммуникационных операторов и сервис-провайдеров
Целевые устройства	Коммерческие серверы и коммутаторы	Специализированные серверы и коммутаторы
Основное применение	Диспетчеризация облачных ресурсов и сетей	Виртуализация сетевых устройств операторов связи и обеспечение SLA
Основной протокол	OpenFlow	Нет
Организация стандартизации	ONF	ETSI

Основной проблемой развития SDN/NFV и внедрения этих технологий на сетях операторов и сервис-провайдеров являются большой объем инвестиций в инфраструктуру data-центров. Поэтому необходимость анализа ресурсов пропускной способности мультисервисных сетей требует дальнейшего их исследования.

Для исследования резерва ресурсов и расчета показателей пропускной способности аппаратно-программных комплексов необходимо представить схему функционирования модели звена сети SDN и NFV, учитывающей телекоммуникационные процессы управления передачей потока пакетов, протекающих в рассматриваемой мультисервисной сети при оказании мультимедийных услуг и приложений [2].

В данном случае, основными показателями качества обслуживания QoS являются доля потерянных заявок и доля занятого ресурса канала  $n_p(\Delta F_k)$  при оказании одной мультимедийной услуги. При этом, резерв ресурсов для оказания других мультимедийных услуг находится следующим образом:

$$R_p^{pb}(\Delta F_k) = B(\Delta F_k) - n_p(\Delta F_k), \quad (1)$$

где –  $B(\Delta F_k)$  общий объем ресурса канала связи;

–  $\Delta F_k$  полоса пропускания канала.

В частном случае выражение (1) характеризует эффективное использование ресурсов пропускной способности звена сети с учетом средней вероятности ошибок приема  $p_{\text{ош.доп.}}$  потоков пакетов не более допустимого значения;  $p_{\text{ош.}}$  – средняя вероятность ошибки приема сообщений пакетов, характеризующая достоверность передачи информационных потоков пакетов трафика,

которая определяется схемой эффективного метода модуляции несущей и схемой помехоустойчивого кодирования;  $\rho_{\text{вх.}}$  – коэффициент загрузки аппаратно-программных комплексов звена сети связи.

Данные возможности способствуют динамическому распределению между пользователями ресурсов пропускной способности и управления параметрами трафика при оказании мультимедийных услуг и приложений.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Степанов, С.Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения / С.Н. Степанов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2015. – 868 с.
2. Ибрагимов, Б.Г. Анализ показателей производительности мультисервисных телекоммуникационных сетей будущего поколения с использованием технологий программно-конфигурируемых сетей / Б.Г. Ибрагимов [и др.] // Вестник компьютерных и информационных технологий, № 5, Москва, 2019. – С. 39–44.

А.А.ТЕЖАР<sup>1</sup>, С.Ю.МИХНЕВИЧ<sup>1</sup>

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УНИФИКАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В Республике Беларусь на государственном уровне уделяется большое внимание процессам информатизации. С 2005 работает Парк высоких технологий для разработки программного обеспечения, информационно-коммуникационных и иных новых технологий. Развиваются телемедицинские системы, электронные системы поддержки экспорта и т.д. Начиная с 2010 года развитие информационного общества является одним из основных факторов обеспечения конкурентоспособности и инновационного развития национальной экономики, совершенствования системы государственного управления, повышения зрелости гражданского общества. В 2019 г. принятая концепция развития «умных городов» в Республике Беларусь, в которой предусматривается взаимодействие межведомственных и отраслевых платформ и иных поставщиков данных (ЕРИП, государственные информационные ресурсы, национальный портал открытых данных).

Таким образом, в Республике Беларусь во многих сферах развита электронная инфраструктура и сейчас идут процессы интегрирования, обеспечение взаимодействия разработанных информационных систем. Следовательно, становится актуальным вопрос интероперабельности информационных систем. В настоящее время эти вопросы решаются отдельно для каждой системы, нет единого унифицированного нормативно закрепленного подхода.

В стандарте «Цифровая трансформация. Термины и определения» (СТБ 2583 – 2020) вводится термин цифрового взаимодействия как взаимодействие субъектов цифровой экосистемы (физические, юридические, виртуальные) на базе цифровых платформ.

В стандарте «Информационные технологии. Термин и определения» (СТБ 982-94) введено понятие открытости как свойство информационной технологии, характеризующееся введением в нее новых элементов и (или) связей.

В межгосударственном стандарте ГОСТ ИСО/МЭК 2382 – 1 – 99 введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь с 01.07.2000 г., определены следующие понятия.

Обмен данными – как перенос данных между функциональными устройствами в соответствии с набором правил управления перемещением данных и согласования обмена.

Возможность взаимодействия – как возможность связи, выполнения программ или обмена данными между различными функциональными устройствами, способом, который требует от пользователя небольших или не требует знаний особенностей этих устройств.

Следовательно, в базе технических нормативных актов не определены принципы взаимодействия открытых информационных систем, не дано понятие интероперабельности и не представлены унифицированные методы ее обеспечения. Таким образом разработка стандарта в области интероперабельности информационных систем в Республике Беларусь актуальна.

В настоящее время используют множество определений понятия «интероперабельность», поскольку многие организации дают собственные определения, исходя из стоящих перед ними задач. Наряду с понятием «интероперабельность» используется еще целый ряд родственных понятий, такие

как совместимость на уровне протоколов передачи данных (coexistent), способность к соединению (interconnectable), способность к взаимодействию (interworkable). Необходимо определить разницу между интегрированными системами и интероперабельными системами. Так, интегрированная система предполагает, что входящие в нее подсистемы работают по согласованному алгоритму или, другими словами, имеют единую точку управления. В интероперабельной системе входящие в нее подсистемы работают по независимым алгоритмам, не имеют единой точки управления, все управление определяется единым набором используемых стандартов – профилем.

В целях унификации взаимодействия информационных систем в Республике Беларусь предлагаем разработать стандарт по интероперабельности, в котором необходимо определить область применения, термины и модель интероперабельности, этапы ее реализации и аттестации.

Данный стандарт при взаимодействии со стандартами СТБ 2583 – 2020, СТБ 982 – 94, ГОСТ ИСО/МЭК 2382 – 1 – 99 обеспечит комплексное понимание интероперабельности и унифицированное ее применение к информационным системам Республики Беларусь.

В качестве эталонной модель интероперабельности можно использовать развитие семиуровневой базовой эталонной модели ВОС (рисунок 3.1) по аналогии с Российской Федерацией, поскольку наши системы управления и решаемые в настоящее время задачи во многом схожи.

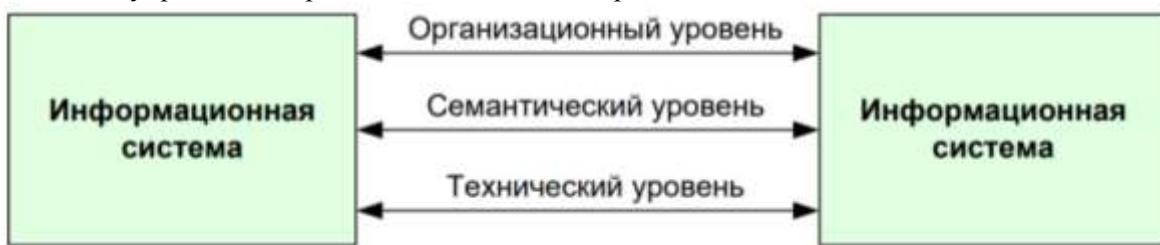


Рисунок 3.1 – Эталонная модель интероперабельности

Для систем конкретных классов на базе эталонной модели интероперабельности должны создаваться проблемно-ориентированные модели интероперабельности, которые могут иметь большее число уровней.

Технический уровень описывает синтаксис или форматы передаваемой информации, заостряя внимание на том, как представлена информация в коммуникационной среде. Технический уровень включает такие ключевые аспекты, как открытые интерфейсы, службы связи, интеграция данных и промежуточный слой программного обеспечения (Middleware), представление и обмен данными, службы доступности и защиты информации. Техническая интероперабельность достигается главным образом за счет использования стандартных протоколов связи типа TCP/IP.

Семантический уровень описывает семантические аспекты взаимодействия, т.е. содержательную сторону обмениваемой информации. Семантическая интероперабельность позволяет системам комбинировать полученную информацию с другими информационными ресурсами и обрабатывать ее смысловое содержание. Семантическая интероперабельность достигается за счет применения стандартов типа XML.

Организационный уровень акцентирует внимание на прагматических аспектах взаимодействия (деловых или политических). На этом уровне согласуются бизнес-цели и достигаются соглашения о сотрудничестве между административными органами, которые хотят обмениваться информацией, хотя имеют отличающиеся внутреннюю структуру и процессы. Организационная интероперабельность имеет своей целью удовлетворить требования сообщества пользователей: службы должны стать доступными, легко идентифицироваться и быть ориентированными на пользователя. Организационная интероперабельность достигается не за счет применения стандартов (нормативно-технических документов), а за счет применения нормативно-правовых документов (соглашений, конвенций, договоров о сотрудничестве).

Для внедрения моделей обеспечения интероперабельности предлагаем разработать концепцию интероперабельности, которая должна представлять собой нормативный документ, отражающий все возможные точки зрения и все аспекты обеспечения интероперабельности. Содержать краткое описание всех этапов обеспечения интероперабельности с указанием особенностей для информационных систем конкретного класса. Необходимо включить дополнительные положения, о защите информации. Основным способом для решения проблемы интероперабельности является планомерное и последовательное использование принципов открытых систем, в основе которых

лежит использование методов функциональной стандартизации и согласованных наборов ИКТ-стандартов – профилей.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Гуляев, Ю. В. Открытые системы : от принципов к технологии / Ю. В. Гуляев, А. Я. Олейников. – Москва : 2003. – 12 с.

2 Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2021-2025 годы / – Минск : Совет Министров Республики Беларусь, 2021. – 102 с.

А.Г.КОСТЮКОВСКИЙ

## **ТАКТИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОТИВНИКА В ХОДЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ И ВОЕННОЙ РАЗВЕДКИ ПРИ НУЛЕВОЙ ВИДИМОСТИ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

**Введение.** Переход в оптический диапазон сопряжен с освоением частот 14 и 15 диапазонов и связан со строительством оптической и лазерной связи как в космосе, атмосфере и открытом водном пространстве мирового океана, так и по проводам. Следовательно, вышеуказанные диапазоны охватывают ближний инфракрасный (ИК) свет, видимый свет и ближний ультрафиолетовый (УФ) свет. При этом дальность передачи (теперь уже видимости) светодиодного света в атмосфере может достигать 36 км (день) и 20 км (ночь) даже в условиях плохой видимости пилота (до 400 м) [1].

Условия низкой видимости могут быть связаны с типом используемого мобильного перевозчика. Например, небольшое рыболовное судно с высокой маневренностью может рассматривать условия плохой видимости как что-либо менее 1/4 мили, 1/8 мили, 100 ярдов или 100 футов. С другой стороны, в случае воздушной навигации, низкая видимость, не подходящая для правил визуального полета VFR (Visual Flight Rules) в контролируемом воздушном пространстве, может составлять менее 3-х статутных миль. Математические вычисления дальности видимости при демодуляции и обработке в компьютерной системе основаны на установленном Федеральным авиационным агентством США FAA (Federal Aviation Agency) стандарте RVR (Runway Visual Range) дальности видимости на ВПП (Взлетно-Посадочной Полосе). По сути, дальность видимости – это расчетная оценка того, насколько далеко от ВПП способен видеть пилот. RVR является абсолютным стандартом, а именно: RVR ниже 50 футов считается нулевой видимостью; а RVR выше 6500 футов считается неограниченной видимостью [2].

В условиях нулевой видимости возникает необходимость в усиении контраста объекта визуализации, а в условиях неограниченной видимости возникает необходимость в его мимикрии – новая возможность, чтобы маскировать объект визуализации, изменяя его цвета, прозрачность или конфигурацию и габариты путем создания мгновенных миражей магических перевоплощений вплоть до генерации ложных целей. Отсюда цветовое кодирование позволяет осуществлять еще две тактики + в стратегемах на фронтах WWIII нового гибридного типа, создавая шедевры в сфере военного искусства.

**Формулировка проблемы.** Возникает проблема «Создать и внедрить модемы цветового кодирования в тактику боевых действий и военной разведки для генерации ложных целей и/или идентификации противника при нулевой видимости в любой среде обитания (в космосе и атмосфере, наземной и подземной, надводной и подводной)», решение которой целесообразно возложить на ВПК Минобороны Республики Беларусь.

**Методика решения проблемы.** Следовательно, цветовое кодирование становится новым инструментом нового представительного параметра сигнала – его цвета [3]. Цвет сигнала в оптическом диапазоне задается его циклической частотой. Например, две циклические частоты могут находиться в видимой области, инфракрасной области, ультрафиолетовой области. Кроме того, циклические частоты света могут находиться в любых двух различных суперпозициях, например, видимой и ИК, видимой и УФ, ИК и УФ. Более того, можно использовать две или более циклических частот света, чтобы генерировать группу цветов, которая пульсирует и генерирует средний воспринимаемый свет. Этот воспринимаемый свет должен быть любого желаемого цвета, например

цвета света, обычно используемого в воздушной навигации или морском судоходстве, например белый, красный, зеленый, янтарный, желтый или синий свет.

С другой стороны, оборудование должно различать две или более циклических частот излучаемого света, даже если они не воспринимаются человеческим глазом. Это одна из причин, почему две или более циклических частот света могут излучаться, например, чтобы подсистема приема света могла различать две циклические частоты и использовать эту добавленную информацию, например, для генерации улучшенных контрастных изображений.

Оркестрацию цвета как воспринимаемого света в светодиодной системе искусственного зрения можно задавать частотой мерцаний, которая составляет свыше 100 Гц. Светодиодная система освещения используется для повышения контраста изображения в системах искусственного зрения. Она может предлагать улучшение видимости в ухудшающих видимость атмосферных условиях, как в дневное, так и в ночное время, иначе называемые как условия плохой видимости (такие как туман, смог, пыль и штормы).

Более того, светодиодная система повышения контрастности может быть применима при навигации по неизвестной и/или потенциально опасной местности в условиях плохой видимости. В качестве мобильных перевозчиков могут быть самолеты с неподвижным крылом, вертолетные самолеты, автомобили, мотоциклы, а также автобусы, грузовики с полуприцепами, лодки, корабли, поезда и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или другие дистанционно управляемые транспортные средства или суда.

**Анализ полученного результата.** Итак, светодиодные системы повышения контрастности могут найти применение в различных местах, включая коммерческие, гражданские или военные аэродромы, в том числе на установленных взлетно-посадочных полосах, вертолетных площадках и авианосцах в море. Более того, внедрение вышеуказанных систем представляется целесообразным на нефтяных вышках, посадочных площадках и т. д., а также в различных других морских операциях, удаленных полевых операциях и/или усилиях по реагированию на стихийные бедствия [4].

Так как светодиодное повышение контрастности может быть обеспечено в различных технологических решениях [4], то в условиях плохой видимости могут использоваться различные формы «света» (например, различные цвета света в различных спектральных диапазонах, различные частоты пульсации или различные поляризации и т. д.), которые могут не быть видимыми или различимыми невооруженным глазом.

При этом мы уделяем пристальное внимание процедуре формирования лучей белого света, чтобы определять и/или измерять цвета объектов визуализации в отраженном (непоглощенном самими объектами) спектре солнечного излучения (пассивная оптическая локация) или в отраженном спектре поискового (зондирующего) луча белого света (активная оптическая локация). Тогда значительно упрощается передатчик в спутниковых, надводных, подводных, наземных и летающих оптических сетях [5].

Одна из особенностей в характеристиках светодиодных систем повышения контрастности может относиться к способности системы извлекать выгоду из различных факторов [6], таких как модуляция интенсивности, модуляция циклической частоты, модуляция колебательной поляризации, фильтрация света с круговой поляризацией, узкополосная фильтрация и т. д., которые обеспечивают такие свойства света, когда невооруженный человеческий глаз может быть не в состоянии их обнаружить или различить. Другими словами, порог обнаружения, даже в условиях плохой видимости, может быть снижен намного ниже того, что обычно видит глаз, например, когда система может работать таким образом, что световой сигнал светодиода можно воспринимать гораздо более чувствительным образом, чем человеческий глаз.

**Заключение.** Переход в оптический диапазон позволяет дополнительно осуществлять еще две тактики + в стратегемах на фронтах WWIII нового гибридного типа. Создавать шедевры в сфере военного искусства путем цветового кодирования в спутниковых, надводных, подводных, наземных и летающих оптических сетях. Выявлять (повышать контраст) и/или скрывать (маскировать) боевые единицы (ВПП, рои БПЛА, надводные корабли, подводные лодки, сухопутные наземные единицы и подразделения) или киберфизические системы автономных роботов в ходе боевых действий и военной разведки.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Костюковский, А. Г. Моделирование оптической времязадачи импульсной модуляции ортогонально-поляризационного мультиплекса разноцветных световых лучей воспринимаемого света / А. Г. Костюковский // Проблемы инфокоммуникаций. – 2022. – № 1(15). – С. 26–38.

2. Костюковский, А. Г. Математическая модель канала передачи в светодиодной системе искусственного зрения в условиях плохой видимости / А. Г. Костюковский // Проблемы инфокоммуникаций. – 2021. – № 2 (14).– С. 67–77.

3. Костюковский, А. Г. Альтернативная передача сверхкороткого видеоимпульса на сверхдальние расстояния в атмосфере / А. Г. Костюковский // Проблемы инфокоммуникаций. – 2020. – № 2(12). – С. 26–35.

4. Евразийский патент EA028741 (B1) на изобретение «Способ передачи информации в оптической системе связи, оптическая система связи для его реализации, приемопередающий терминал и система связи глобального информационного общества» / Ю. Н. Аксенов, А. Г. Костюковский. Заявл. 2013.07.09; опубл. 2017.12.29. Б.И. № 12. Int. Cl. H04B 10/25. – 22 с.

5. Костюковский, А. Г. Природоподобная передача картины окружающего мира в оптическом диапазоне длин волн / А. Г. Костюковский // Современные средства связи. – Минск : Белорусская государственная академия связи, – 2020. – С. 60–61.

6. Костюковский, А. Г. Особенности модуляции ОВПИМ и кодирование сверхширокополосных оптических сигналов / А. Г. Костюковский, Ю. Н. Аксенов // ITT Innovative technologies in telecommunications : materiallari mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfransının, 4-6 dekabr 2019-cu il, AzTU, Baki, Azərbaycan. – С. 145–148.

Я.А.БОРОВСКАЯ

## **РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОВМЕСТИМОСТИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В АРХИТЕКТУРЕ 5G-ICN**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российской Федерации*

Целью работы является повышение эффективности семантической обработки сенсорных данных в интегрированной архитектуре поколения мобильной связи 5G и информационно-ориентированных сетей ICN.

Актуальность работы обусловлена необходимостью организации коллективной работы многих участников «цифрового производства» с использованием одинакового контента и с применением таких приложений современных инфокоммуникаций как тактильный Интернет вещей, дополненная и виртуальная реальность. Для обеспечения единства места и времени управляющих действий, например, при совместном виртуальном проектировании или управлении сборочными линиями требуется доставка информации каждому участнику с минимальными задержками. При этом для промышленных и производственных систем дополнительно требуется обеспечить семантическую совместимость и когерентность формируемой информации, например, при использовании разнородных сенсорных данных роботизированными комплексами без участия человека. В качестве системно-технического решения по обеспечению совместимости различных сенсорных систем, результатов их измерений на территориально-разнесенных платформах промышленного Интернета вещей целесообразно использовать возможности информационно-ориентированных сети ICN в рамках интеграции с архитектурой сетей 5G, где конечный пользователь может повсеместно получать одну и ту же информацию, пользуясь технологиями с одинаковыми показателями качества обслуживания QoS.

В объеме современных исследований по данной предметной области известно несколько решений таких как «Interoperability mechanisms for internet of things integration platform» и «System and method for facilitating interoperability across internet of things (IoT) domains». Однако существующие на данный момент способы обеспечения совместимости ограничены отсутствием решения, интегрирующего как семантические технологии, так и способы упорядочивания и нормализации исходных сведений с применением технологий кэширования, что не позволяет комплексно решить проблему обеспечения совместимости данных при условии оперативного обновления в кэш-памяти для оперативного доступа [1]. Следовательно, научно-исследовательская работа в данном направлении актуальна.

В качестве основного метода исследования данной проблемы выбран системный подход и онтологический анализ, семантические технологии с использованием методов построения

концептуальных графов предметной области. Системный подход применяется для функционального анализа предметной области в части сенсорных систем, сетевых технологий, размещения информации в кэше применительно к архитектуре сетей 5G-ICN. Онтологический подход и графы позволяют концептуализировать предметную область, формализовать накопленные знания: определить ключевые понятия, задать семантические отношения между понятиями в виде графа, что необходимо для формализации описания данных, процессов принятия решений на основе данных предметной области в едином контексте.

Результатом научной работы является разработанная модель обеспечения совместимости свойств и показаний сенсорных узлов в рамках архитектуры 5G-ICN для обмена информацией по измерениям в беспроводных сетях. Кроме того, разработана методика анализа семантической совместимости платформ промышленного интернета и сенсорных систем на основе 5G-ICN. Предложенное решение основывается на семантических технологиях путем разработки архитектуры и общей онтологической модели для обеспечения семантической интероперабельности. Предлагаемый подход позволяет интегрировать как смысловое содержание информации сенсоров, так и способы упорядочивания и нормализации результатов измерений, что актуально при последующем анализе и использовании данных Интернета вещей на различных промышленных платформах, включая обезличивание данных для дальнейшего машинного обучения. В рамках научной работы проведено исследование нормативной документации [2-4] и технических решений по обеспечению совместимости промышленного интернета и сенсорных систем, рассмотрены имеющиеся аналогичные решения, обозначены их недостатки по сравнению с предлагаемым методом.

Разработана информационная модель и экспериментальное ПО для анализа совместимости сенсорных систем и платформы промышленного интернета вещей в рамках архитектуры 5G-ICN [5].

Для представления знаний о возможностях сенсоров и датчиков для измерений используется онтологический подход. Разработано ПО для моделирования, основанного на знаниях экспертов о датчиках и возможностях сетей 5G. Для проведения лабораторных экспериментов в базу знаний введена информация о более 100 сенсоров различных типов. Использовано свободное ПО Protégé. В модели также разработаны правила логического вывода для дальнейшего проведения анализа семантической совместимости (рисунок 1).

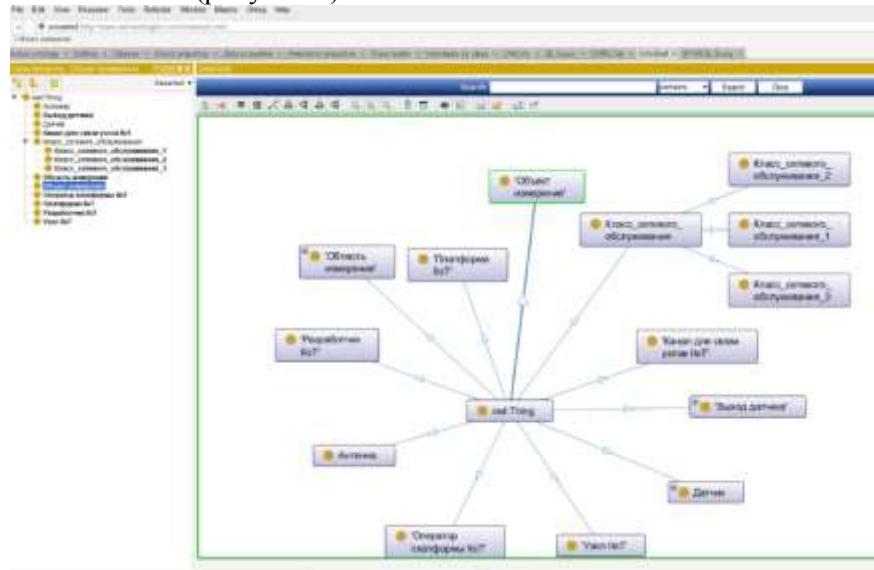


Рисунок 1 – Общая графическая схема онтологии

Таким образом, теоретическая значимость полученных результатов заключается в разработанной структурно-функциональной архитектуре и методике обеспечения интероперабельности сенсорных узлов и платформ в архитектуре 5G-ICN с использованием кэш-памяти на примере промышленного интернета вещей. Прикладная ценность заключается в том, что разработанное решение может применяться на производстве в качестве сервиса, который позволяет производителю, потребителю, оператору платформы промышленного интернета сформировать единую точку зрения на результаты измерений, выполненные разнородными датчиками и хранящимися на разных узлах 5G-ICN.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Гребешков, А. Ю. Задача анализа интероперабельности платформ промышленного интернета и сенсорных систем на базе онтологического подхода / А. Ю. Гребешков, Я. А. Боровская // VII Международная конференция и молодежная школа : мат-лы конференции. – Самара : Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2021. – С. 031052.
2. ITU-R M.2370-0 IMT traffic estimates for the years 2020 to 2030 [Электронный ресурс]. Режим доступа : [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2370-2015-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2370-2015-PDF-E.pdf), свободный. – Загл. с экрана.
3. 3GPP TS 23.501 Technical Specification Group Services and System Aspects; 5G Media Streaming (5GMS); General description and architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3582>. – Загл. с экрана.
4. 3GPP TS 23.502. Technical specification group services and system aspects; procedures for the 5G system [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3145>. – Загл. с экрана.
5. Боровская, Я. А. Построение информационно-ориентированных сетей 5G-ICN / А. Ю. Гребешков, Я. А. Боровская // Вестник связи. – 2021. – № 11. – С. 13–17.

U.A.VISHNIAKOU<sup>1</sup>, H.A.AL-MASRI<sup>1</sup>, K.S.AL-HAJI<sup>1</sup>

**IOT NETWORK ALGORITHM FOR PRODUCTION QUALITY CONTROL**

*<sup>1</sup>Educational institution «Belarusian state University of Informatics and Radioelectronics», Minsk, Republic of Belarus*

When automating the management of dairy production, remote control of milk quality is used, which must meet international standards. One approach for evaluating milk quality is to use critical control points. These points can be used as the main indicators of milk quality: fat, protein, SOMO, dry matter, density, lactose, added water, etc. To automate the task of milk quality control, we are developing an Internet of things (IoT) network [1].

The application for the sensor should look like this: when you enter the application, the main page displays a table with the following milk data: acidity, temperature, density, freezing point, bacterial contamination, somatic cells. The data depends on the type of milk [2].

In a cloud environment, a server containing databases, an API, and a client application is involved. The database stores the data received from farms, the recorded characteristics of milk. Then the data is sent to the server using an API request, which compares the current milk indicators with the range of indicators of this type of milk and this data is stored in the database.

The client application reflects on the screen the recorded and received milk indicators through the mobile application of the operator-administrator. On each of the mobile devices with the application installed, displaying information about monitoring the quality of milk from the cloud database, you can see the removed indicators, also daily at 12:00 a newsletter with current information about the quality characteristics of milk arrives to the email addresses of registered users [3]

The algorithm for creating the Internet of Things looks like this:

1. Sensors measure the parameters of processes or devices that interact with the IoT platform using development tools (SDK).

2. Devices send messages that are verified by the authentication and authorization service of the platform. In case of unsuccessful verification, correction of device IDs is required.

3. Information from devices is sent to the gateway (Device Gateway), various network protocols can be used. Being transformed in the gateway, the information arrives at the processing unit, where communication with analytics is carried out and in parallel to the device storage unit (Device Shadows).

4. Device Shadows stores the current states of network peripherals for constant access to software applications. If there is no connection with a separate device on the network, the Device Shadow block executes commands from applications, and when the connection is restored, it synchronizes the current state with the device.

5. The rule handler, depending on the nature of the incoming data, performs the following actions: saves data in a database, sends information via SMS or e-mail to the network manager about their receipt, calls the HTTP API, sends data to the analytics system, etc.

6. Applications use this data to monitor and manage devices using the API (application interface).

7. Information about all devices is stored on the IoT platform.

#### REFERENCES

1. Roslyakov, A. V. Internet of things: textbook. manual / A. V. Roslyakov, S. V. Vanyashin, A. Yu. Grebeshkov. – Samara, Pgutii, 2015. – 115 p.

2. Visniakou U.A. Model and structure of the network internet of things for monitoring milk quality / U. A. Vishniakou, A. H. Al-Masri, S. K. Al-Haji // SA&AI, – № 1, 2021. – Pp. 39– 44.

3. Visniakou, U. A. Simulation of internet of things network on cloud platform base / U. A. Vishniakou, A. H. Al-Masri, S. K. Al-Hajj // Int. scien. conf. “Coding and Signal Digital Processing” – Minsk : BSUIR, 2021. – Pp. 65–68.

U.A.VISHNIAKOU<sup>1</sup>, B.H.SHAYA<sup>1</sup>

## PROPOSED SYSTEM ARCHITECTURE FOR COUGH DETECTION

<sup>1</sup>*Educational institution «Belarusian state University of Informatics and Radioelectronics», Minsk, Republic of Belarus*

COVID-19 was a motivation for researchers to involve machine learning, deep learning, and artificial intelligence in detecting infections to stop its high speed spreading around all regions, inspired by others, cough detection was also a point of interest for many researchers before COVID-19 pandemic. Lqudaihi et al. [1] stated that 93 papers related to cough detection and classification

Manual detection of cough sound seems to be easy when it happens in a clinic, however when infected people don't realize their diseases or they don't care about other's health, they could travel in planes, trains or share restaurants and libraries with others. So the need raises for automated cough detection in a crowd of people.

The proposed system is designed to make classifications and detect cough sounds. There are four main stages after selecting the sound classification dataset (fig.1). The first stage is extracting the features from audio files such as the MFCCs, chromagram, Mel-spectrogram, spectral contrast, and tonal centroid features. The second stage is labeling stage, so we categorize the sound samples into cough and non-cough, then we fed the inputs into a CNN. Here we reach the training stage and record the results until we reach the optimal parameters according to the best results (changing epochs number, learning rate, etc.). The final stage, after generating the model, several tests will be applied on recorded sounds from volunteers.

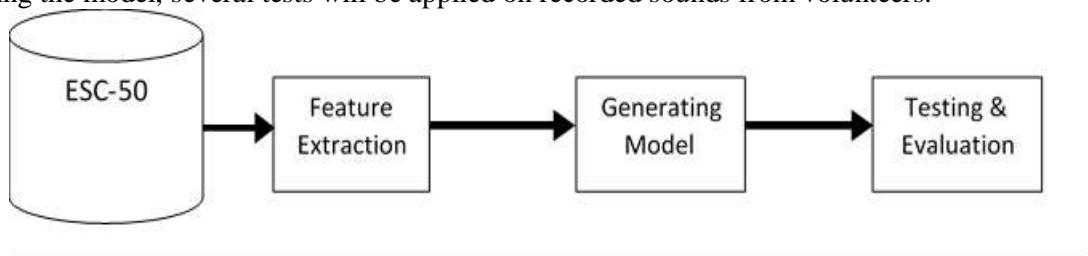


Figure 1 – Proposed system architecture

Hickle library was used to save the extracted features in order to save time and to use the saved features every time we need them.

After extracting the features from audio files then saving them, the CNN will be ready to be fed from the built dataset. Keras library offers training and testing functions for the given dataset. After training stage ended up, the model was saved in \*.h5 format, that was used for predicting new sound files.

The final system is designed to detect if cough exists in a given audio, thus, starting from the above detection method, a python code was designed to check the index of the first three highest detection percentages, so if the index is equal to that of cough category then cough exists otherwise cough does not exist.

The results showed an average accuracy of 85.37 %, precision of 78.8 % and a recall record of 91.9 %, and also the performance results showed a very good cough detection system that can be applied in a public environment to detect cough sounds from individuals.

Forther more this architecture will be imbedded in our previous systemб that will help this architecture to take action after detecting the cough either by sending message to the people how are in charge in the detection and another actions we will talk about them later [2].

#### REFERENCES

1. Lqudaihi S. K., Aslam N.U., Khan I., Almuhaideb M. A., Alsunaidi J. S. Cough sound detection and diagnosis using artificial intelligence techniques: challenges and opportunities. IEEE Public Health Emergency Collection, 2021, 9. – Pp. 27–44.
2. Vishniakou, U. A., Shaya B. H. Implementation of the internet of things network for monitoring audio information on a microprocessor and controller. System Analysis and Application Informatics N 1, – 2022. – Pp. 39–44.

В.А.ВИШНЯКОВ<sup>1</sup>, Д.А.КАЧАН<sup>1</sup>

## **АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛОКЧЕЙН**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В докладе представлены следующие решения по алгоритмам и реализации информационного управления в системы образованием.

Разработан и представлен комплекс алгоритмов, выполняющих задачи информационного управления образованием с использованием технологии блокчейн. Представленные алгоритмы учитывают информационные уровни интегрированной системы управления образованием и используют применение технологий, используемых в различных секторах экономики. Предложенные алгоритмы позволяют реализовать задачу повышения эффективности управления в системе образования [1].

Разработан алгоритм эмиссии и подтверждения достоверности документов об образовании. Использование данного алгоритма позволяет осуществлять независимую проверку достоверности документа об образовании, а также восстановить утраченные документы. В качестве метода, используемого при эмиссии цифровой копии документа, рассмотрен алгоритм применения смарт-контракта.

Разработан алгоритм интеллектуального агента (ИА) формирования запросов предприятий на ИТ-специалистов с использованием мультиагентных информационных систем. Рассмотрен алгоритм работы интеллектуальных агентов предприятия и учреждения образования, объединенными единой информационной средой. Для ИА предприятия рассмотрен принцип и алгоритм анализа кадрового потенциала, на основании которого принимается управленческое решение и происходит взаимодействие с ИА УО. Разработан алгоритм взаимодействия ИА с обучающимся на примере заключения смарт-контракта на последующее трудоустройство.

Проведен анализ эффективности применения технологии распределенных реестров, проведены расчеты влияния блокчейн на систему образования. Анализ результатов показывает, что при исключении влияния фактора «блокчейн» значения показателей изменяются в среднем на 5 %, принимая во внимание минимальное изначальное влияние базисного фактора [2].

Выполнен анализ данных, необходимых для формирования электронного документа об образовании: данные об обучающемся, учреждении образования и образовательном процессе.

Определена программная среда для разработки основного программного обеспечения для реализации разработанных алгоритмов. Построены логические и физические модели баз данных, на основании которых осуществляется формирование электронных документов об образовании [3].

Разработано прикладное программное обеспечение, позволяющее осуществить создание документа об образовании на основании имитационной модели распределенных данных, которое передано для использования в ИТ центр БГУИР и БГАС.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Качан, Д. А. Подход и модели применения технологии распределенных реестров для подтверждения достоверности документов в образовании / Д. А. Качан, В. А. Вишняков // Доклады БГУИР. – 2020. – № 7. – С. 14–23.
2. Качан, Д. А. Оценка воздействия применения технологии распределенных реестров в системе образования с использованием когнитивного моделирования / Д. А. Качан, В. А. Вишняков // Проблемы ИК, – № 1. – 2021. – С. 35–40.
3. Вишняков, В. А. Алгоритмы и реализация блокчейн технологии в системе управления образованием / В. А. Вишняков, Д. А. Качан // Современные средства связи: материалы XXV Междунар. науч.-техн.. конф., 22-23 окт. 2020 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : БГАС, 2020. – С. 134.

М.А.МАЛЕЦ<sup>1</sup>, Н.А.ЛАПЦЕВИЧ<sup>1</sup>, Е.К.ДУБОВИК<sup>1</sup>, М.П.ПАТАПОВИЧ<sup>1</sup>

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
LAESSPECRTOMETER ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Использование качественного программного обеспечения в комбинации с необходимыми методами исследования позволяет повысить эффективность работы и точность полученного результата и гарантирует улучшение результатов работы в любой сфере деятельности. Кроме того, оно находит свое место даже в отраслях, не связанных с компьютерными технологиями.

Для характеристики качества программного продукта существует ряд критериев, позволяющих убедиться в том, будут ли удовлетворены пользовательские запросы. Следовательно, для определения степени качества программного обеспечения необходимо учесть надежность и удобство в использовании рабочих программ, а также тот факт, что техническая поддержка программного обеспечения должна быть простой и экономически понятной в использовании [1].

Прогрессивный рост, наблюдающий в области компьютерных технологий, дал толчок в развитии большого числа сфер общественной жизни. Использование качественного программного обеспечения гарантирует улучшение результатов работы в любой сфере деятельности. Применение данного продукта позволяет снизить трудозатраты, повысить эффективность работы и точность результата в любой отрасли.

Таким образом, использование ряда специальных компьютерных программ в любой сфере деятельности, в том числе, в научных исследованиях, является закономерным шагом. Программно повышающая точность исследования, можно добиться более значительных результатов при проведении различного рода экспериментов.

В последнее время наблюдается стремительное развитие научных исследований с целью создания наноматериалов, где также не обойтись без участия компьютерных технологий. Интерес к изучению и применению таких объектов предопределен их особыми уникальными свойствами. Одним из методов научного исследования является лазерная атомно-эмиссионная многоканальная спектрометрия, используемая, например, для изучения элементного состава твердых тел с помощью наносекундных импульсов умеренной интенсивности, который используется во многих научных и практических приложениях, в том числе, для создания пленок нужного качества. Важным достоинством метода является точный контроль скорости осаждения частиц, шероховатости, однородности. Минимальная степень деструкции образца при импульсной лазерной абляции оказывается важной при анализе микронеоднородностей и исследовании тонких слоев вещества [2, 3].

При исследовании возможности напыления нанопленок с целью создания оптимальных условий можно эффективно использовать лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1, предназначенный для качественного, полуколичественного и количественного определения состава образцов в твердом, жидком и газообразном состоянии посредством анализа эмиссионных спектров плазмы. В качестве источника возбуждения плазмы выступает двухимпульсный неодимовый лазер с рядом регулируемых параметров (энергии накачки, временным интервалом между импульсами, параметром расфокусировки). При проведении эксперимента энергия накачки лазера составляла 20 Дж, межимпульсный интервал равнялся 10 мкс. Напыление пленки проводилось

под углом 25° к падающему излучению [3]. Изменение параметров лазерного излучения осуществляется через программное обеспечение Laesspectrometer, которое дает возможность управлять параметрами лазера. Кроме того, имеется возможность проводить количественный анализ различных веществ как в твердой, так и в жидкой фазе и сохранять зарегистрированные спектры в формате MS Office Excel для последующей обработки [76]. В качестве примера, на рисунке 1, для демонстрации особенностей поверхности исследуемого образца приведено ее изображение, полученное камерой микроскопа (а), а также процесс перевода значения интенсивности спектральных линий в формат электронных таблиц (б).

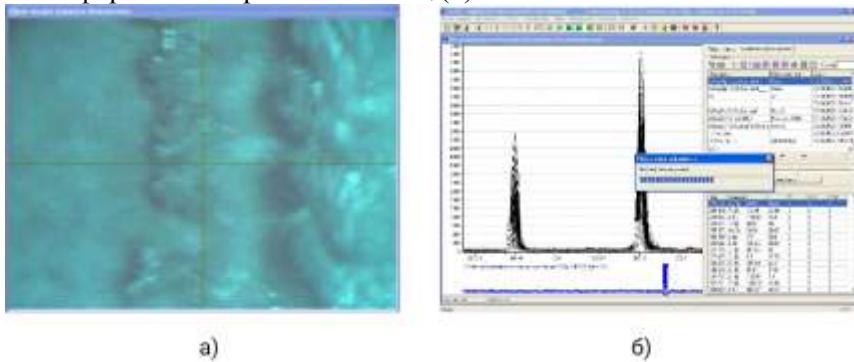


Рисунок 1 – Внешней вид поверхности образца (а) и рабочая стадия эксперимента (б)

Таким образом, спектроскопические исследования лазерной плазмы, образуемой вблизи мишени, при воздействии на нее сдвоенных лазерных импульсов, демонстрируют возможность контроля и управления компонентного состава напыленной структуры. Подбирая оптимальные условия проведения эксперимента, можно регулировать состав полученной нанопленки на поверхности образца. В частности, изменяя количество лазерных импульсов в серии, можно менять состав изготовленных нанокерамик, применяемых в микроэлектронике. Вместе с тем, использование качественного программного обеспечения облегчает проведение различного рода научных исследований и повышает ценность полученного готового продукта для дальнейшего использования в любой сфере деятельности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гультяев, А. К. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса / А. К. Гультяев, В. А. Машин. - СПб. : Корона-Принт, 2007. - 239 с.
2. Атомно-эмиссионный многоканальный спектральный анализ: научное и практическое применение / Е. С. Воропай, К. Ф. Ермалицкая, А. П. Зажогин, М. П. Патапович, А. Р. Фадаян // Вестн. Бел. гос. ун-та. Сер. 1. – 2009. – № 1. – С. 14–20.
3. XXVI Международная научно-техническая конференция «Современные средства связи» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bsac.by/pages/konferencii-2021-goda>. – Дата доступа : 10.09.2022.

N.N.FLYACHINSKAYA

## SYSTEMIC CHALLENGES AND OBSTACLES TO THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES

*Educational institution «Brest State Technical University», Brest, Republic of Belarus*

Digitalization every year becomes more powerful and full of not only opportunities, but also risks. The introduction of digital technologies is a long process and can create challenges and endanger humanity. Lack of knowledge and insufficient methodologically scientific validity of their practical implementation leads to complex engineering, socio-political and socio-economic problems. Let's take a look at some of them.

*Labor market disruption.* Today's predictions that most work functions may become automated in the coming decades are not grounds for mass panic. However, progressive automation and the use of robotics will lead to a real replacement for physical/manual work. Due to the introduction of digital technologies, most existing jobs may disappear and people will be forced to retrain in order to remain able to work.

*Digital polarization of space.* The digital technologies of the Fourth Industrial Revolution are spreading much faster than the technologies of previous revolutions, which in some parts of the world are just

beginning to unfold. The least developed economies, consumed today by everyday problems, are not ready to understand the digital solutions that shape the future. The accelerated digitalization of the economy, the transformation of consumer behavior patterns and the improvement of the quality of life in the digital environment contribute to the growing urbanization of territories [1]. The concentration of the population in global metropolitan areas, as well as towns that are consumers of digital technologies, creates a threat of territorial digital inequality. Unfortunately, the introduction of digital technologies underlies the stratification of society, which entails the emergence of social classes of the digital elite and digital outcasts. Since the benefits of digital technologies are considerable and increase the number of people and the number of companies becoming consumers of them, an important challenge for developers is to increase access and provide all comers with such technologies.

*The impossibility of ensuring social inclusion* can neutralize the positive of digital technologies. For example, older people may not benefit from the implementation of «smart» health care, because they have a low level of literacy and insufficient digital skills to be equally and fully involved in digitalization processes. It is expedient to apply efforts in the direction of advanced training of older people. The challenge is to make this transition as flexible and fast as possible. Learning must be accompanied by the development of a new network of professional contacts and the provision of access to new opportunities to help overcome the difficulties associated with belonging to a particular community. It may also be expedient to expand the information and communication social infrastructure that can neutralize the territorial disproportions of digital development.

*Lack of trust in digital technologies and uncertainty* are the main challenges faced by users. They may be hesitant to use digital technologies because they are unsure of their potential to meet their own needs, and the information and evidence that can reduce this uncertainty is often difficult to understand. The development of digital infrastructure is subject to uncertainties far greater than for conventional innovative products. From the outset, no one knows the critical parameters of digital technologies or how they relate to the desired performance of future products, and potential users cannot always determine their needs in terms of using new technology. This problem requires a solution that lies not only in the education and skills of local residents, but also in a balanced approach to preparing and adapting the population to living in such cities, and making it attractive to the vast majority of residents.

*Digital protectionism.* Concerns about breaches of data privacy, property rights and security can undermine confidence in the digital economy. In response, countries resort to digital protectionism [2], which seems like a simple solution, but in fact threatens to increase costs and reduce access to digital services, which are vital for the economic development of any country and individual city.

Digital protectionism comes in many forms, from restrictions on cross-border data sharing, mandates for the use of local data processing facilities and demands, to local ownership, cross-border licensing requirements that are difficult to meet, and tariffs on cross-border “electronic transactions”. At the same time, excessive regulation prevents citizens and consumers from enjoying the benefits of the digital economy: access to digital goods and services, participation in global supply chains, participation in innovation, and access to information.

Note that the protection policy should be based on a risk-based approach. Data that is extremely sensitive and includes information relating to gender, health status, political preferences or religious affiliation should be subject to control. The risks of disclosing such data exceed all possible positives from their further use. On the other hand, cross-border flows of private or public data relating to various areas of the economy and social protection, healthcare, and education should not be restrained. Access to such data will enable responses to problems and gaps in societies.

*Passivity to the expansion of broadband Internet access (BBA).* Efficient and reliable communication networks and services are the foundation upon which the digital economy is based today. Broadband access is important in the development of digital infrastructure, and the demand for it is growing rapidly. All thanks to the use of the Internet to provide a wide range of communication services, the rapid increase in Internet traffic, the increase in the number of smartphones and other mobile devices, the connection of many smart objects via IoT (internet of things), and access to stored programs and data remotely.

The role of digital networks as an accelerator of development is recognized throughout the world, and because of their critical importance for economic development, social inclusion and environmental protection, the challenge is to make the Internet universal and accessible. However, in practice, only 53% of the world's population uses the Internet. About 4 billion people remain offline [3]. Gaps in Internet access and penetration persist, and a significant portion of the population is still unable to take advantage of the «bonuses» of digitalization. The challenges to overcome the «gaps» in access are multifaceted and are based

on solving major problems, in particular, encouraging investment, expanding broadband infrastructure in rural and remote areas, and modernizing networks.

*Poor condition of existing infrastructure.* One of the most important problems faced by most countries is the «aging» of infrastructure. Utilities (including water supply and sewerage) and roads have been built for decades. Reconstruction in «old» urban areas requires much more money than if the infrastructure is built «from scratch», especially since such facilities will fail sooner or later due to a long service life. Governments and cities and countries are forced to spend money on repairing and upgrading existing infrastructure before realizing the idea of building new installations to the specifications of digital infrastructures based on computerized systems (requires detailed planning and mapping to be effective in terms of cost recovery) [4].

*High capital costs and insufficient funding.* The COVID-19 pandemic has made clear the need to further increase investment in R&D. Investments are needed in the latest technologies, such as AI, that can be applied to the development of medicines and vaccines, as well as to the management of related services. Investment is needed, in particular in communications infrastructure, to close the wealth gap between cities and the most vulnerable and poor communities. Investments in digital technologies are the basis for strengthening the competitiveness of the business

In summary, the world is facing a range of challenges, from a global digital divide to potentially negative social impacts and complex regulatory issues. The growing «gap» in digital development between developing and developed countries could lead to income disparities and a «digital monopoly». These challenges and barriers can be overcome by developing and implementing comprehensive national digital strategies covering measures to increase competition in Information and Communication Technologies markets and improve access to the Internet; digital security and privacy risk management practices; reducing barriers at the company level and providing additional (not only public, but also private) investments; providing training mechanisms to improve the skills of employees; ensuring cross-border data flow. At the same time, it is important to partner with government decision-makers and the non-state sector, which has the necessary capital to deploy digital infrastructure and technologies, as well as experience in managing and implementing smart projects.

#### REFERENCES

1. Шваб, К. Четвертая промышленная революция: монография: пер. с англ. – М. : Изд-во «Э», 2017. – 208 с.
2. 5 ways to advance digital trade in the post-COVID world [Electronic resource] // World Economic Forum. – Mode of access : <https://www.weforum.org/agenda/2020/06/5-ways-to-advance-modernize-digital-trade-in-the-post-covid-pandemic-world/>. – Date of access : 09.09.2022.
3. Measuring digital development facts and figures 2021 [Electronic resource] // ITU. – Mode of access : <https://www.itu.int/myitu/-/media/Publications/2022-Publications/Measuring-digital-development-2021.pdf>. – Date of access : 05.09.2022.
4. Surveyors and smart cities – partners in technology [Electronic resource] // GPS World. – Mode of access : <https://www.gpsworld.com/surveyors-and-smart-cities-partners-in-technology>. – Date of access : 05.09.2022.

О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>, О.Р.ХОДАСЕВИЧ<sup>1</sup>

## ОБЗОР СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПОГОДНЫХ И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Известна конструкция системы мониторинга состояния автомобильной дороги [1]. Эта система содержит многофункциональные погодные станции, установленные возле автодороги на всей ее длине, подключенные к электросети дороги и присоединенные выходами через компьютеры к сети Интернет. Многофункциональные погодные станции являются источниками метеоинформации (температуры, влажности, давления, скорости и направления ветра) через Интернет для водителей транспортных средств, с учетом которой водители выбирают пути движения транспортных средств к пунктам прибытия. К недостатку этой системы следует отнести ее узкие функциональные возможности и область применения.

Узкие функциональные возможности системы обусловлены тем, что она через Интернет сообщает водителям только метеоинформацию и не сообщает водителям дорожные условия на проезжей части автодороги (наличие снега, льда, пробок транспортных средств, видимость дороги), из-за чего водители не могут выбрать оптимальные маршруты движения транспортных средств к пунктам прибытия.

Узкая область применения этой системы обусловлена тем, что она может быть применена для мониторинга состояния только полностью электрифицированной автодороги, в то время как ряд протяженных автодорог имеют как электрифицированные, так и неэлектрифицированные участки.

Рассмотрим другую систему мониторинга погодных и дорожных условий проезжей части автомобильной дороги с электрифицированными и неэлектрифицированными участками [2]. Эта система содержит основные многофункциональные погодные станции, каждая из которых выполнена с возможностью установки возле соответствующего электрифицированного участка автомобильной дороги, подключения к электросети этого участка и сети Интернет, а также содержит дополнительные многофункциональные погодные станции, каждая из которых снабжена ветросолнечной энергетической установкой питания и радиопередающим устройством, выполнена с возможностью установки возле соответствующего неэлектрифицированного участка автомобильной дороги и подключения через упомянутое радиопередающее устройство к сети Интернет.

Из-за наличия в конструкции системы дополнительных многофункциональных погодных станций, каждая из которых снабжена ветросолнечной энергетической установкой и установки основных и дополнительных многофункциональных погодных станций возле соответствующих электрифицированных и неэлектрифицированных участков автодороги система обеспечивает водителей транспортных средств через Интернет необходимой метеоинформацией, которую они используют для корректировки пути движения к пунктам прибытия транспортных средств. К недостатку этой системы следует отнести ее узкие функциональные возможности.

Узкие функциональные возможности системы мониторинга погодных и дорожных условий проезжей части автомобильной дороги с электрифицированными и неэлектрифицированными участками обусловлены тем, что система через Интернет обеспечивает водителей транспортных средств только метеоинформацией и не обеспечивает их информацией о дорожных условиях на проезжей части автомобильной дороги [3].

Таким образом, отсутствие информации о дорожных условиях на проезжей части автомобильной дороги не позволяет водителям транспортных средств определить оптимальные пути движения транспортных средств к пунктам прибытия. Предлагается разработать систему мониторинга погодных и дорожных условий проезжей части автомобильной дороги с электрифицированными и неэлектрифицированными участками, которая будет содержать многофункциональные погодные станции, каждая из которых будет снабжена ветросолнечной энергетической установкой питания и радиопередающим устройством и подключена к сети Интернет, причем каждая из упомянутых погодных станций выполнена с возможностью сбора метеоинформации, а также информации о наличии снега, льда, транспортных заторов на проезжей части соответствующего участка автомобильной дороги и его видимости.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Погодная станция «универсальная» Арт. № 2225 WS U. Руководство по эксплуатации, 2015.
2. Система мониторинга состояния автомобильной дороги : пат. BY № 20190187 / О. П. Рябчина, В. А. Рыбак, Амро Рабиа. – Опубл. 30.12.2021.
3. Рябчина, О. П. Совершенствование системы мониторинга состояния автомобильной дороги / О. П. Рябчина // Весн. связі. – 2022. – № 4 (174). – С. 62–64.

Н.Г.ЮНЕВИЧ

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ МИРОВЫХ ДЕРЖАВ**

*Открытое акционерное общество «Гипросвязь», г. Минск, Республика Беларусь*

Программное обеспечение (далее – ПО) с открытым исходным кодом (далее – OSS) представляет собой продукт, в котором исходный код доступен для просмотра, редактирования и распространения, однако, оно, как и проприетарное ПО, имеет определенную лицензию (например, Стандартная

общественной лицензии GNU Affero (AGPL), Общественная лицензия Европейского союза (EUPL) и т.п.). Наиболее весомыми примерами подобного OSS стали сегодня операционная система Linux и приложение веб-сервера Apache [1]. При этом аппаратное обеспечение с открытым исходным кодом (OSS) все еще находится в стадии становления [2].

Ценность модели OSS заключается в том, что разработчики объединяют ресурсы и работают вместе для совместной разработки решения, которое принесет пользу всем участникам сообщества. Особенность же OSS заключается в том, что после объединения ресурсов разработчики делают результат доступным для всех для повторного использования бесплатно.

Согласно исследованию европейского рынка (DG CONNECT), в 2018 г. компании, расположенные в ЕС, инвестировали около 1 млрд евро в OSS, что привело к вкладу в европейскую экономику в размере от 65 до 95 млрд евро – соотношение затрат и прибыли выше 1:4 и прогнозирует, что увеличение финансирования сферы OSS на 10 % ежегодно будет генерировать дополнительные от 0,4 % до 0,6 % ВВП, а также более 600 дополнительных стартапов в области ИКТ в ЕС [2].

Так, в контексте государственной политики опыт Европейского Союза (далее – ЕС) выступает плодотворной инициативой. Европейская Комиссия (далее – ЕК) в настоящее время осуществляет третью итерацию Стратегии программного обеспечения с открытым исходным кодом (2020-2023 гг.) [2, 3]. Конкретными целями стратегии выступают:

- равные условия для ПО с открытым исходным кодом при государственной закупке новых программных решений. Это означает, что решения с открытым исходным кодом и проприетарные решения будут оцениваться на равной основе, и оценивается на основе общей стоимости владения, включая затраты на выход;
- вклад в сообщества – службы ЕК активно участвуют в сообществах ПО с открытым исходным кодом;
- разъяснение правовых аспектов – разработчики ЕС получает юридические консультации и советы о том, как решать вопросы интеллектуальной собственности, связанные с программным обеспечением с открытым исходным кодом;
- ПО, созданное службами ЕК, в частности созданное с целью использования за пределами ЕК, будет иметь открытый исходный код и публиковаться на платформе Joinup, а также будет иметь общественную лицензию ЕС (EUPL). Создаваемое ПО должно быть функционально совместимым и использовать открытые технические спецификации;
- для внутренней разработки новых информационных систем, особенно в случае развертывания за пределами ЕС, OSS должно быть предпочтительным выбором и использоваться там, где это возможно и т.д.

Важным аспектом деятельности ЕС выступает то, что ПО, созданное службами ЕК, будет иметь открытый исходный код и публиковаться в открытом доступе. Это способствует прозрачности государственной деятельности и создает цикл сотрудничества, который приносит пользу всем: правительству, частным организациям и предприятиям, общественности. Так, правительства Бельгии и Франции уже поддержали законы, устанавливающие обязательным обмен инновациями с открытым кодом [3].

Однако OSS также имеет решающее значение в открытых инновациях и экономическом благополучии государства. В данном контексте необходимо упомянуть о политике некоторых стран:

– Франция: Французский Циркуляр №5608 от 2012 г., в рамках которого государственные органы должны отдавать предпочтение использованию бесплатного ПО, поскольку это помогает снизить затраты на информационные технологии (далее – ИТ), предоставляет гибкие ИТ-решения и повышает конкуренцию на рынке ИТ. Ключевым эффектом циркуляра стало ежегодное увеличение числа стартапов, связанных с ИТ, на 9-18 % в год (бизнес, построенный на основе решений с открытым исходным кодом) [4];

– Великобритания: Цифровая служба правительства Великобритании (GDS) создала платформу «Цифровой рынок» (Digital Marketplace), которая помогает покупателям из государственного сектора находить подходящие технологии и людей для разработки цифровых проектов с использованием ПО с открытым исходным кодом. С момента запуска платформы стоимость государственных контрактов на разработку ПО выросла с 180 млн до более чем 2,8 млрд фунтов стерлингов за аналогичный период времени. Это также способствовало экономическому росту, поскольку правительство заключило контракты с тысячами организаций. В марте 2020 г. Коммерческая служба

Великобритании сообщила, что 73 % стоимости контрактов, выигранных малыми и средними предприятиями, было получено им через платформу «Цифровой рынок» [3];

– Индия: в Индии использование программного обеспечения с открытым исходным кодом государством является обязательным с 2005 г. Данное решение принесло достаточно большой экономический эффект, только замена Windows на 50 тыс. рабочих компьютеров в школах по всему штату Керал сэкономила почти 10,2 миллиона долларов США [5].

Пример Индии открывает еще один важный аспект OSS – независимость национальной экономики от иностранных поставщиков ИТ-решений. Все страны так или иначе сталкиваются с этой проблемой, однако наиболее выражена она в странах со среднем уровнем дохода. Это происходит потому, что данные страны не имеют достаточных собственных ресурсов и активно принимают предложения иностранных вендеров, а после цифровая инфраструктура таких стран становится полностью зависима от proprietарного ПО. Ввиду этого такие страны как Индия активно стараются перейти на OSS. Так еще в начале 21-го века поступили Бразилия, Венесуэла (2004 г.), Боливия (2013 г.), Эквадор (2008 г.) и др., приняв доктринальные документы об использовании OSS в государственных структурах.

Вышеприведенные данные иллюстрируют важность принятием правительства политики в области OSS, которые не только положительно влияют на национальную экономику и развитие бизнеса, но и обеспечивают независимость национальной ИТ-среды от иностранных поставщиков.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Opensource.com \ What is open source? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://opensource.com/resources/what-open-source>. – Дата доступа : 28.08.2022.
2. Publications Office of the European Union / The impact of open source software and hardware on technological independence, competitiveness and innovation in the EU economy [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/29effe73-2c2c-11ec-bd8e-01aa75ed71a1/language-en>. – Дата доступа : 28.08.2022.
3. Amazon \ How governments can use open source solutions for faster transformation and more[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://aws.amazon.com/ru/blogs/publicsector/how-government-use-open-source-solutions-faster-transformation-more>. – Дата доступа : 28.08.2022.
4. OECD \ Development Co-operation Report 2021: Shaping a Just Digital Transformation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/c023cb2e-en/index.html?itemId=/content/component/c023cb2e-en>. – Дата доступа : 28.08.2022.
5. Opensource.com \ By the numbers: India saves and grows with free and open source software [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://opensource.com/government/12/9/economic-impact-open-source-india>. – Дата доступа : 28.08.2022.

О.С.СКРЯГО

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ БЕСПИЛОТНОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Смоленский колледж телекоммуникаций (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича», г. Смоленск, Российская Федерация*

Беспилотный трактор – это сельскохозяйственное транспортное средство, которое создано для целей обработки почвы и решения других сельскохозяйственных задач без присутствия человека внутри самого трактора. Как и другие беспилотные транспортные средства, они запрограммированы на избегание препятствий.

Работа в полной автоматизации подразумевает под собой использование электрической системы трактора для отправки команд. Используя навигационные системы Glonass или GPS-приемник, а так же обратную связь радиоприемника, производится управление трактором. Такая совокупность систем позволяет управлять техникой для поворотов, ускорения, торможения, а также управлять орудием, установленным на тракторе.

Дистанционное управление трактором предполагает работу двух тракторов. Такими двумя машинами управляет один человек, он контролирует скорость передвижения и направление дистанционно работающей машины.

Создание беспилотных техник на базе искусственного интеллекта позволяет существенно повысить эффективность проведения сбора урожая и подготовки почвы для дальнейшего посева.

В прошлом году некоторые аграрные компании столкнулись с проблемой нехватки рук в период сева и сборки урожая. Многие не смогли выйти на работу в связи пандемией и режимом самоизоляции. Это заставило задуматься об уменьшении количества людей на предприятии. Один из способов — это внедрение автоматизированных сельскохозяйственных машин.

Тракторы используют цифровую карту поля для передвижения по местности, не пересекая ее пределов. Технология компьютерного зрения и датчики помогают обнаруживать препятствия, на расстояние 15-20 метров и высотой от 10 сантиметров, на своем пути, а нейронные сети помогают определять объекты на поле и принимать верные решения для безопасной работы на территории. На технике установлены программно-аппаратные комплексы компьютерного зрения. Так же на беспилотную сельхозтехнику установлены датчики GPS и Glonass для самостоятельной обработки полей.

Исходя из вышеизложенного повышение эффективности внедрения беспилотной сельхозтехники за счет проектирования системы компьютерного зрения состоящая из таких элементов как нейронная сеть, программа определения объектов.

Разработанная нейронная сеть с использованием Dataset показала, после анализ качества работы сети показала высокие результаты. Так же созданная программа определения объектов, код которой представлен на рисунке 1 (для ее разработки была использована библиотека Tensorflow и Keas, гибридная платформа PyCharm и установлены библиотека OpenCV, библиотека для сегментации объектов на изображениях PixelLib) решила проблему по распознаванию объектов на рабочих полях сельхозтехники.

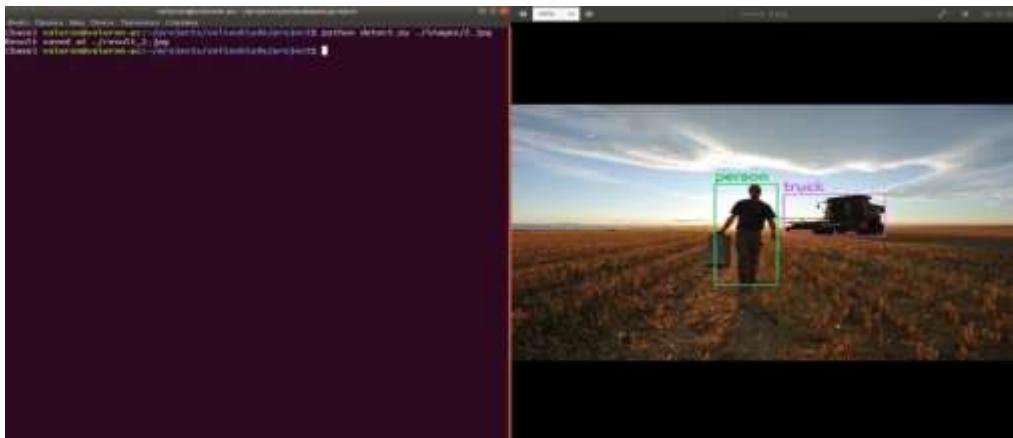


Рисунок 1 – Идентификация двух объектов «Человек» и «Трактор»

Нейронная сеть умеет распознавать человека от птиц и также тракторов от овец. Это поможет сделать работу трактора безопасной для людей, животных и других транспортных средств на открытых полях.

Разработка данной системы показало, что нейронная сеть обучилась, что представлена на рисунке 2 и умеет с большой точностью распознавать, и классифицировать объекты для дальнейшего внедрения в беспилотный сельскохозяйственный транспорт.

```
[17] history = model.fit(train_dataset,
                      validation_data=validation_dataset,
                      epochs=5)

Epoch 1/5
73/73 [=====] - 25s 310ms/step - loss: 5.2923 - accuracy: 0.0112 - val_loss: 4.7764 - val_accuracy: 0.0121
Epoch 2/5
73/73 [=====] - 22s 274ms/step - loss: 4.7280 - accuracy: 0.0185 - val_loss: 4.6624 - val_accuracy: 0.0258
Epoch 3/5
73/73 [=====] - 23s 289ms/step - loss: 4.6154 - accuracy: 0.0261 - val_loss: 4.5533 - val_accuracy: 0.0335
Epoch 4/5
73/73 [=====] - 24s 301ms/step - loss: 4.5329 - accuracy: 0.0322 - val_loss: 4.4880 - val_accuracy: 0.0437
Epoch 5/5
73/73 [=====] - 24s 300ms/step - loss: 4.4327 - accuracy: 0.0451 - val_loss: 4.4918 - val_accuracy: 0.0423
```

Рисунок 2 – Обучение нейронной сети

Это поможет сделать работу трактора экономически эффективной и безопасной для людей, животных и других транспортных средств на открытых полях.

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ СОСТАВНОГО КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Рост потребления пользователями цифрового контента сопровождается развитием инфраструктуры сети передачи данных провайдеров. Эффективность управления телекоммуникациями в значительной степени зависит от своевременного получения и обработки данных о наличии и техническом состоянии средств, сетей и сооружений связи. Затрачивается много усилий на сопровождение документации учета оборудования, схемы его включения и коммутации.

Данный программный продукт предназначен для персонала, отвечающего за материально-техническое состояние и эксплуатацию оборудования. Он позволяет:

- создавать и учитывать все разъемы на оборудовании;
- предусматривать принцип объединения составных плат через разъемы;
- формировать шаблоны;
- вводить оборудование, как экземпляры созданных моделей;
- осуществлять поиск подходящего оборудования по сопоставимым разъемам;
- выделять оборудование как логический элемент сети;
- обращаться к портам оборудования через логическую структуру;
- видеть вложенность плат портов;
- подключать порты между собой, оставляя примечание;
- видеть сразу все подключенные элементы с описанием;
- предусмотрена замена элементов с автоматической перепривязкой включенного оборудования;
- вести учет подотчетного оборудования;
- фильтровать вывод;
- хранить информацию в базе данных;
- вести логгирование работы пользователей в системе.

При разработке программы была выявлена закономерность объединения разнородного оборудования. Принцип основан на разделении устройства на составные элементарные элементы и их последовательное подключение.

Выделим этапы работы с программным средством:

1. Первоначально требуется завести разъемы из которых состоят блоки. Разъемы делятся на стандартные порты, для подключения оборудования (этот тип разъемов помечается как «Шнур»), и на специфические, для подключения плат между собой. Затем указывается взаимодействие разъемов.
2. На следующем этапе, из существующих разъемов формируются шаблоны устройств.
3. На основе шаблонов создаются реальные экземпляры, которые уже можно объединять в состав одного устройства.
4. Объединенную структуру можно включить в работу, при этом дается системное имя.
5. На следующем этапе, уже можно объединять структуры между собой через стандартные порты, помечая назначение соединения.
6. Все межструктурные соединения можно просмотреть, причем отображаются сразу и их точки коммутации.
7. При выходе из строя любого элемента сети можно сделать замену устройства с автоматическим переносом коммутаций.

Все данные хранятся в базе данных MS SQL Server. Возможен множественный доступ к информации для просмотра и редактирования, согласно правам пользователя.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Залогова, Л. А. Основы объектно-ориентированного программирования на базе языка C# : учебное пособие для СПО / Л. А. Залогова. – 2е изд., стер. – СПб: Лань, 2021. – 192 с.
2. Градусов, А. Б. Базы данных : Введение в технологию баз данных : учебное–практическое пособие / А. Б. Градусов. – Владимир : ВлГУ, 2021. – 208 с.

3. Фримен, Э. Head First. Паттерны проектирования/ Э. Фримен, Э. Робсон, К. Съерра, Б. Бейтс - 2-е изд. – СПб.: Питер, 2022. – 640 с.
4. Гуарав А. Паттерны проектирования для C# и платформы .NET Core. /А. Гуарав, Ч. Джейфри – СПб.: Питер, 2021. – 352 с.
5. Албахари, Д. Бен. C# 9.0. Карманный справочник / Д. Албахари, Б. Албахари, Бен – СПб : ООО “Диалектика”, 2021. – 256 с.

M.H.HASANOV<sup>1</sup>, N.A.ATAYEV<sup>1</sup>

## STUDY OF PROTOTYPE NANO SATELLITE SUBSYSTEMS BASED ON RADIO AND OPTICAL COMMUNICATION TECHNOLOGIES

<sup>1</sup>*Department of radiotechnics and telecommunication, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan*

In terms of availability and technical functionality, CubeSat platforms are already widely used in high-speed and high-volume data exchange missions. However, there are difficulties in achieving this with the current radio (RCT) communication method (1). So, optical or laser communication (OCT), has some major advantages over the RCT, as (4): High information value; Ultra-small cross-channel interference; Better signal-to-noise ratio; Overall lower energy demand; Considering the fact that it is difficult to cross and block narrow light rays, it can be effectively shielded and can be effective for future technological development for quantum communication systems (7). However, due to the coherent and monochromatic, as well as micro radian radiation coverage zone of ~1600nm wavelength, the process of directing it to the terrestrial reception antenna becomes difficult. This mainly leads to an increase in the accuracy of the position determination and control (PDC) subsystems in CubeSat platforms, thus increasing the parameters of the platform such as mass, size and electrical power (2). Along the subject, the algorithmic structures of the control programs of the four main subsystems, which is the second part of the initial conceptual model developed by combining the advantages of RCT and OCT technologies, which is considered effective in solving PDC difficulties on CubeSat platforms with OR technology, were developed.

Structure of the laser beam control and transponder-based payload subsystem:

One of the two modulation principles of CubeSat platforms with OCT technology is based on on-off keying (OOK) (3). Different from and in addition to the active radio transponder in the conceptual Nano Satellite model, this optical transponder subsystem consists of a three-axis point (X, Y, Z) laser-head transmitting beam source and receiving photodetectors, capable of establishing full-duplex optical communication with the ground segment (GS) (5). This subsystem, as the most important subsystem of the CubeSat platform, incorporates a new application direction of previous scientific and practical research (New Generation 3D Optical Commutator) (6). The investigated 3D optical switch offers three major advantages over other existing optical switches for establishing high-speed and efficient communication links in optical communication networks written in table 1 (8).

Table 1 – Practical output power comparison of RF and OC

Contact example	Data volume	Frequency bands		
		Optic	Ka frequency band	Millimeter frequency band
GEO-LEO	2.5 Gb/s			
Antenna diameter		10.2 sm	2.2 m	1.9 m
Power		93.8 W	213.9 W	184.7 W
LEO-LEO	2.5 Gb/s			
Antenna diameter		3.6 sm	0.8 m	0.7 m
Power		23.0 kq	55.6 kq	48.6 kq

- Data exchange, control and active transponder structure:

Transceiver subsystems incorporating one or more radio frequency parameters are widely used for RCT data exchange on various satellite platforms. However, the widely used Software-Regulated Radio (SDR) platforms have their (9): low power requirements; wide frequency band support; wide discretization frequency range and physical components in traditional RCT systems can be software controlled by an

FPGA controller. Applying the SDR-based RCT in the conceptual model of the platform to be developed, in addition to the OCT, it is necessary to have communication in the subsystem, thereby the RCT and OCT systems simultaneously process high data, as well as the RCT based mobile GS will automatically allow tuning to the required frequency band and actively retransmitting weak signals power (3).

$$P_r = P_t \tau_t G_t L_{fs} G_r \tau_r \tau_{rp} \quad (1)$$

- Structure of power output, power supply and controller:

For the autonomous supply of the whole platform with the necessary electric power, the second type of solar-electrical converter solar panels, the Li-Ion battery pack as a regular power source and the electric power control & distribution circuit, as well as the battery charging circuit for desktop tests is implemented accordingly, which is monitored with the central MCU.

- Structure of microcontroller-based on-board computer and position determination system work algorithms (5):

In the software algorithm, which includes a central MCU-based on-board computer for data processing and management of all subsystems of the CubeSat platform and another auxiliary MCU for position determination, determination of input/output physical interfaces of necessary sensors/components, reading of data from the RR module, position/environment determination part Collecting the necessary data from the MEMS sensor modules (3) and sending the GS through the RCT provides the discussed laser radiation pulses with less technical demands.

Thus, along the research topic, the four subsystems of the new generation CubeSat satellite platform, which includes the existing RCT and OCT communication advantages of the NanoSat satellite system, as well as the laser beam control, transponder and SDR-based RCT active transponder subsystems based on the previous research topic 3D optically switched OR and algorithmically examined, important processes and aspects of improving OCT technology with whole system implementation are considered.

#### REFERENCES

1. Alberto Carrasco-Casado and Ramon Mata-Calvo (2020). Free-space optical links for space communication networks. – Japan. – 66 p.
2. Desire Muhireab, Daria Stepanovaac, Shreya Santraad, Prerna Baranwalae, Marco Romeroaf, Rushanka Amrutkarag, Sébastien Bonnartah, Devanshu Jhaai (2020). IAC 14 p.
3. Dirk Giggenbach, Florian Moll, Christopher Schmidt, Christian Fuchs, and Amita Shrestha (2012). Optical on-off keying data links for low Earth orbit downlink applications. – 33 p.
4. Gurgaon, Haryana (2017). Mitigation Techniques. Department of Electrical, Electronics and Communication Engineering. – India. – 17 p.
5. Hemani Kaushal and Georges Kaddoum (2017). Optical Communication in Space: Challenges and Mitigation Techniques. – India. – 41 p
6. Mehman Huseyn Hasanov, Nadir Bafadin Agayev, Nadir Arzu Atayev, Governor Mukhtar Fataliyev (2021). A NEW GENERATION OF CONTROLLED OPTICAL SWITCH. - TOM 15. - 5 p.
7. M. H. Hasanov (2019). 7D optical photon switch of all optical networks. - Baku. - 5 p.
8. M. H. Hasanov (2020). NEW GENERATION 3D OPTICAL SWITCH. - Baku. - 6 p.

О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>, Д.В.ТУЛЯ<sup>1</sup>

## ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В современном мире вопрос о доступности подачи документов в высшие учреждения образования становится с каждым днем актуальней. Ведь после прохождения централизованного тестирования абитуриентам необходимо в кратчайшие сроки определиться с будущей профессией исходя из полученных результатов тестирования. Раньше, дистанционно подать документы в высшие учебные заведения можно было только посредством почты, а теперь, в ногу со временем, это возможно через интернет. Благодаря этому у абитуриента будет как можно больше ценного ресурса – времени.

Данный программный модуль предназначен для реализации организационно-технической возможности подачи абитуриентом заявления на допуск к участию в конкурсе на получение первого

высшего образования I ступени в Институте. Это позволит осуществлять подачу заявления посредством программного модуля, получать обратную информационную поддержку о процессе вступительной кампании.

Программный модуль направлен на решение следующих задач:

- возможность подачи заявления абитуриентам;
- обеспечение работы приемной комиссий по набору абитуриентов;
- создание и ведение оперативного учета заявлений абитуриентов и отчетности;
- наполнение и синхронизацию базы данных программного модуля;
- обработку, хранение и анализ данных о результатах приемной кампании;
- информационная поддержка и сопровождение потенциального абитуриента.

Программный модуль имеет возможность проверки и выборки вносимых данных абитуриентом, а также простой пользовательский интерфейс, который обеспечивает удобство работы, интуитивный и быстрый доступ к информации. Функциональные блоки по вводу данных обеспечивают контроль правильности ввода. На рисунке 1 представлен процесс сбора данных об абитуриенте.



Рисунок 1 – Процесс сбора данных об абитуриенте

Входными данными об абитуриенте являются:

1. Личная информация:

- фамилия имя отчество;
- пол;
- дата рождения;
- домашний адрес;
- телефон домашний, мобильный;
- e-mail;
- уровень образования;
- год окончания учебного заведения;
- наименование учреждения;
- город (поселок), где находится данное учреждение;
- изучение иностранных языков;
- семейное положение;
- последнее место работы с занимаемой должностью и профессией;
- стаж работы (лет, месяцев).

2. Сведения о родителях (опекунах):

- фамилия имя отчество;
- адрес проживания;
- домашний и мобильный телефон.

3. Информация вносится по отцу (отчиму) и по матери (мачехи). Паспортные данные:

- тип документа, удостоверяющего личность;
- серия;
- номер документа;
- дата выдачи;

— кем выдан;

— идентификационный номер.

4. Информация по направлениям (специальности, на которую желают поступить, согласно выбранным приоритетам):

Специальность, Приоритет 1, Приоритет 2, Приоритет 3.

5. Льготы, если такие имеются:

— без вступительных испытаний;

— вне конкурса.

6. Вступительные испытания (ЦТ):

— количество баллов при сдаче ЦТ по предметам;

— сертификат ЦТ;

— № сертификата ЦТ по 5-ти предметам.

7. Аттестат/диплом:

— № аттестата/диплома;

— дата выдачи аттестата/диплома;

— баллы аттестата ( $5+6+9+8+9+6+5$ ).

На рисунке 2 показана детализация сбора данных об абитуриенте.

Рисунок 2 – Декомпозиция «Сбор данных об абитуриенте»

Процесс сбора данных об абитуриенте состоит из следующих элементов:

1. Прием документов – данная функция автоматизирована и начинает свою работу после каждого заполнения абитуриентом формы (анкеты).

2. Выгрузка данных в БД MS SQL Server – все данные об абитуриенте проходят проверку ответственными лицами вступительной кампании, на актуальность введенных данных абитуриентом.

3. Составление списков лиц, рекомендованных к зачислению, с учетом актуальных данных об абитуриенте.

4. Анализ данных по подаче оригиналов документов – заключительный этап, выполняемый при подаче абитуриентом оригинала документов в вуз, с целью получения образования в вузе, на определенном направлении.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прайс, Дж. Visual C# .NET. Полное руководство / Дж. Прайс, М. Гандерлой. – М. : Корона Принт, 2019. – 960 с.

2. Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Дж. Рихтер – Изд. 4-е. – М. : Питер, 2021. – 896 с.

3. Кудрина, Е. В. Основы алгоритмизации и программирования на языке C# : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Кудрина, М. В. Огнева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 322 с.

4. Рябчина, О. П. Основы алгоритмизации и программирования: учебное пособие / Т. Л. Труханович, О. П. Рябчина. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2017. – 212 с.

5. Троелсен, Э. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5 / Э. Троелсен. – М. : Вильямс, 2015. – 1312 с.

6. Порядки приема в УВО Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.abiturient.by/admittance-rules>. – Дата доступа : 31.07.2022.

О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>, Ю.В.НОВОСЕЛЬСКАЯ<sup>2</sup>

## **АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАНИИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Информационная система – комплекс, предназначенный для поиска, сбора, хранения, обработки и передачи (распространения) информации и состоящий из необходимого технического оборудования, программного обеспечения и баз данных (включая информацию, средства ее представления и организации) [1].

Использование информационной системы определяет организационную структуру учреждения образования и в данный момент разрабатываются различные программы, направленные на преобразование информационной системы образования. Основной целью данной информационной системы является разработка единого информационного пространства в Республике Беларусь.

В нашей стране уже положено начало созданию информационно-образовательной системы. Это подтверждает созданные три регистра – регистр обучающихся, регистр педагогических работников, регистр учреждений образования [2].

Сегодня существует масса программных средств, которые разработаны для автоматизации учебного процесса. Их основные цели:

1. Организовать единую информационную образовательную структуру учреждения образования.
2. Предоставить сбор, обработку и анализ информации для поиска оптимальных решений за короткий срок.
3. Облегчить и упростить работу администрации и преподавательского состава, сокращая время, затрачиваемое на выполнение обычной рутинной работы, и увеличивая время, посвященное фактическому процессу обучения.
4. Сформировать информационное взаимодействие между всеми сотрудниками образовательной структуры и административными органами различных уровней.

Проанализировав существующие информационные системы в учреждениях образования построена таблица 1, представленная ниже.

Таблица 1 – Анализ информационных систем в учреждениях образования

Название	ОС	Контроль за участниками учебного процесса	Доступ	Авторизованный доступ	Анализ выполнения педагогической нагрузки
1С:Университет	Windows, Linux, Mac OS, iOS	Да	Платно	Да	Да
Социальный Образовательный Портал	Windows, Linux, Mac OS	Да	Платно	Да	Нет
Автоматизированные задачи образовательных учреждений	Windows, Linux, Mac OS	Да	Платно	Да	Да
Виртуальная образовательная среда (ВОС)	Windows, Linux, Mac OS, iOS, Android	Да	Бесплатно	Да	Нет

Рассмотренные информационные системы имеют функции контроля за участниками учебного процесса и разграничение доступа, что особенно важно. Не все выполняют задачу анализа

выполнения педагогической нагрузки. Исследованные ресурсы высокого качества, но имеют некоторые недостатки, требующие доработки.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ст. 2 Модельного закона "Об электронных государственных услугах", принятого постановлением Межпарламентской Ассамблеи государств - участников Содружества Независимых Государств от 7 апреля 2010 г. № 34-7 // Информационный бюллетень Межпарламентской Ассамблеи СНГ. – 2010 г. – № 47.

2. Инструктивно-методическое письмо министерства образования Республики Беларусь «Об использовании современных информационно-коммуникационных технологий в учреждениях дошкольного, общего среднего и специального образования в 2021/2022 учебном году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://adu.by/images/2021/08/imp-IKT-2021-2022.pdf>. – Дата доступа : 14.09.2022.

А.М.СТАРОСТИН<sup>1</sup>, Е.Н.ТОВАНЧОВА<sup>2</sup>

**ТРАНСПАРЕНТНОСТЬ И РЕСТРИКТИВНОСТЬ В УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЯХ: БАЗОВЫЕ РЕГИСТРЫ**

<sup>1</sup>*Институт междисциплинарных исследований глобальных процессов и стратегического управления ФГБОУ ВО Ростовский государственный экономический университет («РИНХ»), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РГУПС), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

Реалии современного мира свидетельствует о все больших проявлениях в его развитии изменчивости, процессности, нестабильности. Что весьма отличает постсовременный взгляд от пока еще доминирующей парадигмы «устойчивого развития». Достаточно быстро основные параметры «устойчивости», «стабильности», «сбалансированности» в описании социальной реальности сдвигаются в сторону рисков, угроз конфронтационности, конфликтности на всех базовых уровнях этой реальности.

Одним из важных инструментов стратегической рефлексии и подготовки решений в условиях описанных коллизий и в границах новой «глобальной демократии» выступает транспарентность в подготовке и осуществлении таких решений. И концепт, и технологии транспарентности не являются абсолютно новыми. Это важный аспект политической культуры в условиях масштабного гражданского общества стал активно внедряться в том числе со становлением и развитием информационного общества. Процессы массовой демократизации с одной стороны, и растущих требований со стороны общественной безопасности с другой способствовали динамичному развитию транспарентности в политической практике и в теории.

Следует подчеркнуть, что транспарентность не сводится только к информационным ее проявлениям. Она включает и публично-деятельностные аспекты, которые не менее чем информационный требуют в демократическом обществе гражданского контроля. Но, с другой стороны, по мере развития структур информационного общества, поле транспарентности неизбежно расширяется. Однако нарастает и объем не запланированных стихийно-инициативных ее последствий, требующих развитого управления и также гражданского контроля за мерой социальной транспарентности. Логично поэтому говорить и о концепте «рестриктивности», обозначающем сферу возможных ограничений информационной и иной открытости, введения определенных норм ограничений. Так что «транспарентность» и «рестриктивность» всегда сопряжены между собой, в зависимости от социальных условий. Далее, в связи с этим, можно говорить об определенных регистрах транспарентности.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что становление института транспарентности органов власти является многолетней тенденцией для большой группы развитых стран, общественно-государственное устройство которых соответствует либерально-демократическим основам и принципам. Транспарентность как институциональное свойство политического процесса коррелируется с важнейшими политико-правовыми институтами, обеспечивающими законность власти и эффективное взаимодействие между государством и гражданским обществом. Подобная схема «открытость-закрытость» политической системы в большей степени определяется типом

политической системы и формой политического режима. При приближении к границам угроз и рисков безопасности государства неизбежно изменяются и нормы транспарентности, что позволяет говорить о ее разных регистрах (стабильный, мобилизационный, чрезвычайный). Данное обстоятельство необходимо учитывать и при политическом прогнозировании, и при выборе стратегии безопасности. Что касается социально-деятельных проявлений транспарентности, то они требуют отдельного обсуждения

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кайль, Я. Я. Зарубежный опыт партисипативной ориентации публичного управления / Я. Я. Кайль, В. С. Епина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – № 2. – С. 43–44.
2. Мрочко, Л. В. Становление информационного общества в России (вопросы теории и практики) / Л. В. Мрочко, В. Ф. Ницевич. – М. : Изд-во МГОУ, 2010. – С. 275.
3. Романюк, С. В. Международный опыт обеспечения транспарентности органов государственной власти / С. В. Романюк // Международное и публичное частное право. – 2006. – № 2. – С. 32.
4. Старостин, А. М., Товаччова Е.Н. Рефлексивное управление в глобальных координатах // Интеллектуальные ресурсы - региональному развитию. 2020. –№ 2. –С. 283–287.
5. Старостин, А. М. Новая философия глобального мира: проблемная презентация: монография. —«Мини Тайп», 2021.
6. Старостин А.М., Товаччова Е.Н. Транспарентность и герметичность в современном политическом управлении: риски, балансы во взаимодействии и условия реализации // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. №7. 2020.
7. 50/50: Опыт словаря нового мышления / Под общ. ред. М. Ферро и Ю. Афанасьева. – М. : Прогресс, 1989. – 560 с
8. Открытое общество и его враги. Т. 1,2 : Чары Платона. Пер. с англ. под ред. В. Н. Садовского. – М.: Феникс, Международный фонд «Культурная инициатива», 1992. – 448 с

А.В.ГОРДЕЮК<sup>1</sup>, Н.Д.КОЛОСУН<sup>2</sup>

#### **3D-МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиал «Минский радиотехнический колледж», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь

Высокие технологии с каждым годом проникают все глубже и глубже в повседневную жизнь общества. Мультимедийные, интерактивные, мобильные и 3D-технологии создали Digital мир с новыми видами коммуникаций и для современных детей цифровая среда стала «родной» и привычной.

Трехмерное моделирование и печать 3D-моделей нашли свое применение во многих отраслях человеческой деятельности и пользуются сегодня массовым спросом. Создание 3D-моделей и изготовление прототипа готового изделия – теперь необходимый этап при запуске производства нового продукта, при подготовке презентации заказчику, при проведении функционального тестирования нового продукта.

Человечество живет в эпоху потребления – выпуск широкого спектра товаров только увеличивается. Это касается изделий из пластика. Дешевизна материала, технические параметры пластика обрекли его на популярность – полимеры во многих сферах вытеснили более дорогое сырье – натуральное дерево, металл. Одновременно с повсеместным распространением пластиковых изделий возник вопрос утилизации пластмассы, потерявшей практический интерес. Проблема заключается в том, что период естественного разложения пластика – от 100 до 400 лет. Как следствие, традиционное захоронение на полигонах не решает проблему.

Существует несколько методов переработки полимеров и изделий, вышедших из употребления. Предложенная 3D-модель устройства вторичной переработки пластика относится к механическому методу. Компоненты модели разрабатывались в системе автоматизации проектных работ Fusion 360. В соответствии с концепцией создания универсальных сред конструирования фирма Autodesk включила в систему Fusion 360 модуль САМ. Таким образом, круг задач, решаемых этой системой,

стал охватывать практически весь жизненный цикл разработки технического объекта – от дизайнерской и конструктивной проработки до визуализации, инженерного анализа и воплощения в материале.

Стоит отметить, что при этом процессе пластик не теряет своих свойств. Особенность метода в том, что нет необходимости приобретать дорогостоящее оборудование и нанимать специалистов для него.

Для современных линий, задействованных в механической переработке, подходит следующее утилизированное сырье:

пластиковые бутылки, заводские упаковки, полиэтиленовые пакеты, любые другие изделия из пластмассы.

На выходе получается несколько видов продукции:

гранулы ПВХ разной фракции, флекс, химволокно, топливо.

На рисунке 1 представлена разработанная 3D-модель устройства вторичной переработки пластика.



Рисунок 1 – 3D-модель устройства вторичной переработки пластика

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Аббасов, И. Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds Max / И. Б. Аббасов. – М. : ДМК, 2012 – 176 с.
2. Клайн, Л. Fusion 360. 3D-моделирование для мейкеров : пер. с англ. / Клайн Лидия Слоун. – Спб., 2021. – 288 с.

М.А.МАЛЕЦ<sup>1</sup>, О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Цифровизация – это внедрение современных цифровых технологий в различные сферы жизни и производства.

Цифровизация затрагивает экономику, промышленность, образование, культуру, обслуживание и т. д. Она предполагает переход экономической отрасли на новые модели организации бизнес-процессов, основывающиеся на использовании информационных технологий.

Благодаря стремительному развитию информационных технологий и микроэлектроники, а также выходу коммуникации на новый уровень, цифровизация становится неизбежным процессом, охватывающим все страны мира, что обуславливает актуальность данной темы.

Таким образом, процесс цифровизации неразрывно связан с процессом автоматизации. Автоматизация предполагает собой обеспечение цифровым оборудованием, например, компьютерами с выходом в интернет. Она повышает качество и удобство использования, однако структура процесса остается неизменной. А цифровизация направлена на изменение бизнес-модели. При цифровой трансформации меняется сам подход к организации процесса.

При этом процесс цифровизации может включать в себя процесс автоматизации. Если в выбранной сфере нет инструментальной базы, нельзя переходить к цифровизации. Именно поэтому цифровизировать все территории в настоящий момент не получится: сначала их нужно электрифицировать.

В настоящее время можно сказать о полной или частичной автоматизации учебных заведений в крупных городах и промышленных центрах, следовательно, подготовлена инструментальная база для начала процесса информатизации.

Цифровизация процесса обучения будет заключаться в изменении подхода подачи информации обучающимся. В отличии от автоматизации, предполагающей использование в процессе обучения электронных учебников, видеоуроков и других информационных технологий, делающим процесс обучения проще, цифровизация предполагает использование в процессе обучения новой интерактивной системы.

Электронное обучение предполагает собой предоставление информации в электронном виде в удобном для пользователя формате: текстовом формате с добавлением картинок или видео-формате. Достоинством является то, что человек имеет возможность выбирать темп своего обучения в зависимости от наличия свободного времени. Более того, имея все материалы в доступном виде, обучающийся сможет в любое время освежить знания или пересмотреть урок второй раз, если в первый информация не была усвоена в полном объеме.

Недостатком может выступить так называемая односторонность: неизвестно, изучал ли человек предоставленные учебные материалы и понял ли весь предоставленный материал. Однако эту проблему можно решить обратной связью с пользователем. Например, после предоставления обучающемуся электронных учебных материалов необходимо провести тестирование, успешное прохождение которого будет свидетельствовать об усвоении полученных знаний.

Таким образом, цифровизация в образовательном процессе позволит сделать его более доступным, полным и экономичным, а предоставляемый учебный материал более понятным за счет возможности его повторения. Однако, необходимо организовать тщательное планирование процесса обучения, чтобы избежать возможных недостатков.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Что такое цифровизация и какие сферы жизни она заденет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://center2m.ru/digitalization-technologies/>. – Дата доступа : 14.05.2022.
2. Что такое цифровизация и в каких сферах она применяется [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neppo.ru/news/chto-takoe-czifrovizacziya/>. – Дата доступа : 14.05.2022.
2. Электронное обучение: плюсы и минусы внедрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gd.ru/articles/9328-elektronnoe-obuchenie/>. – Дата доступа : 16.05.2022.

**Н.С.САРКИСОВ<sup>1</sup>, О.А.ЛАВШУК<sup>1</sup>**

#### **МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Маршрутизация информационных потоков обычно формулируется как оптимизационная задача поиска кратчайшего пути. Целевая функция может быть любой из множества разнообразных параметров, таких как количество узлов, величины задержки, стоимости и другое. Отдельной проблемой маршрутизации является выбор оптимального пути при ограничениях по задержке и по стоимости, так как требования по минимизации задержки являются очень распространенными для многих мультимедийных приложений.

Задачу маршрутизации в мультисервисных сетях предлагается решать на основе критерииев, учитывающих перечисленные параметры согласно требованиям конкретных приложений.

Эта задача сформулирована как многокритериальная задача поиска маршрута с минимальной стоимостью, причем поиск выполняется только на подмножестве осуществимых путей, удовлетворяющих ограничениям на параметры качества сервиса.

Представляя схему сети в виде графа, используя протокол маршрутизации OSPF, в качестве QoS-параметров каждого ребра графа будут рассмотрены полоса пропускания  $Y_e$ , задержка  $D_e$ , вариация задержки  $J_e$  и вероятность потери пакетов  $Z_e$ . Для удобства дальнейшего анализа вероятность потери пакетов  $Z_e$  будем рассматривать такой параметр, как логарифм вероятности прохождения пакетов  $X_e = \ln(1 - Z_e)$ . Такой подход удобен тем, значение данного параметра на всем пути маршрутизации вычисляется суммированием:

$$X_{s,t} = \sum_{e \in p} X_e. \quad (1.1)$$

Для решения задачи используется эвристический алгоритм, представляющий собой модификацию алгоритма Дейкстры.

Для нахождения оптимального пути предложено использовать следующую свертку:

$$r = \max\left( w_Y \frac{Y_{s,t} - Y^{\min}}{Y^{\max} - Y^{\min}} + w_D \frac{D^{\max} - D_{s,t}}{D^{\max} - D^{\min}} + w_J \frac{J^{\max} - J_{s,t}}{J^{\max} - J^{\min}} + w_X \frac{X_{s,t} - X^{\min}}{X^{\max} - X^{\min}} \right) \quad (1.2)$$

При этом алгоритм просмотра узлов, правила замены меток узлов, предложенные Дейкстрой, остаются неизменными.

Предложенный способ формирования метки обеспечивает вычисление параметров *QoS*, изменяющихся при прохождении пакета из узла *i* в *j* по ребру-*e<sub>ij</sub>*, не только путем суммирования, но, фактически, по любой формуле или алгоритму.

Алгоритм нахождения оптимального пути состоит в следующем: выбор и ввод предельных значений параметров *QoS*: полосы пропускания, задержки, джиттера, вероятности потерь пакетов; нахождение свертки функции *rc* целью определения множества *QoS* осуществимых путей; определение стоимости обеспечения требований *QoS* среди множества осуществимых путей; произвести модификацию функции *rc* учетом требований *QoS* и стоимости; применить алгоритм Дейкстры по поиску кратчайшего пути с учетом сформулированных требований.

Задачей второго уровня является предоставление из набора зарезервированных самих услуг. Задача формулируется следующим образом:

$$r = \min_{e \in p} \sum_{k=1}^m k_p(e) x_p(e) + d_k(e) L_k(e), \quad (1.3)$$

где  $k_p$  – стоимость выбора пути на всем отрезке от  $s$  до  $t$ ;  $x_p \in (0,1)$ ;

$d_k(e)$  – единица дополнительной стоимость, необходимой для обеспечения *QoS* требования;

$L_k(e)$  – емкости зарезервированных телекоммуникационных ресурсов, необходимых для обеспечения заданного качества обслуживания: полосы пропускания, величины задержки, джиттера, вероятности потерь пакетов;

$m$  – количество *QoS* требований, в нашем случае  $m = 4$ .

Для  $L_k(e)$  справедливо следующее: если  $x_p(e) = 0$ , то  $L_k(e) = 0$ ; если  $x_p(e) = 1$ , то  $L_k(e) \geq 0$  [4].

Дальнейшая модификация алгоритма выбора кратчайшего пути состоит в том, чтобы из всех возможных путей, являющихся кратчайшими и удовлетворяющими требованиям заданного качества обслуживания *QoS*, выбрать такие из них, которые при этом обладали минимальной стоимостью. С учетом требований минимальной стоимости формула (3.2) может быть модифицирована следующим образом:

$$r = w_Y \cdot d_Y \cdot \frac{Y_{s,t} - Y^{\min}}{Y^{\max} - Y^{\min}} + w_D \cdot d_D \cdot \frac{D^{\max} - D_{s,t}}{D^{\max} - D^{\min}} + w_J \cdot d_J \cdot \frac{J^{\max} - J_{s,t}}{J^{\max} - J^{\min}} + w_X \cdot d_X \cdot \frac{X_{s,t} - X^{\min}}{X^{\max} - X^{\min}} \quad (1.4)$$

где  $d_i$  – стоимости резервирования (использования) соответствующих телекоммуникационных ресурсов.

В результате при примерно одинаковых значениях функции, определяющей выбор кратчайшего пути, выбирается тот путь, стоимость которого минимальна.

Алгоритмы выбора пути в протоколе маршрутизации в высокоскоростных сетях должны быть адаптивными с точки зрения минимизации времени настройки. Они также должны быть способны найти высококачественные решения для обеспечения наиболее эффективного использования сетевых ресурсов. Идея комплексного весового коэффициента была предложена для того, чтобы решать задачи *QoS* одноадресной маршрутизации. Данный подход может быть использован для разработки эвристических алгоритмов для задач поиска оптимального пути с минимальной задержкой,

минимальной вариации задержки, обеспечением заданной полосы пропускания, минимальной вероятностью потерь и минимальной стоимостью передачи информации.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Олифер. В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Юбилейное издание / В. Олифер, Н. Олифер. – СПб. : Питер, 2020. – 1008 с.
2. Листопад, Н. И. ОoS маршрутизация в сетях телекоммуникаций / Н. И. Листопад, О. А Лавшук // Доклады БГУИР. 2022; – № 20 (3), – С. 45–53.
3. Листопад, Н. И. Технологические и теоретические решения в области динамической маршрутизации / Н. И. Листопад, О. А Лавшук // II международная научно-техническая конференция «Автоматизированные системы управления технологическими процессами АЭС и ТЭС». 27-28 апреля 2021 г. материалы конф. / Минск : БГУИР, 2021. – С. 250–253.

О.А.ЛАВШУК

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ПРОТОКОЛА RPL В СИСТЕМЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ CONTIKI COOJA**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Развитие концепции Интернета Вещей приводит к интенсивному росту различных устройств, подключаемым к сетям связи. Существует множество областей в которых используются сенсорные сети, например, военная область использует сенсорные сети для наблюдения и разведки, здравоохранение – для контроля и помощи пациентам. Также сенсорные сети используются в умных домах в качестве сигнализации или управляющих устройств.

Беспроводная сенсорная сеть состоит из небольших устройств соединенных по радиоканалу. Сенсорные устройства имеют ограниченные ресурсы с точки зрения энергии, памяти и вычислительной мощности. В этой области проводится множество исследований, например, какие протоколы связи являются наиболее энергоэффективными и обеспечивают наибольший срок службы.

Contiki – это операционная система, предназначенная для моделирования сетей с низким энергопотреблением и поддерживает IP-сети через стек uIP TCP/IP. Contiki также поддерживает IP маршрутизацию с использованием протокола RPL, стандартизированного IETF (RFC 6550). Сети RPL привязаны к корню, который обычно действует как пограничный маршрутизатор 6LoWPAN, т. е. обеспечивает маломощную сенсорную сеть с подключением к внешним сетям (Internet).

RPL (Routing Protocol for Low energy and Lossy networks) – это протокол для сетей с низким потреблением энергии и потерями, в основе которого лежат направленные ациклические графы DODAG (Destination Oriented Directed Acyclic Graph). Этот протокол обеспечивает пути от маршрутизатора к приемному узлу, при этом в маршрутизаторах требуется хранение небольшого объема служебных данных и таблиц маршрутизации, содержащих информацию о родительских узлах в DODAG.

Каждое соединение в RPL сети представляется набором показателей, таких как скорость, энергопотребление, поддержка шифрования и т.д. Каждому узлу ставится в соответствие определенный ранг таким образом, что он возрастает по мере удаления узла от пограничного маршрутизатора. Пересылка пакета пограничному роутеру осуществляется с помощью пересылки его соседнему узлу с наименьшим рангом. В реализации RPL contiki есть две целевые функции: MRHOF(для нахождения оптимального пути использует различные метрики, такие как задержка, энергопотребление и т.д.), OFO (для нахождения оптимального пути использует количество переходов).

Протокол RPL поддерживает несколько типов сообщений: точка-точка, точка-многоточка, многоточка-точка, также поддерживается множественный граф. В сети можно создать несколько графов и узел выбирает график, подходящий для передачи данных в зависимости от типа данных или приложения.

В симуляторе сооja в исследовании использовали сенсорный узел Tmote Sky, выступающий в роли пограничного маршрутизатора в сети IPv6 и 20 сенсорных узлов, выступающих в качестве отправителя. Пограничный маршрутизатор настроит префикс сети и инициирует создание дерева маршрутизации RPL.

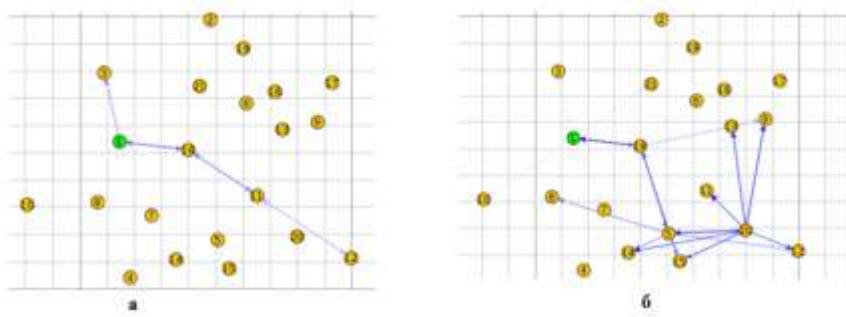


Рисунок 1 – Оптимальный путь RPL по целевой функции:  
а – MRHOF; б – OFO

«Рисунок 1, а» отображает оптимальный путь в протоколе RPL по целевой функции MRHOF, которая использует такие метрики как: использование памяти и энергоэффективность. И оптимальный путь от сенсорного узла 12 в пограничному маршрутизатору проходит через узлы 11 и 10. «Рисунок 1, б» отображает оптимальный путь в протоколе RPL по целевой функции OFO, которая использует минимальное количество переходов от сенсорного узла до приемника. И оптимальный путь от сенсорного узла 12 в пограничному маршрутизатору проходит через узлы 20, 5 и 18. В качестве метрики в целевой функции MRHOF могут использоваться и другие метрики: задержка, мощность или качество принятого сигнала. Для чего необходимо выполнить модификацию в файле rpl-mrhof.c сооja в contiki.

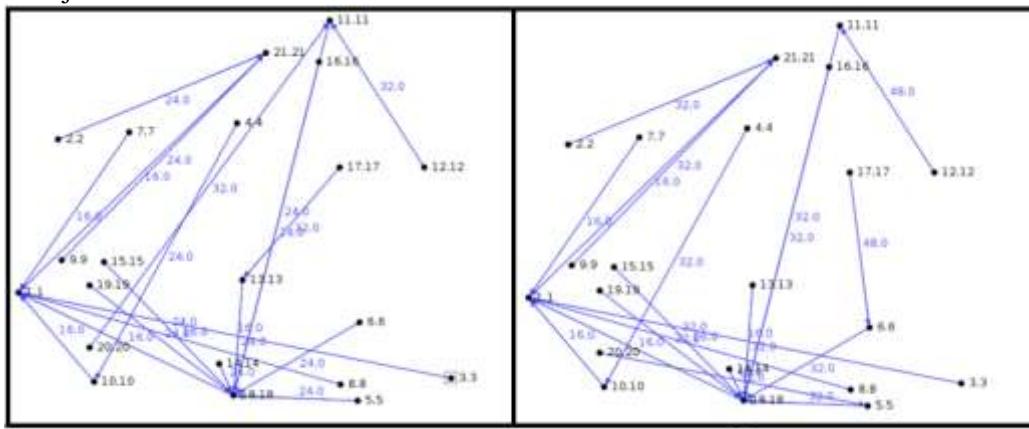


Рисунок 2 – Сенсорная карта RPL по целевой функции:  
а – MRHOF; б – OFO

Сенсорная карта изображенная на рисунке 2 отображает все пути от каждого сенсорного узла до пограничного маршрутизатора. Можно заметить, что максимальная нагрузка у узла 18, для него нужно использовать более мощное устройство. Либо изменять положение сенсорных узлов и пограничного маршрутизатора для того чтобы определить наилучшие показатели.

В системе имитационного моделирования contiki сооja можно анализировать также и другие параметры: относительную влажность, потребляемую мощность узлами, количество отправленных и потерянных пакетов, задержку, метрику качества связи и количество соседей.

Рассмотренная система имитационного моделирования contiki сооja может использоваться на занятиях для изучения Интернета вещей, а также для различных исследований.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кучеряый, А. Е. Метод маршрутизации трафика в сети Интернета Вещей на основе минимума вероятности коллизий / А. Е. Кучеряый, О. А. Махмуд, А. И. Парамонов // Труды учебных заведений связи / Санкт–Петербург, 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 37–44.
2. RPL objective function modification and simulation in сооja [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://anrg-usc-edu./contiki/>. – Дата доступа : 20.08.2022.
3. Мутханна, А. С. Сравнительный анализ протоколов маршрутизации RPL и AODV / А. С. Мутханна, А. В Прокопьев., А. Е. Кучеряый // В сборнике : Актуальные проблемы

инфотелекоммуникаций в науке и образовании II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция / Санкт-Петербург, 2013. – С. 167–171.

О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>, К.С.КОРОЛЁВ<sup>2</sup>

## ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ РЕЦЕНЗИЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время ни одна дипломная работа не обходится без рецензии. Написание рецензии – объемный и важный процесс. Рецензия представляет собой характеристику проекта, содержащую аргументированные замечания и рекомендации. Рецензия отражает компетентное мнение рецензента относительно качества разработанного проекта и содержит рекомендуемую оценку за дипломное проектирование. Даже в настоящее время, весь процесс написания рецензий, как правило, осуществляется вручную, с использованием различных текстовых редакторов, например, Microsoft Office.

Разрабатываемое программное средство предназначено для автоматизации процесса генерации рецензий. Оно позволит за время, значительно меньшее, чем при ручном написании, сгенерировать аналогичную рецензию, в которую, лишь при необходимости, можно внести корректировки.

Программный модуль направлен на решение следующих задач:

- автоматизация процесса генерации рецензий;
- упрощение работы самого рецензента;
- экспортование сгенерированных рецензий и/или вывод их на печать.

Программное средство предоставляет возможность оценки дипломного проекта по определенным критериям (актуальность использованной литературы, соответствие заданию на дипломное проектирование, соответствие нормам СТП и др.), на основании которых и генерируется рецензия, программа имеет простой пользовательский интерфейс и систему помощи. Функциональные блоки входных данных обеспечивают контроль над логикой и правильностью составленной рецензии. На рисунке 1 представлен процесс генерации рецензий.

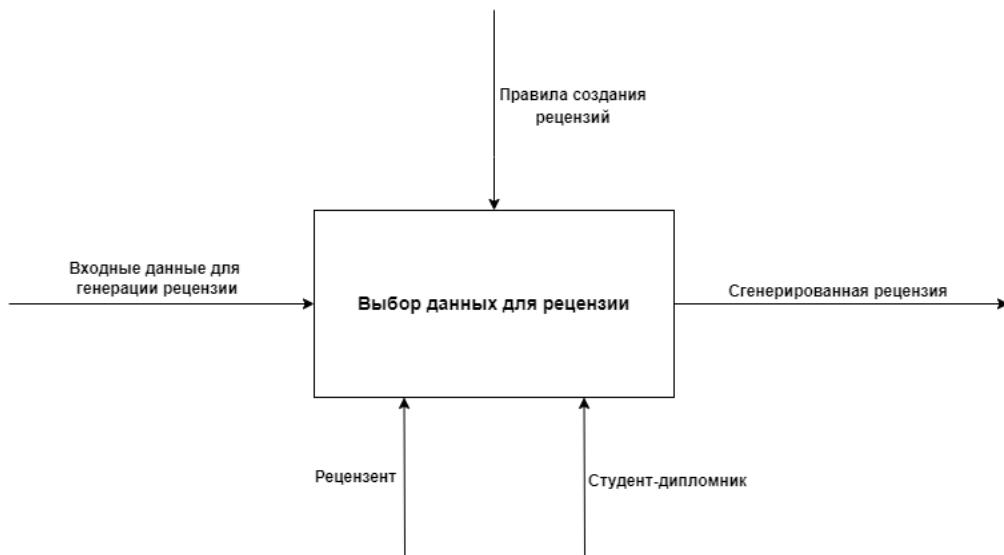


Рисунок 1 – Процесс генерации рецензий

Входными данными рецензии являются:

- фамилия, имя, отчество студента-дипломника;
- соответствие проекта выданному заданию;

- соответствие нормам СТП;
- степень актуальности темы;
- использование литературных источников;
- замечания выявленные в процессе проверки;
- наличие или отсутствие выводов по проделанной работе;
- итоговая отметка за дипломное проектирование и др.

На рисунке 2 показана детализация набора входных данных для генерации рецензии.

		РЕЦЕНЗИЯ										
		Учащегося(учащейся) <u>Здесь Ф.И.О. учащегося</u>										
		Тема дипломного проекта (работы):										
		Количество баллов										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Программа</b>		<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Продолжение</b>		<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Последовательная запись</b>		<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Итоговая оценка</b>												

Рисунок 2 – Декомпозиция «Набор данных для генерации рецензии»

Процесс генерации рецензии в программе состоит из следующих элементов:

1. Заполнение набора входных параметров рецензентом – каждый критерий оценки имеет 10-ти балльную шкалу и в зависимости от отметки, выставленной по каждому критерию, будет меняться содержание рецензии.
2. Меню —> Сгенерировать рецензию – рецензия готова.
3. Печать готовой рецензии при помощи встроенной в программе функции.
4. Сохранение рецензии в специальном формате программы (rvwr) для последующего редактирования.

Таким образом, программное средство для автоматизации процесса генерации рецензий является полезным помощником для любого рецензента и позволяет сэкономить время, затрачиваемое при ручном написании рецензий. Несмотря на то, что программное средство разработано с упором на рецензии по техническим дисциплинам, путем несложных корректировок, его можно будет использовать и для дисциплин других областей.

Б.Г.ИБРАГИМОВ<sup>1</sup>, М.Г.ГАСАНОВ<sup>1</sup>, А.Д.ТАГИЕВ<sup>1</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНРОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ SDN

<sup>1</sup> Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Проведенные исследования и анализ, а также состояние и тенденции развития мультисервисных сетей связи на базе архитектурных концепций NGN показали, что потенциал роста

производительности телекоммуникационных терминальных, коммутационных и канальных оборудований и пропускной способности системы на основе традиционных технологий практически исчерпан [1, 2]. Это связано со множеством факторов, в том числе с ростом затрат времени на маршрутизацию, с трудностями настройки сети и управления потоками в ней, особенно с ростом потребностей в виртуализации сетей, а также отображения нескольких логически изолированных сетей с независимыми политиками качества обслуживания на общий набор физических ресурсов.

Однако бурное развитие инфраструктуры цифровой экономики и формирование стратегических планов цифровизации требуют новых принципов и глобальных подходов к построению высокоэффективных мультисервисных сетей связи на базе архитектурной концепции Будущих сетей (FN, Future Networks) с повышенной производительностью [1, 3]. В основе концепции FN лежат инновационные технологии виртуализации. К ним относятся прежде всего информационные технологии цифровой экономики как SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Functions Virtualization) IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem), WDM&DWDM (Wavelength Division Multiplexing& Dense WDM), мобильные технологии LTE (Long Term Evolution) & NR 5G (New Radio 5G), IoT (Internet of Think), так и квантовые технологии, методы и средства искусственного интеллекта [3].

Стоит отметить, что среди выше перечисленных инновационных технологиях для развития целевых установок Будущих сетей FN на основе рекомендаций ITU-T, Y.3001 при оказании мультимедийных услуг и приложения, особое место занимает концепция программно-конфигурируемых сетей (ПКС) на основе протокола OpenFlow. ПКС предъявляет разработчикам телекоммуникационного оборудования требования, связанные с поддержкой новых сценариев работы с приложениями сети, например, с технологиями построения распределенных сетей, с возможностью передачи больших объемов неоднородного трафика по виртуальным каналам связи на большие расстояния. Все это приводит к необходимости исследования и анализа характеристик качества функционирования работы мультисервисных сетей связи, в соответствии с построенными концепцией ПКС, оценке их производительности как на этапе проектирования, так и в процессе эффективности функционирования [2, 4].

SDN предполагает логически централизованное управление сетью за счет программирования. Программируемые сети позволяют гибко распределять и обрабатывать большие потоки трафика, устранять узкие места и резервировать ресурсы сети, предотвращая перегрузку. Централизованный метод управления позволяет реализовать контроль и настройку большого количества терминальных устройств. Концепция ПКС на основе протокола OpenFlow учитывает как разделение процессов передачи данных и управления данными, виртуализацию физических ресурсов сети, так и управление и плоскость передачи данных.

Проведенные исследования архитектурной концепции ПКС показывают [1, 2, 3, 4], что система состоит из трех уровней:

- Уровень сетевых приложений: на данном уровне реализуются различные функции управления сетью; управление потоками данных в сети, управление безопасностью, мониторинг трафика, управление QoS, управление политиками и так далее.

- Уровень управления: на уровне управления отслеживается и поддерживается глобальное представление сети. Также на этом уровне реализуется программный интерфейс (API, Application Programming Interface) для сетевых приложений.

- Уровень инфраструктуры сети: включает в себя сетевые устройства SDN-коммутаторы OpenFlow и каналы передачи данных.

С учетом вышеизложенные центральным элементом SDN является контроллер, который выполняет роли «мозга» всей сети связи и представляет собой сетевую операционную систему, установленную на выделенном физическом сервере.

ПКС контроллера реализует следующие задачи: управление устройствами сети, управление топологией и управление приложениями, а также управление доступными ресурсами сервера.

Контроллер ПКС управляет коммутатором сети при помощи протокола OpenFlow [3, 4].

Таким образом, коммутаторы на основе протокола OpenFlow и контроллеры сети ПКС позволяют ускорить маршрутизацию, повысить удобство конфигурирования, виртуализации, настройки качества обслуживания неоднородного трафика сетей связи.

Теперь рассмотрим важные характеристики ПКС контроллера при использовании в мультисервисных сетях связи.

В качестве характеристик, позволяющих оценить качество функционирования мультисервисных сетях связи, использующих контроллеры программно-конфигурируемые сети, могут быть использованы следующие [1, 2, 3, 4, 5]:

- Производительность, которая является скорость обработки потоков пакетов – количество запросов от коммутаторов, обрабатываемых контроллером в единицу времени;
- Вероятностно-временные характеристики – задержка времени, затрачиваемое контроллером на обработку одного запроса и среднее время очереди в коммутаторе;
- Масштабируемость - изменение показателей производительности при увеличении числа соединений с коммутаторами и изменение показателей производительности при увеличении числа конечных узлов в сети, а также изменение показателей производительности при увеличении числа ядер процессора.
- Ресурсоемкость является загрузка ядер процессора для использования физической памяти ПКС контроллера.
- Надежность коммутаторы OpenFlow и контроллеры количество отказов за время выполнения требуемые функции в заданных режимах и условиях использования технического обслуживания, а также время безотказной работы при заданном профиле нагрузок.
- Максимальное значение пропускной способности коммутаторы и контроллеры ПКС с использованием протокола OpenFlow при оказании мультимедийных услуг и при установлении соединений;
- Коэффициент информационной безопасности функционирования аппаратно-программных средств сети ПКС и функция штрафа при использовании злоумышленником кибератак на коммутатор и контроллер SDN с использованием протоколов OpenFlow.
- Показатели экономической эффективности SDN и стоимости коммутаторы с OpenFlow и контроллеры, а также терминальных средств системы.

При проведении дальнейших исследований качества функционирования мультисервисных сетей связи на базе архитектурных концепций FN предполагается провести комплексное системно-технических анализ SDN-контроллеров и коммутаторов с использованием протокола OpenFlow эффективности их работы при высокой загруженном режиме в течении длительного времени, а также реакцию на некорректно сформированные потоков пакетов.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Самуилов К.Е., Шалимов И.А., Бужин И.Г., Миронов Ю.Б. Модель функционирования телекоммуникационного оборудования программно-конфигурируемых сетей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Том 14, № 1. 2018. – С. 13 – 26.
2. Владыко А. Г., Матвиенко Н. А., Новиков М. И., Киричек Р. В. Тестирование контроллеров программно-конфигурируемой сети на базе модельной сети // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 1. – С. 17–28.
3. Ибрагимов Б.Г., Гумбатов Р.Т., Алиева А. А., Ибрагимов Р.Ф. Подходы к анализу показателей производительности мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе технологии SDN// Информационные технологии, Том 27, №8, Москва, 2021. – С. 419–424.
4. Kreutz, D., Ramos, F., Verissimo, P., Rothenberg, C., Azodolmolky, S., Uhlig, S. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey // Proceedings of the IEEE. 2015. Vol. 103. Iss. 1. pp. 14–76.
5. Shao Y.Zh., Scott-Hayward S., Jacquin L., Hill R. Guide to Security in SDN and NFV: Challenges, Opportunities, and Applications. Cham: Springer International Publishing, 2017. – 331 p.

M.M.ARABBOEV<sup>1</sup>, SH.A.BEGMATOV<sup>1</sup>, KH.KH.NOSIROV<sup>1</sup>

#### **A REVIEW OF CONTRIBUTIONS TO MACHINE LEARNING ALGORITHMS USED FOR THE PREDICTION OF DIABETES MELLITUS**

*'Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi», Tashkent, Uzbekistan*

In recent years, diabetes mellitus has become one of the most common diseases, especially in middle-and low-income countries. Due to the rapid development of digital technologies and artificial intelligence, machine learning-based approaches have been applied for the prediction of diabetes with an acceptable

accuracy rate. Thus, medical professionals need a reliable system of diagnostic prediction. This paper reviews various research on machine learning algorithms for predicting diabetes.

Machine learning is a field of artificial intelligence that allows software applications to become more accurate at predicting outcomes without being explicitly programmed to do so. It is used historical data as input to predict new output values in Machine learning algorithms. In the last decade, several studies aimed at solving the problem of diabetes mellitus with the help of Machine Learning algorithms have been carried out. It is developed an application for a home health monitoring system in [1]. The application allows a user-friendly easy-to-use graphical user interface to diagnose the blood pressure and diabetes status of patients along with sending categorized alerts and real-time notifications to their registered physician or clinic all from home. It is proposed a diabetes prediction model for better classification of diabetes which includes a few external factors responsible for diabetes along with regular factors like Glucose, BMI, Age, and Insulin [2]. It is given a review on the comparison of machine learning algorithms for diabetes predictionin [3]. It is compared five Machine Learning algorithms in the classification of diabetes dataset in [4]. The five Machine Learning algorithms are used for datasets to predict diabetes are Random Forest (RF), KNearest Neighbor (KNN), Gaussian Naïve Bayes (NB), support vector machine (SVM), and Logistic Regression (LR). It is presented a literature review on the diagnosis of diabetes up to the mid of 2019 in [5]. According to the results in the paper [5], the Support Vector Machine (SVM) algorithm is the most used machine learning algorithms and it provides more accurate and powerful results. It is presented an intelligent architecture for the surveillance of diabetic disease that will allow physicians to remotely monitor the health of their patients through sensors integrated into smartphones and smart portable devices in [6]. The proposed architecture includes an intelligent algorithm designed to intelligently determine if a parameter is above a threshold, which may or may not include urgency. To test the correct operation of this system, it is also developed a small portable device capable of measuring blood glucose levels in diabetics and body temperature.

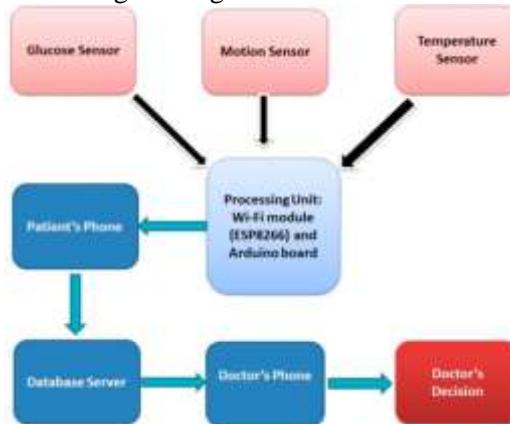


Figure 1 – Hardware block diagram for monitoring the diabetic patient [6]

Another interesting study was found in [7]. It is proposed a machine learning based approach for the classification, early-stage identification, and prediction of diabetes. It is also presented an IoT-based hypothetical diabetes monitoring system for a healthy and affected person to monitor his blood glucose (BG) level. It is designed and implemented Diabetes Prediction Using Machine Learning Methods and Performance Analysis of that methods in [8]. The proposed approach uses various classification and ensemble learning methods in which SVM, KNN, Random Forest, Decision Tree, Logistic Regression and Gradient Boosting classifiers are used. It is analyzed and compared to different machine learning algorithms to identify the best predicting algorithm based on various metrics such as accuracy, kappa, precision, recall, sensitivity and specificity in [9]. In [10], diabetes prediction is done using different machine learning algorithms on a dataset created by using samples from PIMA Indian Diabetes dataset and in vivo diabetes dataset. It is used Machine learning algorithms such as Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, Naïve Bayes Classifier and K Nearest Neighbor (KNN). Research analysis showed that in recent years, the importance of artificial intelligence, in particular, Machine Learning algorithms, has been increasing in the diagnosis of diabetes mellitus using modern technologies.

**Conclusion.** In this paper, research devoted to the diagnosis of diabetes using machine learning algorithms was analyzed in recent years. In these studies [1-10] Machine Learning algorithms such as Support Vector Machine (SVM), Random Forest, Decision Tree, Logistic Regression and Gradient Boosting, Decision Tree, Naïve Bayes Classifier and K Nearest Neighbor (KNN) are widely used. These algorithms

can diagnose diabetes mellitus with high accuracy, and in future research, we also plan to develop an AI-based model for diagnosing diabetes mellitus.

REFERENCES

- 1 S. P. Chatrati et al., "Smart home health monitoring system for predicting type 2 diabetes and hypertension," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 3, pp. 862–870, 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2020.01.010.
- 2 A. Mujumdar and V. Vaidehi, "Diabetes Prediction using Machine Learning Algorithms," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 165, pp. 292–299, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2020.01.047.
- 3 J. J. Khanam and S. Y. Foo, "A comparison of machine learning algorithms for diabetes prediction," *ICT Express*, vol. 7, no. 4, pp. 432–439, 2021, doi: 10.1016/j.icte.2021.02.004.
- 4 R. M. Abdulkader and A. K. Alazzawi, "A Comparison of Five Machine Learning Algorithms in the Classification of Diabetes Dataset," *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 14, pp. 1244–1259, 2021.
- 5 A. Al-Sideiri, Z. B. C. Cob, and S. B. M. Drus, "Machine Learning Algorithms for Diabetes Prediction: A Review Paper," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 27–32, 2019, doi: 10.1145/3388218.3388231.
- 6 A. Rghioui, J. Lloret, M. Harane, and A. Oumnad, "A smart glucose monitoring system for diabetic patient," *Electron.*, vol. 9, no. 4, pp. 1–18, 2020, doi: 10.3390/electronics9040678.
- 7 U. M. Butt, S. Letchmunan, M. Ali, F. H. Hassan, A. Baqir, and H. H. R. Sherazi, "Machine Learning Based Diabetes Classification and Prediction for Healthcare Applications," *J. Healthc. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/9930985.
- 8 M. Soni, S. Varma (2020). Diabetes Prediction using Machine Learning Techniques. *International journal of engineering research and technology*, 9.
- 9 P. S. Kumar and S. Pranavi, "Performance analysis of machine learning algorithms on diabetes dataset using big data analytics," *2017 Int. Conf. Infocom Technol. Unmanned Syst. Trends Futur. Dir. ICTUS 2017*, vol. 2018-January, no. Iddm, pp. 508–513, 2018, doi: 10.1109/ICTUS.2017.8286062.
- 10 V. C. Bavkar and A. A. Shinde, "Machine learning algorithms for Diabetes prediction and neural network method for blood glucose measurement," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 10, pp. 869–880, 2021, doi: 10.17485/ijst/v14i10.2187.

Н.Н.ВАСИН<sup>1</sup>, А.А.ФИРСОВА<sup>1</sup>

## **ОБНАРУЖЕНИЕ СЕТЕВЫХ АНОМАЛИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ФАКТОРА САМОПОДОБИЯ**

<sup>1</sup>*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российская Федерация*

Резкое расширение приложений в современных сетях является фундаментальной угрозой для сетевой безопасности. Следовательно, для повышения производительности сети важно уменьшить пакетную нагрузку и, таким образом, обнаружить аномалии трафика. Анализ показателя Херста для некоторого набора данных позволяет оценить, являются ли они случайным процессом чистого белого шума или имеют лежащие в основе тенденции. Параметр Херста часто используется в управлении доступом и перегрузкой трафика. Следовательно, точная и быстрая оценка этого параметра имеет большое значение для контроля сети. Статистический анализ данных позволяет количественно оценить поведение сети и описать сетевые аномалии.

В данной работе рассмотрена актуальная на сегодня проблема, связанная с обнаружением и предотвращением аномалий в частной компьютерной IP-сети небольшого предприятия. Схема обнаружения аномалий сетевого трафика выстроена на основе принципа самоподобия и состоит из нескольких модулей: сбор трафика, статистический анализ, оценка фактора Херста и обнаружение аномалий.

Цель исследования заключается в наблюдении за сетевым трафиком и определении наличия долгосрочных зависимостей во всем рабочем времени сети и отличных часовых интервалах. Именно поэтому захваченные пакеты разделены на отдельные группы по срокам предоставления услуг и протоколам, чтобы уменьшить влияние на сеть.

В процессе работы производится расчет значения фактора Херста и полученные результаты используются для обнаружения аномалий. В последующем анализ собирается реальная трассировка из частной сети продолжительностью в 24 часа. Анализ рассчитанных значений для выбранных протоколов (HTTP, SMTP, SSL, ICMP, IPv6) показывает, что сетевой трафик является самоподобным. Степень самоподобия показателя Херста задается диапазоном от 0,5 до 1. Чем меньше средняя длина пакета, включающего данный показатель, тем ближе к значению 0,5 (белый шум). Любое отклонение от среднего значения свидетельствует о каких-либо аномалиях в работе сети (отказ оборудования, коллизии) или аномалиях в поведении пользователей, ответственных за генерацию сетевого трафика (отсутствие сотрудников, медлительность сотрудников, целенаправленный запуск сервисов на ночь и др.).

В конечном итоге, результаты исследования показывают высокую степень стабильности параметра Херста в процессе работы предприятия. Примерно в 10 часов утра выявлено значительное увеличение показателя с надписью «Unknown». Это могут быть данные, отправляемые по известным протоколам, но с измененными администратором номерами портов.

Поставленная цель данного исследования достигнута. Результаты подтвердили, что проанализированный трафик имеет самоподобный характер со степенью самоподобия в диапазоне от 0,5 до 1 и может быть использован для эффективного обнаружения трафика с аномальным поведением. Чем больше параметр Херста, тем выше загрузка сети. Степень самоподобия зависит от объема трафика и типа услуги. В случае незначительного трафика, приближающегося к значению показателя степени, равному 0,5 (белый шум), характерна полная случайность и отсутствие корреляции между пакетами. Улучшая способность прогнозировать надвигающиеся сбои в сети, можно сократить время простоя сети и повысить ее надежность.

Результаты аналитических рассуждений и эксперимента показывают, что фактор самоподобия может быть успешно использован при анализе трафика компьютерной сети и в конечном итоге это должно привести к более эффективным методам обнаружения как отказов, так и вторжений.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Андерсон, Т. Введение в многомерный статистический анализ – М. : ГИМФЛ, 1963.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа: Пер. с англ. - М.: Мир, 1983. – 312 е., ил.
3. Васин, Н. Н. Технологии пакетной коммутации : учеб. для вузов / Н. Н. Васин. – СПб : ЛАНЬ, 2019. – 284 с.

M.M.ARABBOEV<sup>1</sup>, SH.A.BEGMATOV<sup>1</sup>, KH.KH.NOSIROV<sup>1</sup>

## **DEVELOPMENT OF EXTERNAL USB BRAILLE KEYBOARDS FOR SMARTPHONES**

*<sup>1</sup>Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi», Tashkent, Uzbekistan*

In the age of information technology, it is difficult to imagine our lives without smartphones. Smartphones play a vital role in the lives of the blind. These devices help them in their daily activities. Smartphones based on modern technology for the blind have the whole world. Smartphones have a specially developed external USB Braille keyboard consisting of a large six-point, which helps write SMS messages to blind people easily and quickly. This paper provides a review of existing USB Braille keyboards for smartphones.

**Braille.** Braille is a tactile writing system used by visually impaired people, including people who are blind, deafblind or who have low vision. It can be read either on embossed paper or by using refreshable braille displays that connect to computers and smartphone devices.

**Braille keyboard.** A braille keyboard is a special type of keyboard, usually with raised dots, that is used by visually impaired people to enter data into a computer. Unlike the standard keyboard, on the braille keyboard each dot is represented by a single key.

In recent years, there has been a lot of notable research into the development of Braille-based keyboards for smartphones. It is developed a Braille smartphone keypad which is named Tipo in [1]. The keyboard consisted of an ATmega 32u4 microcontroller, 8 Push Silicone push buttons, a USB type A Male, a USB OTG Cable, 16 MHZ Oscillator, and a Pocket AVR programmer. This keyboard consists of 7 buttons. 6 keys on the keyboard were used to write letters, numbers and characters in accordance with the Brail standard

based on 6 dots. And the 7th button serves for the probe. To connect this keyboard, a USB type A and OTG cable is required. That is, there is no direct connection to the mobile phone.



Figure 1 – Tipo : Braille Smartphone Keypad [1]

It is created a Braille keyboard for the blind called OSKAR (Open Source Key Arrangement) in [2]. The OSKAR is a keyboard which is like a chord keyboard (without a fixed pad) oriented for inputting text on smartphones. Oskar is based on commercially available components and interfaces such as Arduino, Bluetooth and USB. It is presented an Orbit Writer Braille Keyboard Smartphone in [3]. This keyboard helps to type Emails, texts or documents using the Perkins-style braille keyboard. This keyboard connects to a smartphone and computer with a single key-press, using a wireless Bluetooth or USB connection. It is presented an external Braille keyboard named Hable One in [4]. The keyboard with 8 keys to type messages, suitable for any smartphone and tablet, with a Bluetooth connection by low power consumption. It is developed One-Handed Braille, and Bespoke assistive technology for the blind and visually impaired people in [5]. In this work, we developed an external Braille keyboard for smartphones. This Braille keyboard has 6 keys. The 6 keys on the keyboard were used to write letters, numbers and symbols according to the Braille standard based on 6 dots. It can be attached to the mobile phone using magnets placed on the back of the keyboard. The keyboard is connected to the mobile phone via micro USB.

The following figure provides information on the proposed external Braille keyboard for smartphones.



Figure 2 – 3D view of the proposed braille keyboard for smartphone

According to the figure (see Fig. 2) shown above each number means components of the proposed Braille keyboard for smartphone: 1) Keys – used to enter letters, numbers, and various symbols in the 6-dot Braille standard; 2) USB interface - serves to connect the device to a mobile phone.

**Conclusion.** Recent years have shown incredible growth in assistive technologies for blind and visually impaired people thanks to the ever-evolving wireless and sensor technologies. Visually impaired people have difficulty in distinguishing and realising the real environment that they are not familiar with. In this work, we have presented 3D model of an external USB Braille keyboard for smartphones.

#### REFERENCES

1. “Tipo : Braille Smartphone Keypad,” Hackaday. [Online]. Available: <https://hackaday.io/project/21175-tipo-braille-smartphone-keypad>.
2. H. Suntiger, “Mobile braille keyboard available as open source,” Innovation Origins, 2019. [Online]. Available: <https://innovationorigins.com/en/mobile-braille-keyboard-available-as-open-source/>.
3. “Orbit Writer,” Orbit Research, 2016. [Online]. Available: <http://www.orbitresearch.com/product/orbit-writer/>.

4. “Hable One braille keyboard for typing messages in SmartPhones,” Worldwide Vision, 2016. [Online]. Available: <https://www.worldwidevision.com/248505-hable-one-braille-keyboard-for-typing-messages-in-smartphones.html>.

5. K. Ellis, R. De Vent, R. Kirkham, and P. Olivier, “Bespoke Reflections: Creating a One-Handed Braille Keyboard,” ASSETS 2020 - 22nd Int. ACM SIGACCESS Conf. Comput. Access., 2020.

Е.А.КАЗАК<sup>1</sup>, Е.В.ВЫШИНСКАЯ<sup>1</sup>

## БАЗОВЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ И ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНДАРТОВ 5G

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Системы передачи информации пятого поколения могут обеспечивать 10-кратное превышение пиковой скорости в сравнении с сетями предыдущего поколения, задержку передачи сигнала, измеряемую миллисекундами. Стандартами 3GPPTS 38.331 «Radio Resource Control (RRC) protocol specification» [1] и 3GPPTS 38.101-4 «User Equipment (UE) radio transmission and reception» [2] заложена задержка обработки сигнально-кодовой конструкции не более 9,5 мс. Количество возможных соединений может достигать 100 млрд.

Сети 5G определяются совокупностью стандартов (TS) и рекомендаций (TR). Группой 3GPP определена следующая базовая взаимосвязь низкоуровневых стандартов, описывающих архитектуру системы подвижной цифровой связи 5-го поколения. Семейство протоколов, обеспечивающих функционирование сети, представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Семейство протоколов физического уровня стандартов 5G

Полный физический канал передачи данных в сетях 5G (end-to-end transmission) включает в себя базовую сеть, транспортную сеть и сеть радиодоступа. Транспортная сеть 5G – ключевой инфраструктурный элемент, обеспечивающий подключение беспроводной сети доступа 5G к базовой сети. На нее возложены гибкое планирование и распределение ресурсов сети, сетевая защита, контроль и управление функциями сетевых подключений, а также обеспечение гарантированной производительности, пропускной способности, задержки информационных потоков не хуже заданного, синхронизация и надежность функционирования сети в целом.

Семейство протоколов сети радиодоступа стандарта 5G можно условно разделить на пять базовых групп:

- 1) протокол адаптации служебных данных сети – service data adaptation protocol (SDAP);
- 2) протокол сближения/согласования пакетных данных – packet data convergence protocol (PDCP);
- 3) система контроля радиоканала – radio link control (RLC);
- 4) система контроля и управления доступом к каналу связи – medium access control (MAC);
- 5) физический уровень формирования, передачи и обработки сигналов – physical layer (PHY).

Протокол SDAP не существовал в стандартах LTE, впервые введен в семействе стандартов 5-го поколения и обеспечивает поддержку новой системы обеспечения качества обслуживания (QoS) сети. Разработка и внедрение SDAP вызваны необходимостью обеспечения сквозного (end-to-end) качества предоставления сервиса в условиях массовых подключений к сети при сохранении высоких скоростей передачи данных. Основные функции протокола SDAP включают в себя:

- установление и корректное завершение сеанса связи;
- передачу служебной информации;
- установление соединения, его реконфигурацию и высвобождение канала передачи данных;
- общее управление ресурсами в соответствии со статусом сети;
- реализация стратегии управления радиочастотным ресурсом.

Протокол согласования пакетных данных (PDCP) для сетей 5G определен стандартом TS 38.323. PDCP занимает верхнюю позицию в иерархии протоколов UMTS/LTE/5G и находится над подсистемой контроля радиоканала RLC. PDCP обеспечивает корректную работу подсистемы контроля радиочастотного ресурса RRC.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 3GPP TS 38.331 V16.8.0 (2022-03) Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Radio Resource Control (RRC) protocol specification (Release 16).

2. 3GPP TS 38.101-4 V17.3.0 (2021-12) Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 4: Performance requirements (Release 17).

Е.А.ГАРУНОВИЧ<sup>1</sup>, И.А.АВДЕЕНКО<sup>1</sup>

### АЛГОРИТМ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО СКРЕМБЛИРОВАНИЯ ПОТОКА ДАННЫХ В СЕТЕЯХ 5G ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТОХАСТИЗАЦИИ РЕГУЛЯРНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В системах 5G поток данных поступает на канальный кодер в форме последовательности транспортных блоков длительностью 80 мс каждый. Вопросы скремблирования, перемежения потока и помехоустойчивого кодирования являются эффективными механизмами обеспечения качественных показателей системы подвижной цифровой связи. Скремблирование потока данных необходимо для эффективной работы помехоустойчивых кодеров с упреждением (FEC – forward error correction) [1]. Скремблер реализует специальное нелинейное преобразование потоков данных таким образом, чтобы в случае подачи на его вход регулярной последовательности на выходе формировалась последовательность, близкая к случайной.

Достоинством аддитивного скремблирования является тот факт, что подобная процедура не ухудшает помехоустойчивость системы, однако способна формировать периодические псевдослучайные последовательности в случае поступления на вход потока нулей или единиц. При мультипликативном скремблировании преобразуемый информационный поток делится на скремблирующий полином, то есть схема скремблера представляет собой рекурсивный фильтр, вычисления в котором также осуществляются по модулю два.

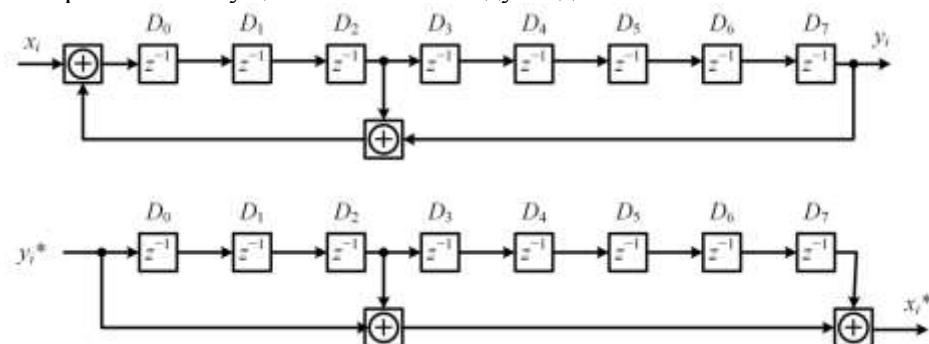


Рисунок 1 – Мультипликативный скремблер (вверху) и соответствующий ему дескремблер (внизу)

В отличие от аддитивного скремблера, конфигурация обратных связей в приведенном на рисунке 1 преобразовании сигнала обеспечивается генерирование М последовательности при нулевом входном сигнале. Начальное внутреннее состояние фильтра задается при запуске системы. Для восстановления передаваемой информации на приемной стороне принятая битовая последовательность умножается на скремблирующий полином, что соответствует нерекурсивному фильтру с вычислениями по модулю два. Поскольку на приемной стороне используется нерекурсивная процедура преобразования сигнала, мультиплексный дескремблер не требует синхронизации, поэтому данный алгоритм скремблирования является самосинхронизирующимся. Мультиплексное скремблирование применяется в системах, ориентированных на непрерывную передачу данных: WiFi- и LiFi-модемы, системы PON, беспроводная цифровая связь. Однако алгоритм мультиплексного скремблирования обладает недостатком, связанным с возможностью размножения ошибок: одиночная ошибка в потоке на входе дескремблера приведет к появлению на его выходе нескольких ошибок, число которых равно числу ненулевых коэффициентов скремблирующего полинома. Для реализации мультиплексного скремблирования используют полиномы с минимально возможным числом ненулевых коэффициентов – трем. В ряде практических случаев можно использовать мультиплексное скремблирование на основе зеркально-симметричных полиномов следующего вида

$$p_1(x) = x^{31} + x^7 + 1; \quad p_2(x) = x^{31} + x^{24} + 1. \quad (1)$$

Для современных беспроводных систем передачи данных поколения 5G в условиях двунаправленной полнодуплексной связи необходимо использовать две различные пары полиномов. Для (1) дескремблер повышает вероятность ошибки на бит (BER), приблизительно, в три раза. Отметим, что порождающие полиномы с минимально возможным количеством ненулевых коэффициентов существуют не для всех показателей степени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 3GPP TS 38.214 V17.1.0 (2022-03) Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Physical layer procedures for data (Release 17).
2. Erik Dahlman, Stefan Parkvall & Johan Skold 5G NR. The next generation wireless access technology // Elsevier Science, 2018.

А.А.КАРПУК<sup>1</sup>, А.В.ГОВОРКО<sup>1</sup>, В.В.ШИШКО<sup>1</sup>

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В СЕТЯХ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ СТАНДАРТА LTE

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В технических нормативных правовых актах (ТНПА) Республики Беларусь зона уверенного приема для сетей сотовой подвижной электросвязи (СПЭ) стандарта LTE определяется по максимальному значению средней мощности пилотных (опорных) сигналов от одного ресурсного блока (RB) каждой доступной базовой станции (БС) (параметр RSRP). Значение параметра RSRP измеряется с использованием автомобильной техники вдоль маршрутов движений транспортных средств и без использования автомобильной техники при контроле внутри зданий, сооружений, помещений, в общественном транспорте, пешеходных зонах и т. д. [1]. Считается, что точка измерений лежит в зоне уверенного приема для сети СПЭ стандарта LTE, если измеренное значение параметра RSRP больше или равно минус 110 дБм.

Сети СПЭ стандарта LTE должны оказывать следующие услуги [2]:

- 1) телефония в режиме реального времени;
- 2) видеосвязь в режиме реального времени;
- 3) игры в режиме реального времени;
- 4) потоковое видео по протоколу TCP/IP;
- 5) аудио, видео в режиме реального времени, интерактивные игры по протоколу UDP/IP;
- 6) видео с буферизацией по протоколу TCP/IP, TCP-сервисы (e-mail, FTP, чаты и др.) для приоритетных пользователей;
- 7) видео с буферизацией по протоколу TCP/IP, TCP-сервисы (e-mail, FTP, чаты и др.) для обычных пользователей.

Резонно предположить, что пользователь сети СПЭ стандарта LTE, находящийся в зоне уверенного приема, может рассчитывать на получение всех перечисленных услуг. В действительности при таком определении зоны уверенного приема нахождение в ней пользователя является необходимым, но не достаточным условием получения услуг. Может оказаться, что для пользователя, находящегося в зоне уверенного приема, будут недоступны все перечисленные услуги.

Объясняется это тем, что БС стандарта LTE для определения порядка обслуживания каждой абонентской станции (AC) использует не значение параметра RSRP, а получаемое от AC значение индикатора качества канала (параметр CQI), которое зависит не от значения параметра RSRP, а от отношения сигнал/шум на входе AC (параметр SINR). Значение параметра CQI представляет собой целое число от 1 до 15. При необходимости обмена с AC для оказания одной из возможных услуг, БС на основе значения параметра CQI определяет оптимальную модуляционно-кодирующую схему для оказания услуги и, в зависимости от вида услуги, выделяет требуемое количество RB.

Таким образом, по значению параметра SINR определяются значение параметра CQI, код модуляции и пропускная способность канала на один RB. Соответствующую таблицу можно найти в литературе [2, 3]. Введем следующие обозначения:

$v_i$ ,  $i = \overline{1, 7}$  – требуемая минимальная скорость передачи пакетов данных от БС к AC при оказании услуги с номером  $i$ , Мбит/с;

$p(j)$ ,  $j = \overline{1, 15}$  – пропускная способность сквозного канала на один RB для оптимальной модуляционно-кодирующей схемы, соответствующей значению CQI, равному  $j$ , Мбит/с;

$k$  – количество RB, имеющихся у оператора для оказания услуг в сети СПЭ стандарта LTE в полосе частот, в которой работает БС;

$\text{CalcCQI}(\text{SINR})$  – функция вычисления значения параметра CQI по измеренному БС значению параметра SINR.

Можно принять  $v_1 = 0,025$  Мбит/с,  $v_2 = 0,4$  Мбит/с,  $v_3 = v_4 = v_5 = 3$  Мбит/с,  $v_6 = v_7 = 1$  Мбит/с.

Величины  $p(j)$ ,  $j = \overline{1, 15}$ , и алгоритм функции  $\text{CalcCQI}(\text{SINR})$  определяются по таблице из литературы [2, 3].

В Рекомендации МСЭ-Т E.806 [4] для сетей СПЭ стандартов LTE и 5G введено понятие «покрытие услуг». Считается, что точка пространства лежит в зоне покрытия некоторой услуги, если для AC, находящейся в этой точке и являющейся единственной AC в соте, гарантируется получение этой услуги. Для проверки принадлежности точки зоне покрытия услуги с номером  $i = \overline{1, 7}$  следует измерить значение параметра SINR в этой точке и проверить выполнение условия  $kp(\text{CalcCQI}(\text{SINR})) \geq v_i$ . Если условие выполняется, то точка принадлежит зоне покрытия услуги. При этом зона покрытия для различных услуг будет различной. Например, при  $\text{SINR} = 2$  дБ получим  $\text{CQI} = 4$  и  $p(4) = 0,1011$  Мбит/с. Если  $k = 20$ , то условие принадлежности точки зоне покрытия услуги выполняется для услуг 1, 2, 6, 7 и не выполняется для услуг 3, 4, 5.

В отчете ECC Report 256 [5] описан метод определения так называемого «функционального покрытия» сети СПЭ стандарта LTE, который используется в Управлении почты и телекоммуникаций Швеции. Считается, что точка пространства лежит в зоне функционального покрытия сети СПЭ стандарта LTE с пропускной способностью  $P$  Мбит/с, если она лежит в зоне уверенного приема, и значение  $P$  вычисляется по формуле  $P = 0,2kp(\text{CalcCQI}(\text{SINR}))$ . Другими словами, пропускная способность функционального покрытия составляет 20% от максимальной возможной пропускной способности в точке. Таким способом учитывается возможность одновременного оказания услуг СПЭ другим AC, находящимся в той же соте.

Очевидно, что нахождение AC в зоне покрытия услуги сети СПЭ стандарта LTE также является необходимым, но не достаточным условием получения этой услуги, поскольку в момент востребования этой услуги все RB БС могут быть заняты оказанием услуг другим AC. Аналогичная ситуация наблюдается и с функциональным покрытием сети СПЭ стандарта LTE. Как показано в работах [4, 5], лучшим методом оценки возможности и качества услуг в сетях СПЭ стандарта LTE является измерение пропускной способности сети (скорости передачи пакетов данных) в выбранных точках пространства в час наибольшей нагрузки для каждой услуги.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Государственный стандарт Республики Беларусь. Услуги сотовой подвижной электросвязи.

Требования к качеству и методы контроля.: СТБ 1904–2011. Введ. 30.05.11. – Минск : Госстандарт : ОАО «Гипросвязь», 2011. – 29 с.

2. Zhang, X. LTE Optimization Engineering Handbook / X. Zhang. – Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Ltd, 2018. – 845 р.

3. Карпук, А. А. Построение эталонной модели сети сотовой связи стандарта LTE / А. А. Карпук, П. Ю. Лакизо, Н. И. Кабак // Веснік сувязі. – 2022. – № 5. – (В печати).

4. Рекомендация МСЭ-Т E.806. Мероприятия по измерению, системы мониторинга и методики формирования выборок для контроля качества обслуживания в сетях подвижной связи [Электронный ресурс] / МСЭ. – 2019. – 26 с. – Режим доступа : [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.806-201906-I!!PDF-R&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.806-201906-I!!PDF-R&type=items). – Дата доступа : 12.09.2022.

5. ECC Report 256. LTE coverage measurements. Approved 17 October 2016. [Electronic resource] / ECC. – 2016. – 42 p. – Mode of access : <http://spectrum.welter.fr/international/cept/ecc-reports/ecc-report-256-lte-coverage-measurements.pdf>. – Date of access : 12.09.2022.

В.А.СИЦКО<sup>1</sup>, И.А.СЕРЕДА<sup>1</sup>

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЕ С ЖУРНАЛОМ СОБЫТИЙ MQTT

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Целью работы является создание модели системы контроля удаленного доступа объектом на базе микроконтроллера ESP32, взаимодействие которой осуществляется с помощью карточки с RFID-меткой.

В наше время сложно обойтись без использования систем контроля и управления доступом (СКУД). Такая широкая популярность обусловлена множеством разнообразных функций, которые они способны выполнять. В любом здании может находиться помещение, которому необходимо обеспечить дополнительную безопасность. Это может быть реализовано за счет установки замков разных типов и технологий, а также создания возможности мониторинга и получения данных о состоянии помещения.

Схема, иллюстрирующая реализацию мониторинга и управления объектом или процессом, показана на рисунке 1.

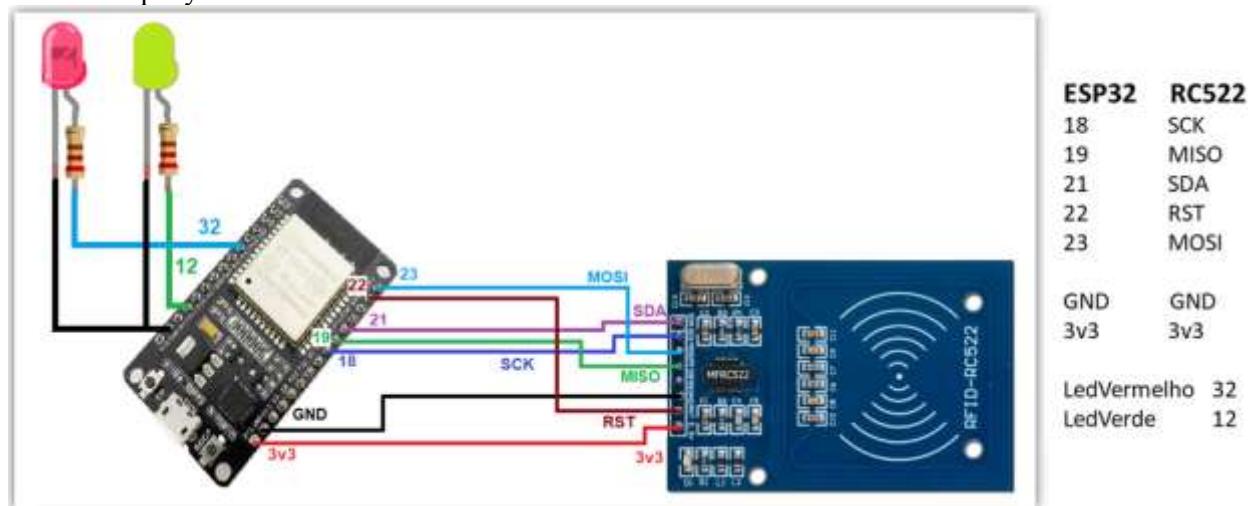


Рисунок 1 – Схема реализации управления объектом

В заключение целесообразно еще раз отметить основные аспекты, характеризующие пути развития СКУД, которые, по-видимому, будут связаны с разработками, направленными на получение следующих результатов:

повышение степени автоматизации процессов контроля и управления доступом с целью сокращения эксплуатационных затрат;

обеспечение надежности и безотказности оборудования СКУД, достигаемое за счет применения бесконтактных технологий и новых материалов;

внедрение в состав СКУД современных биометрических технологий и автоматических средств досмотра проходящих лиц;

развитие и совершенствование программного обеспечения СКУД, направленные как на решение задачи построения адаптивных (интеллектуальных) СКУД, так и на обеспечение защиты информационных активов системы.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Белов, А. В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. Книга + видеокурс / А. В. Белов. – СПб. : Наука и техника, 2013. – 528 с.

2. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства : пер. с англ. / Дж. Блум. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.

А.А.КАРПУК<sup>1</sup>, В.В.ШИШКО<sup>1</sup>, А.В.ГОВОРКО<sup>1</sup>

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ УСЛУГ СОТОВОЙ СВЯЗИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Понятие «качество услуги сотовой подвижной электросвязи (качество услуги)» приводится в пункте 3.10 стандарта СТБ 1904-2011 [1]: «Совокупность свойств услуги электросвязи, определяющих ее способность удовлетворять установленные потребности пользователя услуг сотовой подвижной электросвязи».

Требования к качеству предоставляемых услуг, а также методам контроля этих услуг строго регламентированы государственными стандартами [1–3]. Но в современном обществе прослеживается необходимость оказания услуг с использованием сразу нескольких видов электросвязи, усложнению системы и, как результат, ухудшению качества предоставляемых услуг.

В Постановлении Министерства связи и информатизации Республики Беларусь от 24.01.2022 № 3 установлены перечни государственных стандартов (СТБ) и технического кодекса установившейся практики (ТКП), обязательных для соблюдения в сфере электросвязи.

На основании статьи 48 Закона Республики Беларусь от 19.07.2005 N 45-З (ред. от 24.05.2021) «Об электросвязи» (далее – Закон), услуги электросвязи оказываются на основании договора об оказании услуг электросвязи и в соответствии с Законом и Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.08.2006 № 1055 «Об утверждении Правил оказания услуг электросвязи» (далее – Правила) оказания услуг электросвязи, утверждаемыми Советом Министров Республики Беларусь [4].

На основании статьи 57 Закона, в случае невыполнения или ненадлежащего выполнения обязательств, вытекающих из договора оказания услуг электросвязи, пользователь услуг электросвязи вправе обратиться с претензией к оператору электросвязи и (или) поставщику услуг электросвязи, а также обжаловать решение, принятное по претензии, в суд в порядке, установленном законодательством.

В соответствии с пунктом 143 Правил, качество услуг передачи данных, оказываемых оператором электросвязи, должно соответствовать требованиям, предусмотренным в нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых актах (далее – ТНПА), и обеспечиваться на уровне не ниже значений, указанных в договоре об оказании услуг передачи данных и телематических услуг [4].

В действующих ТНПА Республики Беларусь, в том числе в стандарте Республики Беларусь СТБ 1904-2011 [1], для сетей стандартов LTE и 5G определены требования к качеству только для услуг голосового вызова, передачи данных, воспроизведения видео и загрузки WEB-страниц.

Задачи по осуществлению контроля качества услуг сотовой подвижной электросвязи (СПЭ), выявления отдельных участков территории с пониженным качеством услуг и предоставлением информации для Министерства связи и информатизации Республики Беларусь и операторов СПЭ возложены на республиканское унитарное предприятие по надзору за электросвязью «БелГИЭ» (далее – государственное предприятие «БелГИЭ»). Согласно законодательству Республики Беларусь,

## *Инфокоммуникации и информационные технологии*

сами операторы также обязаны осуществлять контроль показателей качества работы сети и обслуживания абонентов и размещать результаты контроля в свободном доступе, а также анализировать выявленные недостатки и принимать меры по их устранению.

По результатам измерений основных показателей качества услуг СПЭ за 1-е полугодие 2022 г. государственным предприятием «БелГИЭ» выявлены несоответствия лишь у оператора ЗАО «БеСТ» по пункту «доля вызовов, не удовлетворяющих нормативам по времени установления соединения» (23,88% при допустимых не более 5%). Отдельные дополнительные показатели качества услуг СПЭ, приведенные в таблице 1, не соответствуют требованиям Изменений № 6 СТБ 1904-2011, особенно в части показателя, связанного со скоростью передачи данных по технологии IMT-Advanced (LTE) по направлению к абоненту и сопутствующих показателей: среднее время начала воспроизведения видео, доля неуспешных сеансов загрузки WEB-страницы.

Таблица 1 – Новые дополнительные показатели качества услуг СПЭ за 2022 год

Показатели качества услуг	СООО «МТС»	УП «А1»	ЗАО «БеСТ»	
<b>Показатели качества услуг передачи данных в соответствии с Изменениями № 6 СТБ 1904-2011</b>				
Доля соединений для технологии IMT-Advanced, IMT-2020 со скоростью передачи данных менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту, %	не более 30 %	20,97	34,77	35,16
<b>Показатели качества воспроизведения видео в соответствии с Изменениями №6 СТБ 1904-2011</b>				
Доля сеансов, не удовлетворяющих нормативам по времени начала воспроизведения, не более 10 с, %	не более 5 %	4,09	3,81	9,22
Среднее время начала воспроизведения видео, с	не более 2	2,55	2,42	3,31
<b>Показатели качества загрузки WEB-страниц в соответствии с Изменениями №6 СТБ 1904-2011</b>				
Доля неуспешных сеансов загрузки WEB-страницы, %	не более 20 %	24,94	27,39	37,88
Доля сеансов, не удовлетворяющих нормативам по времени загрузки WEB-страницы, %	не более 15 %	13,78	15,32	17,80

Невыполнение приведенных показателей связано в большей степени с тем, что операторы оказывают услуги посредством сети LTE инфраструктурного оператора ООО «Белорусские облачные технологии», который сам не оказывает услуги СПЭ и, следовательно, на него не распространяются требования по качеству, установленные СТБ 1904-2011.

Из приведенных результатов измерений и анализа нормативно-правовых актов следует:

в действующих ТНПА Республики Беларусь определены требования к параметрам и показателям качества сетей СПЭ (GSM, UMTS, LTE, Nb-IoT и 5G), определяющим зону уверенного приема, но не учтено, что зона уверенного приема и требования к параметрам и показателям качества для различных новых сервисов в сетях LTE и 5G могут отличаться;

не определен перечень территорий, на которых операторы обязаны обеспечить уровень покрытия и качества оказания услуг СПЭ. Обязательства по обеспечению уровня покрытия описаны только в Указе Президента № 450 и касаются только требования оказывать услуги СПЭ на всей территории страны;

не определен порядок регулирования деятельности операторов в области качества, порядок осуществления контроля качества оказываемых услуг, а также орган, выполняющий эту задачу. Ответственность за невыполнение требований к качеству услуг предусмотрена только в двусторонних договорах между операторами и абонентами, которые составляются и изменяются операторами в одностороннем порядке. При этом система обжалования действий операторов электросвязи не подкреплена мерами государственного контроля.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Государственный стандарт Республики Беларусь. Услуги сотовой подвижной электросвязи. Требования к качеству и методы контроля : СТБ 1904–2011. Введ. 30.05.11. – Минск : Госстандарт : ОАО «Гипросвязь», 2011. – 29 с.
2. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Услуги передачи данных. Требования к качеству. Нормы и методы контроля.: СТБ 1962–2012. Введ. 28.05.12. – Минск : Госстандарт: Проектный и научно-исследовательский РУП «Гипросвязь»,2012. – 18 с.
3. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Информационные технологии. Требования к показателям качества интернет-услуг: СТБ П 2236 – 2011. Введ. от 01.03.2012 до 01.03.2014. – Минск : Госстандарт: Государственное предприятие «НИИ ТЗИ», 2011. – 12 с.
4. Об утверждении Правил оказания услуг электросвязи : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 17 авг. 2006, № 1055 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.beltelecom.by/sites/default/files/Doc/legalinformation/pravila\\_okazaniya\\_usl\\_elektrosvyazi10052042\\_03-11\\_83\\_11\\_10\\_2016.doc](https://www.beltelecom.by/sites/default/files/Doc/legalinformation/pravila_okazaniya_usl_elektrosvyazi10052042_03-11_83_11_10_2016.doc). – Дата доступа : 18.09.2022.

М.В.СТЕРЖАНОВ

## **АЛГОРИТМЫ КОНСЕНСУСА БЛОКЧЕЙН СИСТЕМЫ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Блокчейн — это децентрализованная система управления реестром для записи и проверки транзакций, что позволяет двум сторонам проводить транзакции в одноранговой

(P2P) сети без участия арбитра или посредника. Находящаяся в блокчейне транзакция может описывать различные формы отношений, включая передачу права собственности или совместное использование ресурсов, где они могут быть материальными, такими как деньги, недвижимость, автомобили или нематериальные авторские права, цифровые документы, и интеллектуальная собственность и т. д.

Блокчейн обладает тремя ключевыми преимуществами:

1. Распределенность. Каждый узел обладает исчерпывающей актуальной копией данных, что позволяет восстановить базу даже, если сохраняется всего один экземпляр базы.

2. Неизменяемость данных. Блокчейн содержит всю цепочку изменений данных. Контроль целостности и корректности цепочки обеспечивается применением специальных криптографических механизмов.

3. Консенсус. Технология устойчива к мошенническому поведению одного или нескольких узлов: все операции с конфигурацией сети и с базой принимаются через консенсус узлов.

Среди основных компонентов блокчейна алгоритм консенсуса является определяющей технологией, лежащей в основе предотвращения появления ошибочных блоков и производительности системы. Каждый узел содержит свой реестр, и набор каждого реестра поддерживается одинаковым с помощью алгоритма консенсуса. То есть, механизмы консенсуса обеспечивают конвергенцию к единой, неизменяемой версии цепочки. В конце концов, любой может предоставить информацию, которая будет храниться в блокчейне, и поэтому важно, чтобы было подтверждение в форме консенсуса о том, следует ли добавлять эту информацию.

Ключевым требованием для достижения консенсуса является согласие принятия между узлами в сети одного значения данных, даже в случае сбоя некоторых узлов или их ненадежности.

Рассмотрим основные разновидности алгоритмов консенсуса [1-3]:

- «Доказательство работы» (Proof-of-work - PoW) – это механизм, который позволяет сетевым узлам конкурировать, чтобы их блок был следующим добавленным в цепочку, путем выполнения достаточно сложной вычислительной работы. В качестве примера таких действий можно требовать, чтобы хэш заголовка блока был меньше целевого значения. Для каждой попытки майнер должен вычислить хэш для всего заголовка блока. Данный механизм требует серьезных энергетических затрат: большое количество узлов производят вычисления, но в реальности только один, первый, проводит успешную работу и получает вознаграждение;

– «Доказательство доли» (Proof-of-stake - PoS) – это альтернативный механизм, который предоставляет участникам право на валидацию пропорционально их владению токенами в сети блокчейнов. Данный метод требует меньшего энергопотребления по сравнению с PoW.

Выбор узла может осуществляться случайным образом из наиболее "богатых" узлов или из наиболее старых узлов. Недостатком подхода является мотивация в концентрации средств, что может приводить к некоторой централизации сети. Однако, алгоритм предусматривает увеличение шанса на право создания блока исходя не только из количества токенов, но и времени пребывания в системе без создания блока;

– «Делегированное доказательство доли» (Delegated Proof-of-Stake - DPoS) – это вариация алгоритма PoS, созданная для минимизации издержек на поддержку блокчейн сети. Владельцы с наибольшим балансом выбирают своих представителей, каждый из которых получает право подписывать блоки в блокчейн сети;

– «Арендное доказательство доли» (Leased Proof-of-Stake - LPoS) – также является модификацией алгоритма PoS, в которой любой пользователь имеет возможность передавать свой баланс в аренду другим узлам за дополнительную прибыль;

– «Доказательство способности» (Proof-of-Capacity/ Proof-of-Space - PoC) – в данном алгоритме каждый валидатор вычисляет достаточно большой объем данных, который записывается в подсистему узла, при этом вычислительные ресурсы ограничены временем. Стратегия работы схожа с PoW, за исключением того, что потребляется дисковое хранилище вместо вычислительных возможностей;

– «Доказательство важности» (Proof-of-Importance - PoI) – значимость пользователя определяется количеством средств, имеющихся у него на балансе и количеством проведенных транзакций;

– «Доказательство деятельности» (Proof-of-Activity - PoA) – каждый валидатор блокчейн сети пробует сгенерировать заголовок блока, потом происходит рассылка в сеть и дальнейшая проверка. Узлы получают этот блок, убеждаются в его законности и добавляют этот блок в блокчейн. Плата распределяется между валидаторами и «счастливчиками»;

– «Доказательство власти» (Proof-of-Authority - PoAuth) – все транзакции и блоки проверяются посредством одобренных аккаунтов. Проведение транзакций и создание блоков проходит в автоматическом режиме;

– «Доказательство сжигания» (Proof-of-burn - PoB), основан на принципе разрешения майнерам сжигать или уничтожать токены виртуальной валюты, что дает им право писать блоки пропорционально сгоревшим монетам;

– «Практическая византийская отказоустойчивость» (Practical Byzantine Fault Tolerance - PBFT) – отвечает за эффективную работу в асинхронных сетях, позволяет достичь консенсуса, даже если некоторые узлы не отвечают или дают неверную информацию. Выбирается 2 вида узлов - лидеры и резервные. Каждый узел в сети поддерживает свое собственное внутреннее состояние, и когда он получает сообщение, он выполняет вычисления и готовит решение о новом полученном сообщении. Индивидуальное решение каждого узла отправляется лидеру, который подтверждает доверие к новому сообщению на основе решений всех узлов.

Таким образом, современные алгоритмы консенсуса имеют свои сильные и слабые стороны, поэтому возможны случаи комбинирования алгоритмов консенсуса.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Mingxiao, D. A review on consensus algorithm of blockchain. / D. Mingxiao, M. Xiaofeng, Z. Zhe // 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). – 2017. – P. 1–12.
2. Wahab, A. Survey of Consensus Protocols / A. Wahab, W. Mehmood // Distributed, Parallel, and Cluster Computing. – 2018. – P. 1–12.
3. Bano, S. SoK: Consensus in the Age of Blockchains / S. Bano, A. Sonnino, M. Al-Bassam // AFT '19: Proceedings of the 1st ACM Conference on Advances in Financial Technologies. – 2019. – P. 183–198.

## **НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО БЕЗОПАСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РБ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Во многих государствах реализованы инициативы по разработке методов и средств регулирования в сфере искусственного интеллекта, которые входят в ряд приоритетных задач. Эти методы и средства закреплены в многочисленных стандартах и рекомендациях ITU, ISO/IEC, IEEE:

– Стандарты ITU: ITU-T Y.3170 от 09.2018\_Требования к обеспечению качества обслуживания на основе машинного обучения для сетей 5G.

– Стандарты ISO/IEC: ISO/IEC TR 24027\_Информационные технологии – ИИ – предвзятость в системах искусственного интеллекта и с использованием искусственного интеллекта; ISO/IEC TR 24028 от 2020 Информационные технологии и ИИ; ISO/IEC 23894 Информационные технологии, ИИ, управление рисками.

– Стандарты IEEE: IEEE 7010 «Рекомендованная практика оценки воздействия автономных систем и систем искусственного интеллекта на благополучие человека»; IEEE P7002 Процесс обеспечения конфиденциальности данных.

В законодательной практике Евросоюза принят законопроект о гармонизации правил в области искусственного интеллекта и опубликован на официальном сайте актов ЕС 21 апреля 2021 года. В проекте применяется подход, основанный на оценке риска:

1) Системы с неприемлемо высоким риском. Такие технологии в ЕС хотят запретить;

2) Системы с высоким риском. Такие системы предлагается контролировать и ограничивать. К критериям законопроекта для систем, имеющих высокую степень риска, относятся: проверенный и качественный набор данных; наличие технической документации до выхода продукции на рынок; прозрачность и доступность информации о системе искусственного интеллекта (ИИ) для пользователей; наличие механизма автоматической записи событий; точность, надежность и кибербезопасность; возможности контроля ИИ человеком; наличие внутренних проверок систем ИИ; наличие системы управления рисками;

3) Системы с ограниченным риском. Они будут подчиняться конкретным обязательствам по обеспечению прозрачности и использоваться при условии, что пользователи будут точно знать, что общаются с ИИ, а не с человеком.

4) Системы с минимальным риском. Для таких систем новые правила не будут применяться, поскольку они представляют минимальный или нулевой риск для прав и безопасности граждан.

Доверие к технологии может укрепить концепция объяснимого ИИ, которую в августе 2020 опубликовал Национальный институт стандартов и технологий (NIST). Это первый проект, в который входит перечень принципов объяснимого искусственного интеллекта. Объяснимый ИИ, также называемый XAI или прозрачным ИИ, представляет собой систему, в которой люди могут легко понять действия ИИ [1].

Принципы, лежащие в основе объяснимого ИИ:

– Объяснение (Explanation). Суть принципа заключается в следующем: система ИИ должна предоставлять объяснение своих действий в виде «свидетельства или обоснования каждого результата».

– Значимость (Meaningful). Данный принцип устанавливает, что предоставляемые объяснения должны быть понятны отдельным пользователям и адаптированы к аудитории как на групповом, так и на индивидуальном уровне.

– Точность объяснения (Explanation Accuracy). Система должна предоставлять достоверную и подробную информацию о процессах, производимых для генерирования результатов. (т.е. как система сгенерировала окончательный результат)

– Пределы знаний (Knowledge Limits). Этот принцип разъясняет, что система работает только в тех условиях, для которых она была разработана, или когда система достигает достаточной уверенности в своих результатах.

Вышеперечисленные принципы показывают, что решения на основе ИИ должны обладать необходимой прозрачностью, чтобы пользователи были уверены в выводах данной системы и доверяли ее функционированию.

В Российской Федерации утверждено несколько международных стандартов в сфере искусственного интеллекта. Одним из основных является ГОСТ Р 59276-2020 «Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия», в котором определены процессы обеспечения доверия и оценки качества ИИ.

В сфере регулирования технологий искусственного интеллекта в Республике Беларусь был принят только один стандарт ГОСТ ИСО/МЭК 2382-28-99, который представляет собой аутентичный текст международного стандарта ISO/IEC 2382-28:1995. Данный стандарт введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 29 октября 1999 г. № 23 в качестве государственного стандарта РБ с 1 июня 2000 г и дает только определение искусственного интеллекта [2]. Иные меры регулирования ИИ отсутствуют, поскольку системы искусственного интеллекта только начинают внедряться. Вместе с тем с ранних этапов внедрения ИИ необходимо гарантировать их безопасность, тем самым гарантируя доверие к ним.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Все о доверии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iso.org/tu/news/ref2452.html>. – Дата доступа : 18.04.2022.

2 Описание стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 2382-28-99 Информационная технология. Словарь. Часть 28. Искусственный интеллект. Основные понятия и экспертные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://shop.ksm.kz/index.php?dispatch=products.view&product\\_id=296526](http://shop.ksm.kz/index.php?dispatch=products.view&product_id=296526). – Дата доступа : 16.09.2022.

С.Ю.МИХНЕВИЧ<sup>1</sup>, А.Ю.СЕНКЕВИЧ<sup>1</sup>, В.А.ТАБОЛИЧ<sup>1</sup>

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕЖМОДОВОГО ВЗАЙМОДЕЙСТВИЯ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

С каждым днем все активнее используются инфокоммуникационные технологии в повседневной жизни людей. В основе инфокоммуникационных технологий лежит обработка и передача данных, что приводит к увеличению передаваемого трафика. Оптические волокна, используемые в настоящее время для этих целей, имеют достаточный потенциал для передачи увеличивающегося объема информации и хороший эксплуатационный ресурс. Оптоволокно находит свое применение преимущественно в телевидении - и интернет – коммуникациях, активно применяется для построения городских, региональных и федеральных сетей связи, а также для устройства соединительных линий между городскими. Также посредством применения оптоволокна работает кабельное телевидение, удаленное видеонаблюдение, видеоконференции и видеотрансляции, телеметрические и другие информационные системы.

Многомодовые волокна по сравнению с одномодовыми характеризуются большим объемом передаваемой информации, но на меньшие расстояние. По характеру распространения моды могут быть разными. Кроме того, возможно смещение распространения пучка от центра за счет изгибов и повреждений. В многомодовых волокнах происходит взаимодействие мод, что приводит к нелинейным эффектам, а следовательно, к искажениям передаваемой информации.

Мера взаимодействия мод зависит от коэффициента связи, который до сих пор не выведен аналитически в общем случае. Имеются аналитические выражения для частных (придельных) случаев и результаты численного эксперимента. Для численного расчета коэффициента связи используют несколько методов [1]. Метод матриц рассеивания наиболее простой, но вместе с тем отражающий суть процессов. В соответствии с этим методом были рассчитаны коэффициенты матрицы рассеивания на основе интеграла перекрытия для самого простого случая двух гауссовых профиля. Методы расчета производились при помощи численного интегрирования по методу правых прямоугольников.

Для расчета интеграла перекрытия были рассмотрены гауссовые пучки, то есть моды 00, смещение между которыми 0.1, 0.5 и 1 относительных единиц. Визуально рассматриваемые моды представлены на рисунке 1.

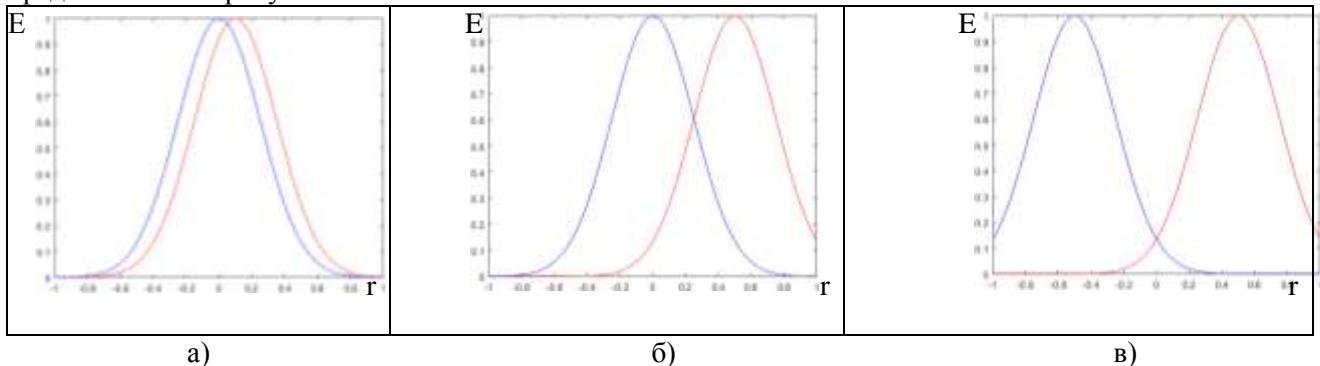


Рисунок 1 – Моды 00 в относительных единицах:  
а – смещение 0.1; б – смещение 0.5; в – смещение 1

Исходя из формулы 1 [2], рассчитываем интеграл перекрытия  $\xi_{mn}$ . При расчете не учитываем  $\Delta\epsilon$ , то есть эта величина равна 1. При расчете принимаем показатель преломления  $n$  равен 1.479, и не учитываем его изменение в результате технологических процессов [3].

$$\xi_{mn} = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta\epsilon_r(r) E_m^*(r) E_n(r) r dr \quad (1)$$

В столбце 2 таблицы 1 приведены расчеты интеграла перекрытия для коэффициента преломления без учета его изменения. Столбцы 3, 4, 5 – результаты расчета с учетом преломления показателя  $\Delta\epsilon$ , который равновероятно распределен в диапазоне (0.01-0.001). Это означает что величина показателя преломления меняется случайным образом в третьей цифре после запятой. В диапазоне (0.1-0.01) величина показателя преломления меняется случайным образом во второй цифре после запятой и (0.1-0.5) величина показателя преломления меняется случайным образом в первой цифре после запятой.

Таблица 1 – Результат расчета элементов матрицы межмодового рассеяния

$\Delta\epsilon$	$1 \cdot n$	$n \cdot (1 + (0.01 - 0.001))$	$n \cdot (1 + (0.1 - 0.01))$	$n \cdot (1 + (0.1 - 0.5))$
1	0.4257	0.4276	0.4478	0.5250
2	0.1630	0.1638	0.1716	0.2074
3	0.0081	0.0082	0.0085	0.0106

Из приведенных результатов расчета видно, что влияние случайных неоднородностей увеличивается с увеличением показателей преломления неоднородностей, а также с увеличением интеграла перекрытия спектров.

Для расчета коэффициента связи волн в относительных единицах были взяты те же условия что и для расчета интеграла перекрытия для участков из 10 единичных длин. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результат расчета коэффициента связи

$\Delta\epsilon$	$1 \cdot n$	$n \cdot (1 + (0.01 - 0.001))$	$n \cdot (1 + (0.1 - 0.01))$	$n \cdot (1 + (0.1 - 0.5))$
1	27.98	28.84	37.48	230.214
2	1.6896	1.6982	1.8023	2.5656
3	1.0013	1.0013	1.0014	1.0023

Из приведенных результатов видно, что коэффициент связи нелинейно зависит от элементов матрицы межмодового рассеяния. Так смещение моды от 0.1 до 0.5 приводит к изменению интеграла перекрытия чуть больше чем в 2 раза с 0.4257 до 0.163, соответствующее изменение коэффициента

связи будет от 37.48 до 1.8, т.е. почти в 15 раз. Таким образом показана сильная нелинейная зависимость коэффициента связи от интеграла перекрытия мод.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михневич, С. Ю. Методы определения межмодовой дисперсии в оптических волнах // С. Ю. Михневич, А. Ю. Сенкевич, Д. А. Стрельчена // Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой связи: материалы XXI Научно-технической конференции, 12-13 мая 2021 года. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2021. – С. 9.
2. Аппельт, В Э Трансформация поля в многомодовом оптическом волноводе со случайными нерегулярностями поверхности пленки / В Э Аппельт, А С Задорин, Р С Круглов // Оптика и спектроскопия. – 2005. – Т. 99, №4. – С. 645–653.
3. Николаев, Е. Я. Микродефекты сердцевины многомодового оптического волокна // Е. Я Николаев, О. Д. Хрулёва, К. Е. Николаев // Advances in Science and Technology: XXIV международной научно-практической конференции, часть I. – М. – 2019. – С. 133.

Т.А.МАТКОВСКАЯ<sup>1</sup>, О.В.КОЧЕРГИНА<sup>1</sup>

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНИЕВОГО ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КАНАЛА УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ИЗ МНОГОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Известны различные способы формирования каналов утечки информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи [1]. Одним из способов доступа к передаваемой информации является формирование изгиба оптического волокна. В результате формирования изгиба часть распространяющегося по оптическому волокну излучения выходит за пределы волокна и может быть зарегистрирована фотоприемником несанкционированного пользователя.

В настоящее время для передачи информации в волоконно-оптических линиях связи на основе многомодового волокна применяется излучение с длиной волны 850 нм [2]. Для регистрации оптического излучения выходящего за пределы волокна необходимы фотоприемники, чувствительные к излучению с данной длиной волны. Такими фотоприемниками являются кремниевые фотоэлектронные умножители (SiФЭУ), которые обладают достаточно большими коэффициентами усиления и имеют большие площади фоточувствительной поверхности. Таким образом, целью данного исследования является исследование возможности использования SiФЭУ для регистрации оптического излучения, выходящего из области изгиба за пределы многомодового оптического волокна.

В качестве объектов исследований использовались серийно выпускаемые многомодовые оптические волокна G651. В качестве приемника оптического излучения были выбраны кремниевые фотоэлектронные умножители ketek PM 3325 и ON Semi FC 30035, а также SiФЭУ производства ОАО «Интеграл».

Для исследования возможности использования кремниевого фотоэлектронного умножителя для обнаружения канала утечки информации из многомодового оптического волокна была разработана и собрана экспериментальная установка. Мощность вводимого в волокно оптического излучения могла изменяться в пределах от 100 мкВт до 10 мВт. Для определения выходной мощности излучения подключен измеритель мощности. Длина оптического волокна составляла L = 550 м, что соответствует максимальной длине оптического волокна, которая используется для реализации технологий Ethernet для объектовых линий связи [3]. Вблизи выхода волокна формируется изгиб, представляющий собой окружность диаметром от 5 до 30 мм. Передаваемое оптическое излучение, выходящее за пределы оптоволокна в области изгиба, регистрируется при помощи SiФЭУ.

Пропускная способность канала утечки информации из оптоволокна  $\Pi$ , в котором в качестве фотоприемника использовался Si-ФЭУ, определялась по формуле Шеннона:  $\Pi = B \log_2(1 + \frac{I_\phi^2}{I_u^2})$ , где  $B$  – ширина полосы частот;  $I_\phi^2$  и  $I_u^2$  – величина, определяющая уровень полезного сигнала и шумов фотоприемника соответственно.

Интенсивность оптического излучения, регистрируемого фотоприемником с изгиба оптического волокна определялась на основании выражения:  $J = \frac{S \cdot I_\phi}{A}$ , где  $S$  – чувствительность фотоприемника,  $I_\phi$  – величина фототока,  $A$  – площадь фоточувствительной поверхности фотоприемника.

В процессе исследования была определена чувствительность и пороговая мощность фотоприемников. Получено, что наибольшую чувствительность и наименьшее значение пороговой мощности имеют фотоприемники ketek PM 3325, поэтому он способен регистрировать оптические сигналы меньшей интенсивности, чем ON Semi FC 30035 и КОФ5-1035.

Наибольшее значение интенсивности оптического излучения  $J$ , поступающего на фотоприемник с боковой поверхности волокна для исследуемого диапазона диаметров изгиба, соответствовало  $d = 5$  мм, и уменьшалось до нуля при  $d > 30$  мм. Так для диаметра изгиба  $d = 5$  мм величина интенсивности излучения  $J = 260$  мВт/мм<sup>2</sup>, а при  $d = 20$  мм –  $J = 18,1$  мВт/мм<sup>2</sup>.

Экспериментально доказано, что зависимость интенсивности оптического излучения от диаметра изгиба волокна не является линейной. Наибольшее изменение интенсивности оптического излучения  $\Delta J$  наблюдается при изменении  $d$  от 5 до 15 мм.

Анализ результатов измерений показывает, что изменение отношения сигнал/шум от диаметра изгиба в основном определяется поведением зависимости  $J$  от  $d$ . Отличие зависимостей отношения сигнал/шум от  $d$  для исследуемых Si-ФЭУ обусловлено различной чувствительностью  $S$  и уровнем собственных шумов фотоприемников. Во всем исследуемом диапазоне значений  $d$  наибольшее отношение сигнал/шум наблюдались для ketek PM 3325, а наименьшее – для КОФ5-1035.

Ширина полосы пропускания для фотоприемников различная: 3,2; 3,5; 4 МГц для ketek PM 3325, ON Semi FC 30035, КОФ5-1035 соответственно. Так как пропускная способность зависит от ширины полосы частот пропускания и отношения сигнал/шум. Увеличение отношения сигнал/шум в 1000 раз приводит к увеличению пропускной способности всего в 10 раз. Таким образом, величина пропускной способности определяется в большей степени шириной полосы пропускания и в меньшей отношением сигнал/шум.

В ходе исследования было доказано, что увеличение диаметра изгиба волокна приводит к уменьшению пропускной способности  $\Pi$  для всех исследуемых SiФЭУ. Такое поведение зависимостей в основном определяется изменением значения отношения сигнал/шум с увеличением диаметра изгиба. Зависимости пропускной способности от диаметра изгиба в диапазоне от 5 до 15 мм достаточно близки к линейной для всех исследуемых фотоприемников. Наибольшая зависимость изменения пропускной способности  $\Pi$  от изменения диаметра изгиба волокна наблюдается для ketek PM 3325, а наименьшая – для КОФ5-1035.

Несмотря на то, что ketek PM 3325 имеют самый высокий уровень дробового шума среди всех исследуемых фотоприемников, а КОФ5-1035 самый низкий, большая площадь фоточувствительной поверхности ketek PM 3325 позволяет эффективнее регистрировать передаваемое оптическое излучение из изгиба волокна. Наибольшее значение пропускной способности во всем исследуемом диапазоне диаметров изгиба наблюдается при использовании фотоприемника ketek PM 3325, а наименьшее – КОФ5-1035. Отметим, что наибольшая пропускная способность, которую удалось получить для канала утечки информации с изгиба оптического волокна, составляла 34,3 Мбит/с. Такая величина  $\Pi$  достигается при использовании фотоприемника ketek PM 3325.

В результате исследования: 1) получена зависимость интенсивности оптического излучения от диаметра изгиба многомодового волокна, которая является нелинейной;

2) установлено, что уменьшение диаметра изгиба многомодового оптического волокна приводит к увеличению пропускной способности канала утечки информации, формируемого в области этого изгиба;

3) показана возможность использования кремниевых фотоэлектронных умножителей для регистрации оптического излучения, выходящего из области изгиба за пределы многомодового оптического волокна;

4) наибольшая пропускная способность образовавшегося канала утечки информации равная 34,3 Мбит/с получена при диаметре изгиба волокна 5 мм для фотоприемника ketek PM 3325.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Зеневич, А. О. Обнаружители утечки информации из оптического волокна. – Минск : Белорусская государственная академия связи; 2017.
2. Унгер, Г. Оптическая связь. М. : Связь; 1979.

3. Шубин, В. В. Информационная безопасность волоконно-оптических систем. Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ; 2015.
4. Клемин, С. Кремниевый фотоэлектронный умножитель. Новые возможности. Электроника : Наука, Технология, Бизнес. 2007. № 8. – С. 80–86.
5. Гулаков И. Р., Зеневич А. О. Фотоприемники квантовых систем. Минск: ВГКС; 2012.
6. Гулаков И. Р., Зеневич А. О., Кочергина О. В. Спектральные характеристики кремниевых фотоэлектронных умножителей // Успехи прикладной физики. 2021. Т. 9. № 2. – С. 164–171.

С.Ю.ВОРОБЬЁВ<sup>1</sup>, Г.В.МИШНЕВ<sup>2</sup>

## **ИТ-АУДИТ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МЕРА КОНТРОЛЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В БАНКОВСКОЙ ОТРАСЛИ**

<sup>1</sup>ОАО «Банковский процессинговый центр», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Генеральная прокуратура Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

Обстановка вокруг Республики Беларусь с учетом окружающих глобальных событий в политических, военных, экономических и информационных сферах в настоящее время остается сложной. Как отметил Глава государства на встрече с руководящим и оперативным составом органов государственной безопасности против нашего государства задействовались попытки информационной агрессии, кибератак на объекты жизнеобеспечения, железнодорожного транспорта, промышленности, энергетики, правоохранительные органы. Особую опасность при этом составляют массированные кибератаки на экономические объекты<sup>1</sup>.

Банковская система Республики Беларусь является составной частью финансово-кредитной системы Республики Беларусь<sup>2</sup>. Согласно Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, национальными интересами в экономической сфере являются сохранение устойчивости национальной финансовой и денежно-кредитной систем<sup>3</sup>. При этом необходимо учитывать активное применение банковскими учреждениями новейших достижений ИТ-отрасли, значительного роста предоставления цифровых услуг, в т. ч. дистанционного банковского обслуживания (при которых необходимость нахождения клиента непосредственно в кредитно-финансовом учреждении отсутствует).

Таким образом, возрастает необходимость дополнительного контроля за бизнес-процессами со стороны руководства банка. Для получения достоверной и систематизированной информации с целью оценки состояния информационной структуры кредитно-финансового учреждения, принятия взвешенных и адекватных управлеченческих решений осуществляется ИТ-аудит (как правило, ИТ-аудит включает в себя проверку функционирования и защиты информационных систем<sup>4</sup>).

В соответствии со ст.109 Банковского кодекса Республики Беларусь банк обязан создать службу внутреннего аудита (далее - СВА), которая подотчетна в своей деятельности совету директоров (наблюдательному совету). В дефиниции данной статьи речь идет прежде всего о финансовом аудите. Что касается ИТ-аудита, то некоторые банки включают в состав СВА подразделения ИТ-аудита, а остальные передают функцию по проведению внутреннего ИТ-аудита на аутсорс.

В государственном стандарте СТБ 34.101.42-2013<sup>5</sup> устанавливаются требования к проведению аудита информационной безопасности банков банковской системы Республики Беларусь (в соответствии с законодательством данный стандарт носит рекомендательный характер<sup>6</sup>), технические требования и правила Национального банка Республики Беларусь ТП ИБ 2.1-2020<sup>7</sup> содержат требования к проведения внешнего и внутреннего аудитов информационной безопасности соответственно.

Также банки и небанковские кредитно-финансовые учреждения проводят аудиты на соответствие требованиям стандартов, которые не являются обязательными для применения на территории Республики Беларусь, однако применяются последними при выполнении бизнес-процессов, например, ИСО 27001 (международный стандарт по информационной безопасности), PCI DSS (стандарт безопасности данных индустрии платежных карт), Программы безопасности пользователей SWIFT.

Регулятор в лице Национального Банка Республики Беларусь выдвигает требования обеспечению непрерывности функционирования и восстановления работоспособности участника платежной системы при осуществлении платежей и проведении расчетов, включая план обеспечения

непрерывной работы и восстановления работоспособности участника платежной системы - документ, содержащий комплекс организационных и программно-технических мероприятий, которые должны выполняться до, во время и после возникновения кризисной (сбойной) ситуации<sup>8</sup>.

Государство заинтересовано во взаимодействии с ИТ-компаниями, Интернет-провайдерами, операторами связи и внешними экспертами в обновлении и развитии механизмов выявления угроз информационной безопасности через ИТ-аудит, мониторинг киберрисков, поиск уязвимостей и актуальных средств защиты, выработку правил поведения в сети Интернет<sup>9</sup>.

Республика Беларусь находится в сложных окружающих условиях, в том числе в экономической и информационной сферах с продолжающимися попытками кибератак в том числе и на кредитно-финансовые учреждения. Прогресс в области информационных и телекоммуникационных технологий и следующее за ним развитие технологий дистанционного банковского обслуживания внесли принципиальные изменения в работу кредитных организаций<sup>10</sup>. Топ-менеджменту банковских организаций требуются дополнительные меры контроля. Для оценки функционирования информационных систем банка, эффективности влияния последних на бизнес-процессы необходимо проведение ИТ-аудита(-ов). Осуществление ИТ-аудитов закреплено как в национальном законодательстве (в основном проверка состояния ИБ), так и в международных стандартах.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Встреча с руководящим и оперативным составом органов государственной безопасности [Электронный ресурс] Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://president.gov.by/ru/events/vstrecha-s-rukovodchim-i-operativnym-sostavom-organov-gosbezopasnosti>. – Дата доступа : 20.08.2022.
2. Банковский кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 25 октября 2000 г., № 441-З: принят Палатой представителей 3 октября 2000 года.: одобрен Советом Республики 12 октября 2000 года.: в ред. Законов Республики Беларусь от 11.11.2021 N 128-З // онлайн-сервис готовых правовых решений по бухучету, налогообложению и праву для бухгалтеров, юристов, руководителей ilex.by / ООО «ЮрСпектр». – М., 2022.
3. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 9 нояб. 2010 г., № 575 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа : [https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2010-276/2010-276\(005-026\).pdf&oldDocPage=1](https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2010-276/2010-276(005-026).pdf&oldDocPage=1). – Дата доступа : 20.08.2022.
4. Иванченко, В. В. Аудит информационных технологий / В. В. Иванченко // Вестник Моск. фин.-юрид. ун-та. – 2015. – № 1. – С. 181–188.
5. Информационные технологии и безопасность. Обеспечение информационной безопасности банков Республики Беларусь. Аудит информационной безопасности банков = Інфармацыйныя тэхналогіі і бяспека. Забеспячэнне інфармацыйнай бяспекі банкаў Рэспублікі Беларусь. Аўдыт інфармацыйнай бяспекі банкаў : СТБ 34.101.41-2013. – Введ. впервые. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. – 9 с.
6. Концепции обеспечения кибербезопасности в банковской сфере [Электронный ресурс]: постановление Правления Национального банка Респ. Беларусь, 20 нояб. 2019 г., № 466 // Официальный сайт Национального банка Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://www.nbrb.by/legislation/documents/konsepciya-kiberbezopasnosti.pdf>. – Дата доступа : 20.08.2022.
7. Технические требования и правила информационной безопасности в банковской деятельности [Электронный ресурс] // Официальный сайт Национального банка Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://www.nbrb.by/legislation/informationsecurity>. – Дата доступа : 20.08.2022.
8. Об утверждении стандартов проведения расчетов [Электронный ресурс] : постановление Правления Национального банка Республики Беларусь, 31 дек. 2019 г., № 552 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=B22035074p&p1=1>. – Дата доступа : 20.08.2022.
9. О концепции информационной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Совета Безопасности Республики Беларусь, 18 марта 2019 г., № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P219s0001&p1=1>. – Дата доступа : 20.08.2022.
10. Кибербезопасность в условиях электронного банкинга : Практическое пособие / Под ред. П.В. Ревенкова. – М. : Прометей, 2020. – 522 с.

## **ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННОМ ДОКУМЕНТООБОРОТЕ В КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ**

*Витебский филиал учреждения образования «Белорусская государственная академия связи»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Для бесперебойной работы электронного документооборота на предприятии необходим надежный и безопасный процесс обработки и хранения информации, организация которого требует четкого определения основных рисков и способов их предупреждения. Компьютеризация производства привела к тому, что документы в электронном виде циркулируют в информационных системах, начиная и заканчивая свой жизненный цикл, не будучи ни разу распечатанными. Такое ведение документооборота требует постоянного внимания службы информационной безопасности предприятия: легкость обращения документов в информационной системе может сослужить плохую службу, если защите информации в ней не уделено должного внимания. Главными угрозами для системы электронного документооборота (далее-СЭД), как и для другой информационной системы, это: угроза целостности информации – повреждение, искажение или уничтожение информации; угроза доступности информации – ошибки пользователей, внешние сетевые атаки, вредоносное программное обеспечение.

Под угрозой конфиденциальности можно понимать, что это кража информации, подмена маршрутов обработки, несанкционированный доступ к информации. В свою очередь система защиты информации СЭД – это общая совокупность методов, средств и мероприятий, снижающих уязвимость системы и препятствующих несанкционированному доступу к информации, ее разглашению, повреждению, утечке или потери. Для обеспечения защиты используются технические средства, программное обеспечение, от стихийных источников угроз природного характера существует подход системы резервного копирования информации электронного документооборота. Специализированное защищенное сетевое оборудование – маршрутизаторы, сетевые шлюзы, канальные шифраторы и т.д.

Возвведение изолированных сетей для обращения конфиденциальной информации с многоуровневой защитой доступа – как физического (защищенные помещения и здания), так и логического (идентификация и аутентификация, шифрование);

Для предотвращения рисков потери актуальной информации в результате сбоя или сетевой атаки необходимо использовать проработанные планы резервного копирования с размещением архивной информации на защищенных от порчи и несанкционированного доступа носителях;

Для защиты от атак на уровне программного обеспечения нужно использовать современные антивирусные интеллектуальные пакеты, использующие актуальные антивирусные базы, принципы эвристического анализа, возможности искусственного интеллекта и нейронных сетей;

Криптографические методы, используемые в технологии Public Key Infrastructure, также могут быть применены и для обеспечения конфиденциальности передаваемых через корпоративную почтовую систему электронных документов. В этом случае защита электронных документов осуществляется посредством их шифрования открытыми ключами, содержащимися в сертификатах получателей этих документов.

Данные статистики: потери важной информации в 55 % случаев приходятся на физические причины (отказ аппаратуры, стихийные бедствия и т. п.), 30 % обусловлены ошибками пользователей и менее 15 % - действием вредоносных программ и злоумышленников.

Для обеспечения бесперебойной работы СЭД следует использовать источники бесперебойного питания (далее-ИБП) большой мощности. Существуют следующие ИБП: статические ИБП; динамические ИБП. На сегодняшний день существует большое количество средств защиты информации электронного документооборота. Важна целостность информации, и исключить несанкционированный доступ к ней. В ходе анализа угроз информации электронного документооборота от вирусных программ предложены рекомендации по выбору оптимальной антивирусной программы: антивирус должен соответствовать своему целевому предназначению (защита от троянских программ, сетевых червей и других угроз); быть простым в использовании; не мешать работе сотрудников; а так же иметь приемлемую цену.

Изучив средства аутентификации сотрудника, можно сделать вывод, что целесообразно использовать такие системы как бесконтактные смарт-карты и USB-ключи, а так же сканер радужной оболочки глаз, но вторая система является более надежной, чем первая. Выбор лучшей между этими двумя системами, производится по принципу: цена информации электронного документооборота сопоставима с ценой системы защиты. Поэтому, средством аутентификации следует использовать смарт-карты и USB-ключи, так как цена и качество на одном уровне, а система радужной оболочки глаза хоть и обеспечивает надежную защиту, но вероятность поломки данной системы значительно выше.

Рекомендации по выбору средства резервного копирования зависят, прежде всего, от наличия естественных угроз в организации. Если такие средства имеются, то лучше использовать сервер резервного копирования. Если же их нет, то лучшими являются флеш-накопители. На практике, случаи появления естественных угроз являются очень редкими, так как система электропитания и пожаротушения тщательно проверяются ежеквартально и не имеют сбоев в работе. Поэтому в качестве средства резервного копирования, рекомендуется использовать флеш-накопители. Кроме этого следует дублировать информацию ЭДО на запасные флеш-накопители для дополнительной сохранности информации.

Чтобы обеспечить дополнительную защиту информации ЭДО, необходимо постоянно выявлять подозрительные события на предмет взлома системы и хакерских атак. При этом отслеживание трафика только на мониторе недостаточно. Важно наряду с прочими действиями по увеличению уровня защиты, проводить полную проверку входящей информации на каждой машине. Кроме того, использовать аудит безопасности, просматривать журнал событий на наличие несанкционированного доступа (далее - НСД), а так же принимать меры, в случае обнаружения несанкционированных действий на персональном компьютере. Управление информационной базой – это непрерывный процесс, заключающийся в обосновании и реализации наиболее рациональных методов, способов и путей совершенствования систем информации, непрерывном контроле, выявление ее «узких» и слабых мест, потенциальных каналов утечки информации и новых способов НСД. Система должна предусматривать разделение и минимизацию полномочий по доступу к обрабатываемой информации и процедурам обработки; – система должна обеспечивать контроль и регистрацию попыток НСД, содержать средства для точного установления идентичности каждого пользователя и производить протоколирование действий; – обеспечивать надежность защиты информации и контроль за функционированием системы защиты, т. е. использовать средства и методы контроля работоспособности механизмов защиты. Реализация перечисленных требований при создании системы защиты информации в СЭД будет способствовать организации эффективного защищенного документооборота.

Проанализировав полученную информацию, можно сделать вывод, что для обеспечения защиты информации СЭД необходим комплексный подход, который подразумевает защиту на всех уровнях, начиная от защиты физических носителей информации, данных на них, и заканчивая правовыми мерами.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. СТБ 2353–2014. Электронный обмен данными. Требования к операторам электронного документооборота.
2. Чеглаков, С. И. Реализация ЭЦП и шифрования в системе авторизации LanDocs // Вопросы защиты информации. – М. : ВИМИ, 2002. – № 4.
3. Домарев, В. В. Защита информации и безопасность компьютерных систем. – Киев : Издательство «ДиаСофт», 1999.

Е.О.ПУШКАРСКИЙ<sup>1</sup>, А.Н.КОВАЛЕНКО<sup>1</sup>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

В современных условиях развития технологий, реакция человека на изменяющуюся обстановку должна быть максимально быстрая, действия должны быть четкими и отработанными. АЭС –

является объектом повышенной опасности. Важнейшую роль в этом играет персонал. В наше время во избежание чрезвычайных ситуаций на объектах атомной энергетики, подготовке персонала уделяется огромное значение.

Проведение учений с созданием учебной чрезвычайной ситуации (далее – ЧС) на самом объекте не представляется возможным проводить достаточно часто и в полном объеме, так как это производственный объект, который должен постоянно функционировать. Вместе с тем каждый сотрудник должен четко представлять, какие действия он должен предпринять в случае возникновения ЧС, не зависимо от выученных алгоритмов действий при ЧС.

Качество выполнения задач возникающих при ЧС существенно повышается путем применения современных аппаратно-программных комплексов и тренажеров, в которых моделируется множество вариантов непредвиденных ситуаций и сформированы алгоритмы действий, как работников атомной станции, так и военнослужащих находящихся на охране объекта.

Программные комплексы представляют собой совокупность технического оборудования и программного обеспечения, предназначенного для решения задач заданного типа. В комплекс может входить различное программное обеспечение, элементы системы технических средств физической защиты, системы видеонаблюдения, пожарной сигнализации и т.д.

Использование таких комплексов позволяет повысить квалификация работников ядерной энергетики. Обучающие программы готовят сотрудника таким образом, что при возникновении ЧС он будет знать и готов выполнить определенный порядок своих действий, так как много раз отрабатывает эти действия в смоделированной ситуации, а так же отталкиваясь от отработанных действий, будет способен решать неизвестные ему ситуации.

На современном рынке, предлагается достаточно обширный выбор оборудования и программного обеспечения в сфере моделирования ЧС.

Например, для моделирования развития пожара используется программа FDS (Fire Dynamics Simulator), разработанная Национальным институтом стандартов и технологии (НИСТ/NIST) министерством торговли США при содействии Технического научно-исследовательского центра VTT.

ООО «ИНТРО-ГИС» разработало специализированные решения по вопросам моделирования чрезвычайных ситуаций, что позволяет в кратчайшие сроки представлять аналитические материалы, расчетно-пояснительные записки к различным документам промышленной безопасности.

Концерн «Росэнергоатом», на своих объектах, активно внедряет VR-тренажеры, имитирующие работу действующего оборудования, в частности, как в реальной жизни, что позволяет улучшить качество образовательного процесса и способствует повышению умений сотрудников. Благодаря VR-тренажеру человек получает возможность управлять моделью любого технологического процесса в виртуальной реальности. Причем все его действия контролирует в реальном времени обучающий инструктор. При помощи VR-тренажеров создается виртуальное пространство, которое представляет возможность управления действующим оборудованием путем координации действий с визуальными, звуковыми и прочими эффектами. И особенно такие технологии виртуальной реальности необходимы там, где ошибки персонала в ходе обучения на действующем оборудовании могут привести к непредвиденным ситуациям, имеющим различные необратимые последствия.

Использование аппаратно-программных комплексов имитирующих работу реального оборудования для моделирования ЧС повышает качество реагирования на непредвиденные ситуации. Персонал, отрабатывая свои навыки на программных комплексах, готовится психологически к действиям при ЧС, сталкиваясь с нестандартными ситуациями, оперативно реагирует, что заметно повышает уровень безопасности объекта в целом.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Об утверждении Положения о физической защите объектов использования атомной энергии: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 14 июня 2019 г. № 385// ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2022.
2. Инженерно-технические средства охраны и их применение. Средства сбора, обработки и представления информации: учебное пособие для курсантов факультета внутренних войск УО «ВАРБ». / А. М. Кузьмицкий [и др.]; – Минск : Интерполиграф, 2021. – 228 с.
3. Андерсон Дж. Р., Рейзер Б. Дж. Учитель Лиспа. / В сб. «Реальность и прогнозы искусственного интеллекта» под ред. Стефанюка В.Л. / Пер. с англ. – М. : Мир, 2014. – С. 27–47.

4. Возможности современных систем управления информацией о физической безопасности [Электронный ресурс] // – Режим доступа : [https://www.aktivsb.ru/statii/ sovremennoye\\_sistem.html](https://www.aktivsb.ru/statii/ sovremennoye_sistem.html). – Дата доступа : 07.08.2022.

В.М.АЛЕФИРЕНКО<sup>1</sup>, А.М.АСИНЕНКО<sup>1</sup>, А.Д.ДЕНСКЕВИЧ<sup>1</sup>

## **КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОГАБАРИТНЫХ ВИДЕОКАМЕР ДЛЯ СКРЫТОГО НАБЛЮДЕНИЯ**

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Малогабаритные (миниатюрные) видеокамеры предназначены для скрытого получения визуальной информации. Для этого они устанавливаются в наиболее удобных местах, включая и монтаж видеокамер в предметы обихода и окружающего интерьера. Полученная с них видеинформация может записываться непосредственно в память видеокамеры или передаваться в режиме реального времени по проводному или электромагнитному каналу [1]. Модели малогабаритных видеокамер широко представлены на рынке технических средств для скрытого съема информации (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид некоторых моделей малогабаритных видеокамер

Сравнительный анализ их характеристик требует комплексного подхода из-за большого количества различных моделей и их технических характеристик, отличающихся своими количественными значениями.

Для решения этой проблемы, как показали работы [2, 3], может использоваться комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание технические характеристики и их числовые значения. Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве одного из которых может использоваться средневзвешенный арифметический показатель, который определялся по формуле

$$K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} \cdot k_{Hi}$$

где  $k_{Hi}$  – нормированный  $i$ -й единичный показатель;  $\alpha_{Hi}$  – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность)  $i$ -го единичного показателя;  $m$  – количество единичных показателей, принятых во внимание.

В качестве единичных показателей брались следующие технические характеристики малогабаритных видеокамер: угол обзора, видеоразрешение, количество кадров в секунду, время автономной работы, дистанция ночной подсветки, объем поддерживаемых карт памяти, емкость аккумулятора, габаритные размеры, вес, цена. Для сравнения было выбрано 30 моделей различных фирм, включая BOBLOV (10 моделей), Vandlion (5 моделей), SQ (7 моделей), Camsoy (3 модели), MD (2 модели), Jozuze (2 модели), W6 (1 модель). Предварительно было проведено нормирование единичных показателей и соответствующих им коэффициентов значимости.

Результаты расчетов в виде столбиковой диаграммы представлены на рисунке 2.

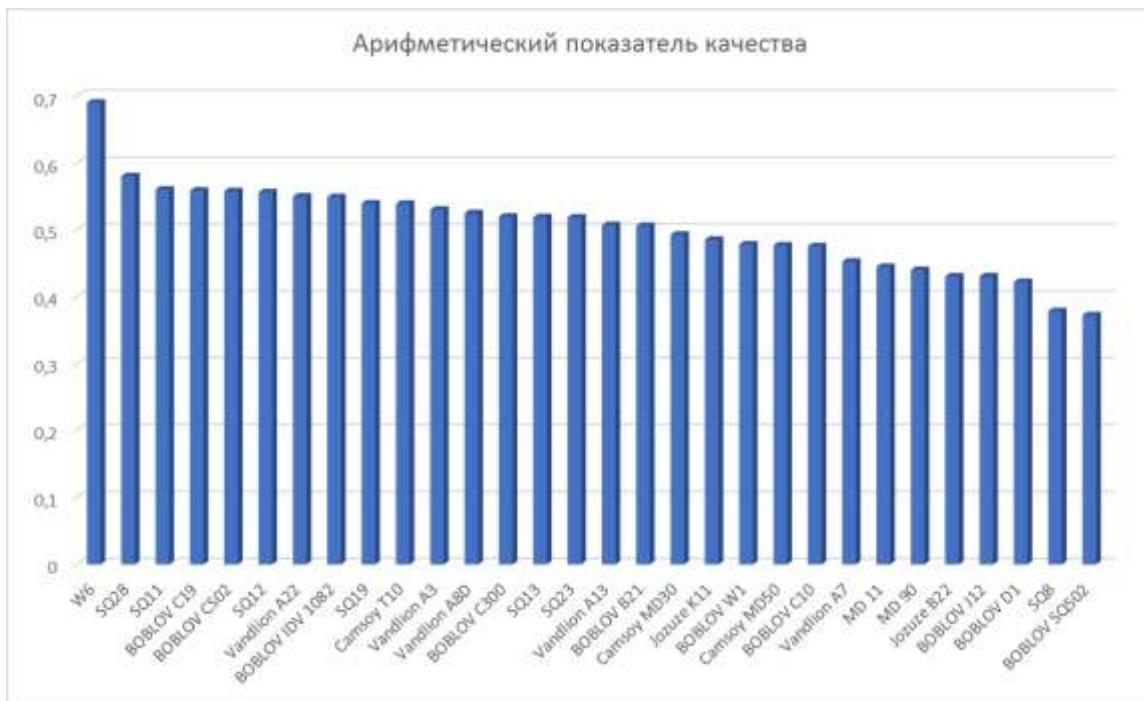


Рисунок 2 – Распределение комплексных показателей качества малогабаритных видеокамер

Как видно из диаграммы, первые три места занимают малогабаритные видеокамеры W6 с комплексным показателем качества 0,69, SQ 28 с комплексным показателем качества 0,58 и SQ 11 с комплексным показателем качества 0,56 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Малогабаритные видеокамеры:  
а – W6; б – SQ 28; в – SQ 11

Значения комплексных показателей качества для остальных малогабаритных видеокамер лежат в пределах от 0,56 (BOBLOV C19) до 0,37 (BOBLOV SQ502) то есть отличаются в полтора раза.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрианов, В. И. «Шпионские штучки» и устройства для защиты объектов информатизации: справочное пособие / А.А. Андрианов, В.А. Бородин, А.В. Соколов. – СПб. : Лань, 1996. – 272 с.
2. Алефиренко, В. М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В. М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44.
3. Алефиренко, В. М. Оценка качественных показателей обнаружителей скрытых видеокамер по оптическому каналу / В. М. Алефиренко, А. М. Асиненко, А. Д. Денскевич // Журнал «Science Time»: Материалы Междунар. науч.-практ. мероприятий Общества Науки и Творчества за май 2022 года / Казань, 2022. – № 5 (101). – С. 45–49.

## КОНТРОЛЬ ДОСТУПА ПО IRIS С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА

<sup>1</sup>Эпам системз ІООО, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В условиях высокого развития информационных и технических средств современного мира биометрическая идентификация признана экспертами самой перспективной технологией контроля доступа. В их число входят системы проверки по радужной оболочке глаза (iris, радужка), теория которых разработана Джоном Даугманом [1]. На основе теории Даугмана создано множество зарубежных систем контроля доступа по iris (патенты США 6,532,298 2003 года, 6,700,998 2004 года, 6,850,631 2005 года и другие).

Первой белорусской разработкой в этой области является, на наш взгляд, архиватор NPack [2], опробованный до 2010 года своим разработчиком ОАО «Белэнергормналадка» для защиты архивированных технико-экономических показателей теплоэлектроцентралей (Гродненская ТЭЦ-2, Бобруйская ТЭЦ-2, Новополоцкая ТЭЦ, Могилевская ТЭЦ-2). Следующей разработкой стал программно-аппаратный комплекс НАН РБ 2015 года для идентификации личности по радужке (рисунок 1) [3]. Сведения о внедрении комплекса [3] найти не удалось, так как комплекс согласно письму 12.05.2017 № 25/14 Отделения физики, математики и информатики НАН РБ передан для работы с объектами повышенной секретности.



Рисунок 1 – Программно-аппаратный комплекс НАН РБ 2015 года для идентификации личности по радужной оболочке глаза (слева – иридосканер, справа – компьютер для обработки данных сканера

Недостатком систем [2, 3] являются их габариты и стоимость. Поэтому в патентах США 9,366,843, 9,465,988, 9,514,365, заявки на которые были опубликованы в 2014 и 2015 годах, было предложено вести контроль доступа по iris с помощью смартфона. Для этого в смартфон встраиваются дополнительные блоки: блок визуализации (imaging apparatus) и блок обработки изображений (image processing apparatus). Первой, на наш взгляд, смартфон с дополнительными блоками [4], где описывается hardware и software такого смартфона. Проведено макетирование смартфона из [4]. Работа по совершенствованию разработки [4] продолжается.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Daugman, J. High confidence personal identification by rapid video analysis of iris texture / J. Daugman // Proc. of the IEEE, International Carnahan conf. on security technology. – 1992. – P. 50–60.
2. Гивойно, А. А. Сокращение времени передачи данных по каналу связи с помощью компрессии путем безопасного архивирования / А. А. Гивойно [и др.] // Веснік сувязі. – 2013. – № 6 (122). – С. 25–28.
3. Программно-аппаратный комплекс для идентификации личности по радужной оболочке глаза // Каталог завершенных разработок НАН Беларуси / Справочное издание. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 376 с. – С. 13–14.
4. Харкевич, И. С. Сколько стоит надежность? Биометрическая идентификация IRIS с применением OpenCV и смартфона / И. С. Харкевич // Открытые технологии : Материалы четырнадцатой международной конференции Linux Vacation / Eastern Europe 2018, Минск, 23–26 августа 2018 г. / под общей редакцией Д. А. Костюка. – Брест : Альтернатива. – 188 с. – С. 36–41.

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗОРОВ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь*

Объекты, которые имеют температуру более показателей абсолютного ноля (-273°C), – это источники с тепловым излучением. Они не видны человеческому глазу, но могут быть зафиксированы с использованием специального оборудования. К таким приборам относятся тепловизионные камеры (тепловизоры).

И тепловое излучение, и видимый свет, являются частью электромагнитного спектра. И в этом смысле физический принцип работы тепловизионных камер и видеокамер ничем не отличается. Излучение фиксируется чувствительными элементами матрицы, либо болометра (детектора теплового излучения), затем превращается в электрический сигнал и далее обрабатывается процессором.

Существенная особенность тепловизора состоит в том, что для регистрации окружающего пространства ему не нужно никакое освещение: если обычная камера принимает отраженный от предметов свет (дневной, искусственный, инфракрасный), то тепловизор работает с собственным тепловым (инфракрасным) излучением предметов и видит их в полной темноте.

При этом, не нужно путать способность видеокамер фиксировать излучение в ближнем ИК-диапазоне, со способностью тепловизоров работать в среднем и дальнем ИК-диапазонах.

Ближний ИК-диапазон это отраженное от объектов излучение, которое посыпает ИК-проектор, неважно, встроен он в саму камеру или представляет собой отдельное устройство. Поскольку мощность источника подсветки всегда ограничена, дальность ее также будет ограничена, и довольно сильно, в сравнении с дальностью восприятия матрицей тепловизора собственного теплового излучения объекта.

Средний и длинный поддиапазоны используются в видеонаблюдении чаще остальных. Это связано с тем, что большинство предметов, окружающих нас, имеют температуру выше -273°C. Обычно их показатели приближены к температурным показателям окружающей среды, т.е. попадают на средний и длинный участки диапазона. Для примера: тело здорового человека с температурой 36,6°C фиксируется на частоте в 10 мкм, а в общей сложности подпадает в рамки 8-12 мкм.

На диапазон работы тепловизионной техники огромное влияние оказывают окна прозрачности. Это особые зоны спектра, где происходит наиболее незначительное поглощение теплового излучения. Поэтому производители оборудования разрабатывают матрицы с высокой чувствительностью в этих участках.

Тепловизионные камеры различаются видами исполнения и конструктивом. Одно из серьезных разделений – охлаждаемая, либо неохлаждаемая фотоприемная матрица. В охлаждаемых тепловизорах матрица помещена в герметичный вакуумный корпус с криогенной установкой. Чувствительность таких матриц очень высока, вплоть до регистрации единичных фотонов, и если бы они не охлаждались, то собственное излучение матрицы и компонентов тепловизора забивало бы полезный сигнал. В связи с этим, применительно к сфере охранного наблюдения, охлаждаемые тепловизоры позволяют обнаруживать человека на расстояниях до нескольких километров. Чаще всего они применяются для наблюдения за протяженными территориями.

Недостатком тепловизоров с охлаждаемыми матрицами является ограниченный ресурс работы, необходимость обслуживания и высокая стоимость.

Тепловизионные камеры, выполненные на основе неохлаждаемых матриц, отличаются более компактными размерами, не превышающими габариты обычной уличной видеокамеры в защитном кожухе, значительно меньшей стоимостью. Неохлаждаемая матрица обладает меньшей чувствительностью, по сравнению с охлаждаемой.

Показатели чувствительности тепловизора определяют эффективность его работы. Говоря простым языком, это различие между температурой фона и объекта, позволяющее точно обрисовать контуры последнего. Параметр измеряют в миллиkelвинах, он составляет сотые доли градуса.

По своему внешнему виду обычные видеокамеры и тепловизоры схожи. Разницу можно заметить только при детальном рассмотрении объектива, она заключается в степени прозрачности линзы.

Объектив обычной камеры выпускается из прозрачного для света материала – стекла или

пластика. В диапазонах, в которых работает тепловизор, стекло и пластик не пропускают тепловое излучение объектов. Для изготовления объективов тепловизионных камер используется германий, имеющий прозрачность для диапазона 1,8–23 мкм. Соответственно, он отлично подходит для применения в тепловизорах.

Принцип получения изображения тепловизионной камерой определяет специфику ее использования в охране объектов. Выделим основные задачи, для которых имеет смысл использовать камеры данного типа:

любой тепловизор, вне зависимости от конструктивных особенностей, может обнаруживать объекты в абсолютной темноте. Это позволяет обеспечить как скрытое наблюдение за объектами, так и экономить на дополнительном освещении территории прилегающей к объекту охраны. Сделаем важную оговорку: фиксация объектов в темноте возможна, если температура объекта отличается от температуры фона, на котором находится объект;

для фиксирования движения объекта, допустим, человека, достаточно получения контрастного изображения размером всего в несколько пикселей, теоретически расстояние детектирования может быть весьма большим, до нескольких километров. Эта особенность позволяет обеспечить качественное обнаружение целей на дальних подступах;

тепловизор «видит» сквозь туман, снег и дождь. Дальность обнаружения целей в этом случае падает, иногда в несколько раз, но это не идет ни в какое сравнение с тем, что обычная видеокамера практически полностью перестает видеть в условиях тумана.

Однако помимо этого существуют ситуации, в которых применение тепловизоров имеет некоторые ограничения:

невозможность распознавания и идентификации наблюдаемых объектов в том понимании, которое справедливо для обычных камер светового диапазона. Изображение теплового излучения, например, человека, не позволяет его идентифицировать, и даже зафиксировать какие-либо приметы полезные для проведения расследования и поиска;

дневное наблюдение тепловизором может не дать столь эффективный результат, как наблюдение ночью. Особенно в жаркий солнечный день, когда наблюдаемый объект может сравняться по температуре с фоном и практически «расторваться» в нем;

человек, укрывшийся за непроницаемой преградой, скажем, листом фанеры, в случае выравнивания температур преграды и окружающего фона, например, поверхности земли или кустов, может быть не обнаружен тепловизором. Правда, это касается уже довольно больших расстояний;

тепловизоры не видят сквозь стекло и воду.

Тепловизор – уникальное и не имеющее аналогов устройство, позволяющее решать сложные задачи охраны объектов и подступов к ним. Применение тепловизоров с высокой достоверностью обеспечивает фиксацию целей на дальних подступах к объекту, в запретных зонах, в отсутствии какого-либо естественного или искусственного освещения. Совмещение тепловизоров и стандартных камер делает визуальное наблюдение и фиксацию целей возможным в широком диапазоне условий эксплуатации, в т.ч. в сложных метеоусловиях.

Постепенному распространению тепловизоров в системах видеонаблюдения способствует постоянное снижение стоимости, связанное с развитием технологий и удешевлением производства.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Тепловизор, его использование в системах видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://optic-spb.ru/stati/teplovizory/teplovizor-ego-ispolzovanie-v-sistemah-videoonablyudeniya.html>. – Дата доступа : 07.06.2022.

2. Тепловизоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://https://bspsecurity.ru/text-3/terlovizory/>. – Дата доступа : 15.08.2022.

3. Возможности современных систем управления информацией о физической безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.aktivsb.ru/statii/sovremennoye\\_sistem.html](https://www.aktivsb.ru/statii/sovremennoye_sistem.html). – Дата доступа : 07.08.2022.

4. Тепловизор и его применение в системах видеонаблюдения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.videomax-server.ru/support/articles/teplovizor-i-ego-ispolzovanie-v-sistemah-videoonablyudeniya>. – Дата доступа : 15.08.2022.

5. Наблюдаю © Онлайн журнал про наблюдение и безопасность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://nabludau.ru/postroenie-ip-videoonablyudeniya/>. – Дата доступа : 15.07.2022.

## ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ И КОНТРОЛЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА ПО СПЕКТРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЕГО ОГИБАЮЩЕЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», г. Новополоцк Республика Беларусь

Актуальность разработки методов оценки защищенности речевых сигналов (РС) в каналах утечки информации (КУИ) заключается в отсутствии единой однозначной модели восприятия речи, а существующие методы оценки обладают такими недостатками, как значительные погрешности и ограниченное применение [1, 2].

Питание усилителей, в том числе – аудиосистем, осуществляется через сеть переменного тока. Изменение потребления тока нагрузки приводит к нестабильности по току на входе стабилизатора [3]. Таким путем РС из питаемой микрофонной системы способен проникать в электромагнитный (ЭМ) канал утечки в составе излучения усилителя. Другим способом образования КУИ РС является цифро-аналоговое преобразование (ЦАП), порождающее побочные излучения, которые содержат информацию об исходном сигнале [4].

Известно, что РС характеризуется спектром сложной формы в широком диапазоне от 90 до 10-13 кГц [5]. Во временной области для РС может быть вычислена огибающая в узкой и заранее известной полосе низких и инфразвуковых частот, которая отражает скорость смены фонем речи. В данной работе предлагается метод оценки защищенности КУИ на основе анализа огибающей измерительного речевого сигнала в точке наблюдения.

Рассмотрим аналитический сигнал  $s(t)$ , реальная  $s_{re}(t)$  и мнимая  $s_{im}(t)$  части которого связаны преобразованием Гильберта [6]. Практическая значимость соотношения (1) заключается в возможности выделения из его частей мгновенной амплитуды  $u(t)$  (2), фазы и частоты исходного колебания, что применимо и к реальным сигналам.

$$s_{im}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s_{re}(\tau)/\pi(t - \tau)d\tau \quad (1)$$

$$u(t) = \sqrt{s_{re}^2(t) + s_{im}^2(t)} \quad (2)$$

Набор значений мгновенной амплитуды соответствует понятию огибающей сигнала, которой оперируют при обработке амплитудно-модулированных (АМ) сигналов.

При оценке защищенности РС требуется установить взаимосвязь между сигналами в точке излучения и точке наблюдения – в канале утечки. В качестве меры схожести последовательностей предлагается использовать значение коэффициента корреляции Пирсона (3), обозначаемого как  $R$  [7], и который отражает то, насколько изменение одной величины влияет на изменение другой.

$$R = M[(s(t) - M(s(t))) \times (u(t) - M(u(t)))] / (\sigma_{s(t)} \times \sigma_{u(t)}) \quad (3)$$

где  $M$  – математическое ожидание;  $\sigma$  – стандартное отклонение.

Метод оценки защищенности РС КУИ на основе взаимно-корреляционного анализа заключается в генерации и излучении измерительного сигнала (ИС), огибающая которого сравнивается с огибающей в точке наблюдения. Алгоритм (рисунок 1) включает шаги:

1. Генерация измерительного АМ-сигнала  $s_{тест}(t)$  в речевом диапазоне частот. При этом модулируемое многочастотное колебание  $s_{несущ.тест}(t)$  должно включать набор кратных гармоник основного тона  $f_i = i \times f_1$ , который лежит в области 100-200 Гц, а модулирующее колебание  $s_{мод.тест}(t)$  должно иметь квазипериодическую структуру в области до 30 Гц.

2. Выделение огибающей  $u_{тест}(t)$  из измерительного АМ-сигнала.

3. Излучение измерительного сигнала  $s_{тест}(t)$  в КУИ и его измерение в точке наблюдения как  $s_{куи}(t)$ , который в простейшей модели КУИ может быть представлен как аддитивная смесь с шумом КУИ  $\omega(t)$ .

4. Выделение из  $s_{куи}(t)$  огибающей  $u_{куи}(t)$  аналогично п. 2.

5. Обработка  $u_{тест}(t)$  и  $u_{куи}(t)$  взаимно-корреляционным способом (3).

6. Сравнение полученной величины  $R$  с нормативным пороговым значением  $R_{\text{порог}}$ .

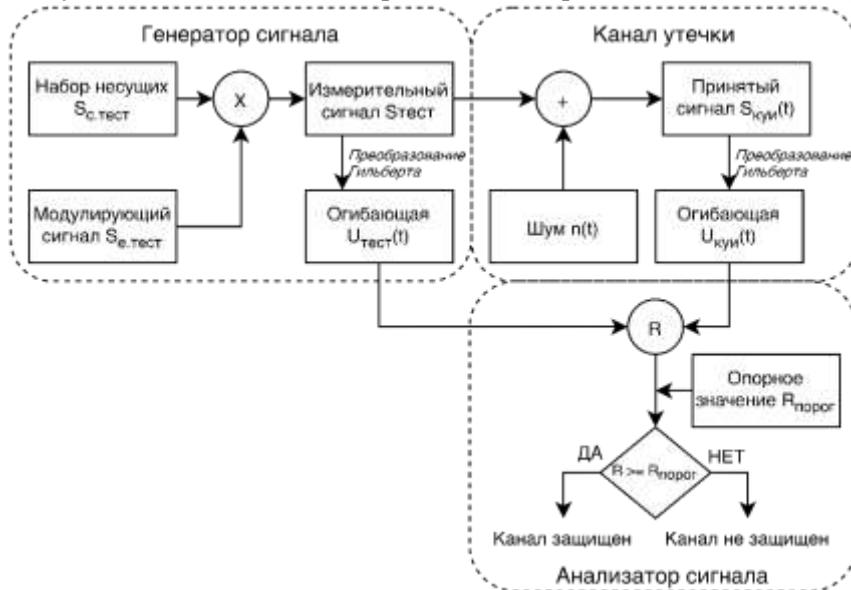


Рисунок 1 – Алгоритм имитационной модели метода оценки

Имитационное моделирование реализовано в программной среде MatLab, на рисунке 2 показаны его результаты: значения коэффициентов  $R$  и модуляции  $m$  измерительных сигналов как среднее арифметическое 10 измерений согласно представленному алгоритму.

В качестве измерительных сигналов был использован РС  $S_{\text{речь}}(t)$  – озвученная на русском языке фраза-панграмма; выделенная огибающая  $u_{\text{речь}}(t)$ ; гармонический АМ-сигнал  $S_{\text{гарм.АМ}}(t)$  при  $m = 1$ ; выделенная огибающая  $u_{\text{гарм.АМ}}(t)$ . Исходные РС подвергались зашумлению с различными отношениями сигнал/шум (ОСШ). В результате были получены сигналы  $S_{\text{речь.куи}}(t)$ ,  $u_{\text{речь.куи}}(t)$ ,  $S_{\text{гарм.АМ.куи}}(t)$  и  $u_{\text{гарм.АМ.куи}}(t)$  соответственно. Огибающие ограничивались по частоте до 30 Гц. Измерено соотношение исходного  $m$  и полученного  $m_{30\text{Гц.куи}}$  коэффициента модуляции. Дополнительно для сигналов  $u_{\text{речь}}(t)$  и  $u_{\text{речь.куи}}(t)$  был реализован вариант без ограничения по частоте для исследования влияния высокочастотной (ВЧ) составляющей на результаты моделирования, значение  $m_{\text{куи}}$ .

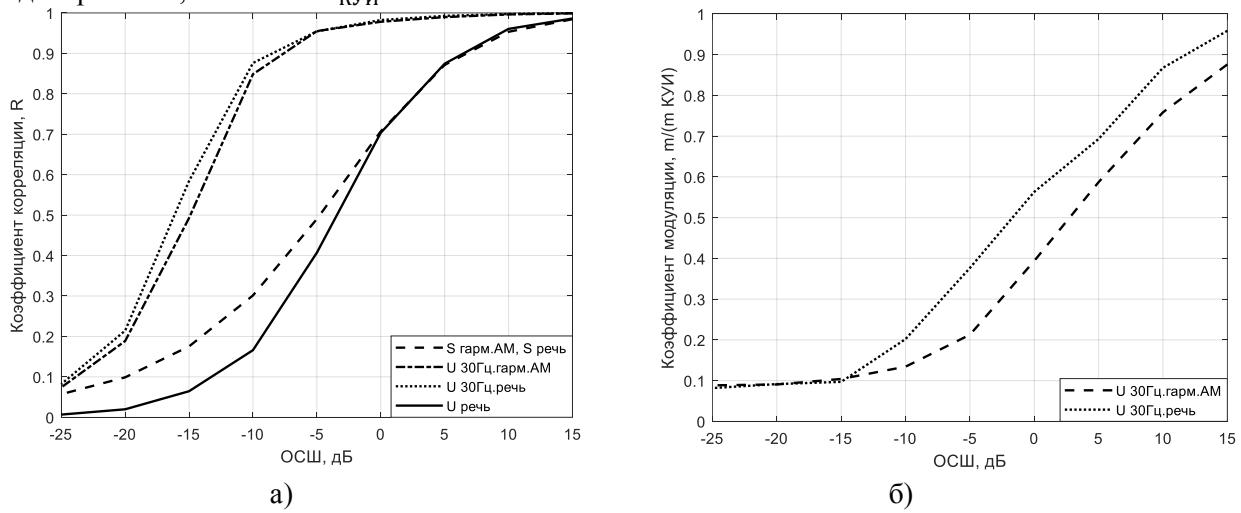


Рисунок 2 – Результаты моделирования при различных уровнях шума, сравнение: а)  $R$ ; б)  $m$

Из рисунка 2а следует, что оценка корреляционных свойств сигналов во всей доступной частотной полосе дает низкие значения, поскольку влияние широкополосного шума снижает величину схожести. Это подтверждается быстрым спадом не ограниченных по частоте кривых. Рисунок 2б демонстрирует характер падения коэффициента модуляции  $m_{30\text{Гц.куи}}$ , вычисленного по огибающим сигналам. Показано, что модуляция речевого сигнала более устойчива к шуму, чем гармонического модулированного сигнала.

Представлен метод оценки защищенности канала утечки информации на основе взаимно-корреляционного анализа огибающей измерительного сигнала в речевом диапазоне частот и результаты имитационного моделирования метода. Произведен сравнительный анализ результатов для огибающей речевого сигнала, исходного речевого сигнала и гармонического амплитудно-модулированного сигнала. Показаны преимущества использования огибающей речевого сигнала для оценки защищенности канала утечки информации.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Анохин В.В., Герасименко Е.А., Кондратьев А.В. Рассмотрение критериев защищенности речи на основе словесной и смысловой разборчивости. Специальная техника. 2016; 6: – С. 22–28.
2. Гавриленко А.В., Дидковский В.С., Продеус А.Н. Сравнительный анализ некоторых методов оценки разборчивости речи /Акустический симпозиум «Консонанс-2007». Тезисы доклада, 25–27 июля 2007. – Киев, 2007. – С. 54–65.
3. Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование. Горячая линия–Телеком. 2001: 344.
4. Адамовский, Е. Р. Излучение цифро-аналогового преобразователя при обработке тестовых сигналов / Е. Р. Адамовский [и др.] // Современные средства связи : материалы XXVI Междунар. науч.-техн. конф., г. Минск, 21–22 окт. 2021 г. / Белорусская государственная академия связи ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2021. – С. 124–126.
5. Трушин В.А., Иванов А.В., Рева И.Л. О корректировке методики оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам. Специальная техника. 2016; 6: – С. 22–30.
6. Бутырский, Е. Ю. Преобразование гильберта и его обобщение. Научное приборостроение. 2014; 24(4): – С. 30–37.
7. Рябенко Д.С., Лавров С.В., Боровкова Е.С. Приложение сигнальных графов и матричного анализа для математического моделирования каналов утечки информации. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. 2018; 4: – С. 56–60.

А.А.БАТУРА<sup>1</sup>, А.В.БУДНИК<sup>2</sup>, С.М.БОРОВИКОВ<sup>1</sup>

#### **НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Методы, используемые в отечественной [1, 2] и мировой [3–5] практике для расчета надежности электронных систем обеспечения безопасности, функционирующих на объектах любого назначения, в том числе выполняющих прием, хранение и передачу информации, принимают во внимание возникновение устойчивых отказов функциональных частей электронных систем безопасности. Эти отказы вызывают техническую неисправность функциональной части системы безопасности, что, в свою очередь, либо снижает вероятность защиты объекта (при наличии резервирования функциональной части), либо приводит к полной потере системой работоспособности (при отсутствии резервирования). В случае таких отказов восстановление работоспособности системы и/или обеспечение необходимой вероятности защиты объекта могут быть достигнуты путем ремонта и/или замены отказавшей функциональной части системы.

Практика использования электронных систем безопасности на объектах различного функционального назначения показывает, что для обеспечения защиты объектов принципиальными являются также временные отказы функциональных частей системы, которые, согласно новому ГОСТу в области надежности технических изделий [5], называют сбоями. Временный отказ (сбой) это самоустраниющийся отказ или однократный отказ, устранимый незначительным вмешательством оператора. Англоязычный термин этого отказа – en interruption. Причинами появления временного отказа являются естественные и искусственные воздействия факторов окружающей среды: молния, раскаты грома, сильный ветер, включение мощной электромагнитной промышленной установки и т.д. Возникновение временного отказа может приводить к тому, что например, датчик электронной системы безопасности, будучи технически

исправным, временно не отреагирует на факт проникновения нарушителя. После исчезновения причины, вызвавшей временный отказ, датчик восстанавливает свою работоспособность без выполнения технического ремонта. Или второй пример, электрическая помеха по цепи питания вызовет сбой (временный отказ) микропроцессорного приемно-контрольного устройства электронной системы безопасности и, как следствие, информация, поступающая с датчиков системы будет обработана неправильно. А устранение сбоя микропроцессорного устройства потребует проведение операций перезагрузки устройства. Таким образом, из-за возможных временных отказов функциональных частей системы ее технические устройства являются неидеальными с точки зрения восприятия нарушителя или обработки поступающих сигналов. Из сказанного следует вывод, что практически всегда имеет место соотношение

$$P_{\text{заш}} < R_{\text{ЭСБ}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{заш}}$  – вероятность защиты объекта с помощью рассматриваемой электронной системы безопасности;  $R_{\text{ЭСБ}}$  – вероятность работоспособного состояния системы в данный момент времени, причем эта вероятность принимает во внимание устойчивые отказы, следствием которых являются возникающие неисправности технических устройств системы.

Актуальным является вопрос, как при анализе надежности электронной системы безопасности учесть возможные временные отказы функциональных частей системы и рассчитать показатель  $P_{\text{заш}}$ , который более достоверно характеризует потенциальные возможности системы по защите объекта в конкретных эксплуатационных условиях.

Для оценки эксплуатационной надежности электронной системы безопасности предлагается в расчетах надежности дополнительно использовать вероятности восприятия нарушителя датчиками системы и вероятности правильной обработки микропроцессорными устройствами (функциональными частями системы) сигналов, поступающих от датчиков или команд от приемно-контрольных устройств. Причем эти вероятности должны учитывать факт возможного невосприятия нарушителя датчиками или факт возможной неправильной обработки устройствами системы поступающей информации в случаях, когда функциональные устройства системы технически исправны, но кратковременно теряют работоспособность из-за временного отказа. Первая попытка реализовать предлагаемый подход была предпринята в одной из лабораторных работ по учебной дисциплине «Теоретические основы проектирования электронных систем безопасности» в учебном практикуме [7]. В лабораторной работе использовались примерные значения указанных вероятностей, выбранные для учебных целей. Для определения эксплуатационных значений этих вероятностей, близких к реальным ситуациям, в настоящее время выполняется работа по поиску статистических данных, позволяющих определить частоты появления причин, вызывающих временные отказы функциональных частей системы, а также частоты возникновения непосредственно самих временных отказов функциональных частей системы при появлении той или иной причины в конкретных эксплуатационных условиях с учетом инфраструктуры, окружающей интересующий объект и систему обеспечения безопасности.

Есть основания предполагать, что предлагаемый в данной работе подход позволит определить для электронных систем безопасности проектные показатели защиты объектов, хорошо подтверждаемые практикой использования систем безопасности.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Боровиков, С. М. Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян ; под ред. С. М. Боровикова. – Минск : БГУИР, 2010. – 68 с.
- 2 .Надежность электрорадиоизделий, 2006 : справочник / С. Ф. Прытков [и др.]. – М. : ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
3. Reliability prediction of electronic equipment : Military Handbook MIL–HDBK-217F. – Washington : Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
4. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment. RDF 2000 : reliability data handbook / Paris : UTE C 80-810. 2000. – 99 p.
5. Reliability Prediction Model for Electronic Equipment : The Chinese Military / Commercial Standard GJB/z 299B. – Yuntong Forever Sci.-tek. Co. Ltd. China 299B.
6. ГОСТ 27.002-2015. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Термины и определения. Дата введения – 01.03.2017. – М. : Стандартинформ, 2016. – 24 с.

7. Теоретические основы проектирования электронных устройств. Лабораторный практикум : пособие / С. М. Боровиков [и др.] ; под ред. С. М. Боровикова. – Минск : БГУИР, 2013. – 63 с.

Т.М.МАНСУРОВ<sup>1</sup>, Р.С.МАМЕДОВ<sup>1</sup>

## **КВАНТОВЫЕ ПРОТОКОЛЫ ПРЯМОЙ БЕЗОПАСНОЙ СВЯЗИ**

*<sup>1</sup>Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика,*

Одним из основных способов обеспечения конфиденциальности информации в открытых сетях телекоммуникации является ее защита криптографическими методами. Квантовые протоколы прямой безопасности связи позволяют передачи конфиденциальной информации напрямую, т.е. без ее шифрования и поэтому появилось название этого направления квантовой криптографии. Аналогом таких протоколов в классической криптографии является схема с отводным каналом, в которой злоумышленник получает информацию по дополнительному (отводному) каналу, не имея прямого доступа к основному каналу между легитимными пользователями [1-3]. В классической схеме крипtosистемы с отводным каналом для обеспечения теоретико-информационной стойкости уровень помех в отводном канале должен быть больше уровня помех в основном канале. В квантовых протоколах прямой безопасности связи таких условий на квантовый канал не накладывается. Существуют также более сложные схемы протоколов с отводным каналом, в которых используется обратная связь [3]. В таких схемах при определенных условиях теоретико-информационная стойкость может быть достигнута, даже если уровень помех в основном канале больше уровня помех в отводном канале.

Одним из простых протоколов квантовой прямой безопасности связи является так называемый пинг-понг протокол. Первый вариант этого протокола с использованием перепутанных состояний Белла и без использования квантового сверхплотного кодирования. Основное преимущество этого протокола заключается в том, что не требуется большой квантовой памяти и поэтому может быть реализован при сегодняшнем уровне технологий квантовой информатики. Для демонстрации работы протокола по оптическому квантовому каналу был передан случайный двоичный ключ длиной 10000 бит при скорости передачи 4250 бит/с, а уровень ошибок составил 3,8%, что можно считать вполне приемлемыми значениями для практического использования протокола. К настоящему времени в известных работах предложены несколько пинг-понг протоколов с использованием пар и триплетов перепутанных кубитов и кутритов, а также соответствующего квантового сверхплотного кодирования [1-3].

Проведен анализ атаки пассивного перехвата и ряда других атак на эти протоколы [1,2,4], а также на основе предложенного метода повышения стойкости пинг-понг протоколов выполнен синтез безопасной квантовой системы прямой связи [1,2]. Метод усиления стойкости пинг-понг протоколов необходим в связи с их асимптотической стойкостью к атаке пассивного перехвата. Поскольку вероятность обнаружения этой атаки при однократном контроле подслушивания меньше единицы для всех исследованных к настоящему времени пинг-понг протоколов [1,2], а кроме того ошибки в режиме контроля подслушивания будут создаваться не только атакой, но и естественным шумом в квантовом канале связи, поэтому необходимо выполнить некоторое количество раундов контроля обнаружения этой атаки. Так как режимы контроля подслушивания и передачи информации необходимо чередовать случайным образом, то некоторое количество информации может утечь к злоумышленнику. Чтобы сделать эту информацию бесполезной для него, и был предложен метод усиления стойкости пинг-понг протоколов [1,2,5].

Для обеспечения высокого уровня стойкости длина блока  $r$  и соответственно размер матриц  $K_i$  должны выбираться таким образом, чтобы вероятность успешной атаки после передачи *одного* блока была пренебрежимо малой величиной. Матрицы  $K_i$  передаются субъекту  $B$  по обычному открытому каналу после завершения квантовой передачи, но только в том случае, если легитимные пользователи убедились в отсутствии атаки. Затем субъект  $B$  обращает полученные матрицы и, умножив их на соответствующие блоки  $b_i$ , восстанавливает исходные блоки сообщения  $a_i$ .

Для квантового канала со значительным уровнем шумов субъект  $A$  должен сначала передать некоторое количество хешированных блоков, достаточное для того, чтобы можно было сделать статистически значимую оценку уровня ошибок, которые регистрируются в режиме контроля подслушивания. Затем эта оценка сравнивается с известным заранее граничным значением естественного уровня шума в данном квантовом канале. Если сделанная оценка уровня ошибок

превышает допустимое значение, то сеанс связи прерывается, так как это превышение приписывается атаке. Иначе передается следующая последовательность блоков и снова выполняется оценка уровня ошибок. Матрицы  $K_i$  передаются все сразу только после успешного завершения квантовой передачи. Описанная процедура не является шифрованием сообщения и не требует секретных ключей, а может быть названа обратимым хешированием или хешированием с использованием двухсторонней хеш-функции, роль которой играет случайная обратимая матрица чисел. Для каждого блока должна использоваться отдельная матрица  $K_i$ , что позволит предотвратить криptoаналитические атаки, подобные атакам на шифр Хилла, которые возможны там при многократном использовании одной матрицы для шифрования разных блоков. Подобную атаку субъект  $E$  мог бы провести, если бы ему удалось до обнаружения его операций в квантовом канале перехватить несколько блоков, хешированных с одной и той же матрицей. Поскольку матрицы в данном случае не являются ключом и их можно передавать по открытому обычному каналу, передача нужного количества матриц не представляет проблемы.

Отдельную группу протоколов квантовой прямой безопасной связи составляют протоколы с передачей перепутанных кубитов блоками. В таких протоколах субъект  $B$  приготавливает сразу большое количество перепутанных состояний, а затем посыпает субъекту  $A$  отдельные кубиты из каждого состояния в определенном порядке. Затем субъект  $A$  сообщает субъекту  $B$  для каждого кубита результат измерения и выбранный базис. Субъект  $B$  выполняет измерение второго кубита из каждой пары, выбранной субъектом  $A$  для контроля подслушивания, в том же базисе.

Описанная процедура контроля подслушивания позволяет проводить такой контроль до передачи самого сообщения, в отличие от пинг-понг протокола, где контроль подслушивания чередуется с передачей сообщения. Передача сообщения в протоколе, предложенном в [83], выполняется после описанного контроля подслушивания, для чего используются оставшиеся кубиты, т.е. те, которые не были выбраны для контроля подслушивания. В результате этот протокол обладают более высокой степенью стойкости к атаке пассивного перехвата, чем пинг-понг протокол, так как если легитимные пользователи обнаружили подслушивание, то они прерывают протокол и никакая информация не попадает к злоумышленнику. Однако, для реализации такого протокола необходима квантовая память, объем которой должен значительно превышать размер самого сообщения, что пока находится за пределами современных технологических возможностей. К настоящему времени предложено достаточно много квантовых протоколов прямой безопасной связи с передачей квантовых систем блоками. Эти протоколы используют различные перепутанные состояния трех и даже четырех кубитов [1,2], а также перепутанные состояния пар кутритов.

Отметим, что для трех кубитов существует шесть различных типов перепутанных состояний, из которых два являются подлинно перепутанными, - это состояния Вернера ( $W$ -состояния) и состояния ГХЦ. Подлинное перепутывание означает, что соответствующее состояние не может быть записано, как тензорное произведение состояний меньшего числа кубитов.

**Заключение.** Таким образом, квантовые протоколы прямой безопасной связи, как в определенной мере и схемы с отводным каналом в классической криптографии, обеспечивают возможность безопасной передачи конфиденциальной информации открытым каналом связи без ее шифрования или утаивания стеганографическими методами. Тем самым решается сложная проблема распределения секретных криптографических ключей. К настоящему времени предложены протоколы квантовой прямой безопасной связи, как с использованием одиночных квантовых систем, так и с использованием перепутанных состояний.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Василиу, Е. В. Синтез основанной на пинг-понг протоколе квантовой связи безопасной системы прямой передачи сообщений / Е.В. Василиу, С.В. Николаенко // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2009. – № 1. – С. 83–91.
2. Мамедов, Р. С. Пинг-понг протокол квантовой безопасной связи с четырехкубитными перепутанными  $W$ -состояниями / Р. С. Мамедов // Науково-технічний журнал «Захист інформації». – 2011, № 3(52). – С. 32–44.
3. Vasiliu, E. V. Non-coherent attack on the ping-pong protocol with completely entangled pairs of qutrits / Eugene V. Vasiliu // Quantum Information Processing. – 2011. – V. 10, num. 2. – P. 189–202.
4. Wyner, A. D. The wire-tap channel / A.D. Wyner // Bell System Technical Journal. – 1975. – V. 54. – P. 1355 – 1388.
5. Lai, L. The Wiretap Channel with Feedback: Encryption Over the Channel / L. Lai, H. El Gamal, H.V. Poor // IEEE Transactions on Information Theory. – 2008. – V. 54, issue 11. – P. 5059–5067.

## **ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ЗАПУСКА ПРОЦЕССОВ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОБЫТИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Одной из важнейших задач мониторинга событий безопасности является обнаружение атак на рабочие станции пользователей с помощью вредоносного программного обеспечения. В результате повышения скрытности своего присутствия в системе вредоносное программное обеспечение остается незаметным для антивирусного программного обеспечения и пытается замаскировать свою деятельность под видом легитимной работы операционной системы. Одним из распространенных способов маскирования является имитация ключевых процессов операционной системы. В связи с этим возникает задача обнаружения аномалий запуска процессов операционных систем рабочих станций для обнаружения вредоносного программного обеспечения, которое использует механизмы маскирования собственного присутствия.

Усложнение информационных инфраструктур современных предприятий и сопутствующие трудности по мониторингу их состояния привели к появлению систем, предоставляющих удобный способ управления событиями, их долговременного хранения, корреляции и анализа – систем мониторинга и корреляции событий информационной безопасности. В основе этих систем лежит понятие журнала событий, который представляет собой запись события, происходящего в организации, системе или сети. Журнал событий состоит из отдельных записей, каждая из которых содержит информацию о событии, произошедшем в системе или сети.

Операционные системы записывают в журналы событий разнообразную информацию, относящуюся к безопасности., в частности системные события и события аудита. Анализ журналов событий позволяет выявить инциденты безопасности, отклонения от политик, проблемы функционирования вскоре после того как они произошли. Инфраструктура систем управления журналами событий состоит из трех уровней: генерация журналов событий, анализ и хранение журналов событий, мониторинг журналов событий.

Системы мониторинга объединяют все указанные выше подходы к управлению журналами событий и способны выявлять сетевые атаки; вирусные эпидемии или отдельные вирусные заражения, не удаленные вирусы, бэкдоры и трояны; попытки несанкционированного доступа к конфиденциальной информации; фрод и мошенничество; ошибки и сбои в работе информационных систем; уязвимости; ошибки конфигураций в средствах защиты и информационных системах.

Решение системы мониторинга включает в себя, как правило, несколько компонентов:

- агенты, устанавливаемые на инспектируемую информационную систему (актуально для операционных систем; агент представляет собой резидентную программу (сервис, демон), которая локально собирает журналы событий и по возможности передает их на сервер);
- коллекторы на агентах, которые, по сути, представляют собой модули (библиотеки) для понимания конкретного журнала событий или системы;
- серверы-коллекторы, предназначенные для предварительной аккумуляции событий от множества источников;
- сервер-коррелятор, отвечающий за сбор информации от коллекторов и агентов и обработку по правилам алгоритмам корреляции;
- сервер баз данных и хранилища, отвечающий за хранение журналов событий.

Как правило, возникает необходимость обнаруживать аномалии в тот момент, когда они появляются в системе. Для решения этой задачи разработчики Sysinternals создают продукт Sysmon, который фиксирует множество параметров запуска и работы процессов операционной системы в журнале аудита самой операционной системы, при этом позволяет отслеживать работу процессов на ранней стадии загрузки операционной системы, но не решает задачу обнаружения аномалий, предполагая ручной просмотр событий в журнале аудита операционной системы. Такой подход предполагает использование систем мониторинга событий информационной безопасности, для которых события Sysmon в журнале аудита Microsoft выступают в качестве источника информации. Таким образом, возникает задача систематизации знаний о работе процессов операционной системы

Windows, фиксированию эталонных значений для ключевых процессов операционной системы и созданию правил обнаружения аномалий в их работе системами мониторинга информационной безопасности.

Системы мониторинга событий информационной безопасности являются центральной точкой контроля состояния информационной безопасности предприятий применение их в качестве прикладного инструмента в задаче обнаружения аномалий является целесообразным и, в конечном счете, является задачей данного исследования.

Для обнаружения аномалии в работе процессов операционной системы Microsoft Windows использовалась следующая методика:

- 1) установка и настройка программного обеспечения Microsoft Sysmon для регистрации событий запуска процессов и установления сетевых соединений;
- 2) установка и настройка модуля сбора событий информационной безопасности HP ArcSight SmartConnector;
- 3) определение эталонного состояния работы процессов операционной системы;
- 4) настройка правила корреляции событий безопасности программного обеспечения HP ArcSight ESM с целью обнаружения аномалии работы процесса операционной системы Windows;
- 5) установка и настройка генератора тестовых событий HP ArcSight Test Alert Smart Connector, генерация аномальных событий;
- 6) обнаружение аномалии в окне просмотра результатов срабатывания правил корреляции HP ArcSight ESM.

Для решения поставленной задачи был реализован следующий макет представляет собой виртуальный стенд, состоящий из 4 виртуальных машин, соединенных между собой виртуальным коммутатором.

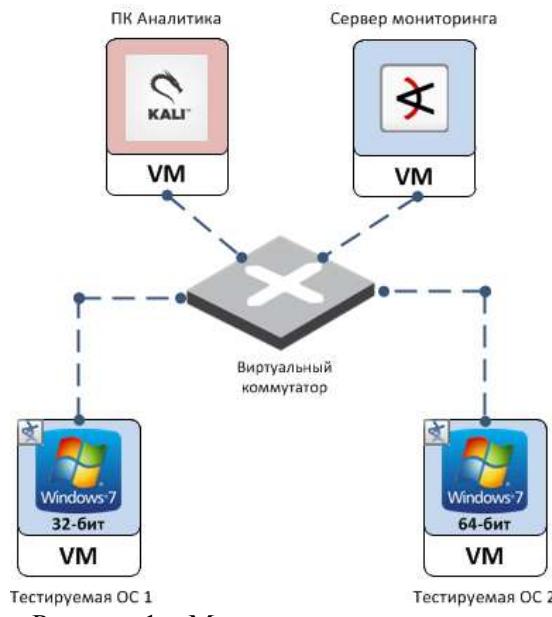


Рисунок 1 – Макет виртуального стенда

Использование ПО HP ArcSight Console на рабочей станции аналитика безопасности (виртуальная машина ПК Аналитика) позволит зафиксировать в виде правил корреляции эталонные параметры для каждого из ключевых процессов операционной системы Windows. В дальнейшем любое отклонение от указанных параметров будет рассматриваться правилами корреляции как инцидент информационной безопасности и аномалия работы процессов операционной системы. Кроме того, данное ПО используется для просмотра событий корреляции, возникающих в результате обнаружения возможных аномалий. Использование ПО HP ArcSight Test Alert Smart Connector позволит осуществить генерацию тестовых событий, которые должны быть зафиксированы правилами корреляции как непопадающие под эталонные условия, т.е. аномальные.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Concepts for ArcSight ESM 5.5, Hewlett-Packard Development Company, L.P., 2013.
2. Microsoft Sysmon[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://technet.microsoft.com/en-us/sysinternals/dn798348>.

## **АЛГОРИТМ АТАКИ ИНТЕРНЕТ-САЙТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Формы, расположенные на страницах интернет-сайтов, являются одним из важнейших способов поддержания связи с посетителями интернет-сайтов. В тоже же время формы являются объектом для изучения их злоумышленниками, т. к. через них происходит взаимодействие с серверной частью интернет-сайта, отвечающей за обработку информации, хранение данных и генерацию пользовательской части интернет-сайта.

Спам форм - это повторяющаяся отправка данных через формы, расположенные на страницах интернет сайтов, с заданной периодичностью. Суть данного вида атак заключается в том, чтобы ресурсы, затрачиваемые интернет-сайтом, превышали физически доступные для него. Таким образом, сервер становится не способным своевременно обрабатывать поступающие запросы, и происходит так называемый отказ в обслуживании - состояние сервера, при котором он становится недоступен. Казалось бы, простая операция не должна создавать столь сильную нагрузку на сервер, однако большинство интернет-сайтов в качестве способа уведомления администратора или владельца о новых сообщениях используют Email-рассылку. Сама по себе Email-рассылка на базе протокола SMTP [1] достаточно медленная в сравнении с рассылкой в таких мессенджерах, как Telegram, и имеет ряд ограничений в использовании. Ограничения накладывают хостинг провайдеры и провайдеры почтовой рассылки, например, Hoster.by допускает только 250 сообщений в сутки. Таким образом, для нарушения работы интернет-сайта, размещенного на мощностях Hoster.by, достаточно 250 отправленных через формы сообщений, чтобы нарушить нормальный режим работы интернет-сайта на целые сутки.

Спам форм также можно рассматривать как эффективный способ недобросовестной конкуренции, так как даже если мы смогли обеспечить равномерную нагрузку на протокол SMTP сервера, например, путем создания списков и очередей рассылки, то отличить реальных клиентов от спама будет практически невозможно. Именно поэтому спам форм является серьезной угрозой не только для коммерческих, но и для государственных интернет-сайтов.

Существуют следующие способы защиты форм [2, 3]:

- капча;
- honeyPot поле;
- javaScript формы.

Капча - это инструмент защиты, который представлен как правило в виде проверочного поля, где пользователь должен выполнить некоторые контрольные действия. Самыми распространенными и эффективными являются капчи reCAPTCHA и MTcaptcha. Проблемой данных инструментов является снижение количества пользователей, которые хотят взаимодействовать с формами, где используются подобный инструменты, так как решение задач, которые ставит данный инструмент перед пользователями, занимает крайне много времени. Это приводит к снижению эффективности интернет-сайта, а это, например, или потеря клиента, в случае коммерческого интернет-сайта, или повышенная нагрузка на кол-центр при его наличии.

HoneyPot - это, как правило, input поле, скрытое из поля видимости пользователя, т.е. обычный пользователь не может с ними взаимодействовать, а бот может. Недостаток данного способа заключается в том, что штатными средствами JavaScript можно определить видимость элемента, и доступен ли элемент для взаимодействия.

JavaScript формы - это формы которые недоступны сразу после загрузки страницы, а генерируются в процессе взаимодействия с ней. Данный способ тоже мало эффективен при точечной атаке, т.к. нам в любом случае станут известны шаги, которые приведут к готовности формы для взаимодействия.

Алгоритм атаки интернет-сайта через формы представлен на рисунке 1. На этапе конфигурирования для атаки необходимо определить тематику атакуемого ресурса, учитывать географическую принадлежность, язык и его особенности, чтобы максимально подробно имитировать реальные данные. Подавляющее большинство форм - это формы обратной связи, из этого следует, что формы потенциально будут содержать поля, в которых необходимо указать Email,

имя, некоторую текстовую информацию, следовательно, ее необходимо подготовить и определить в момент конфигурирования.

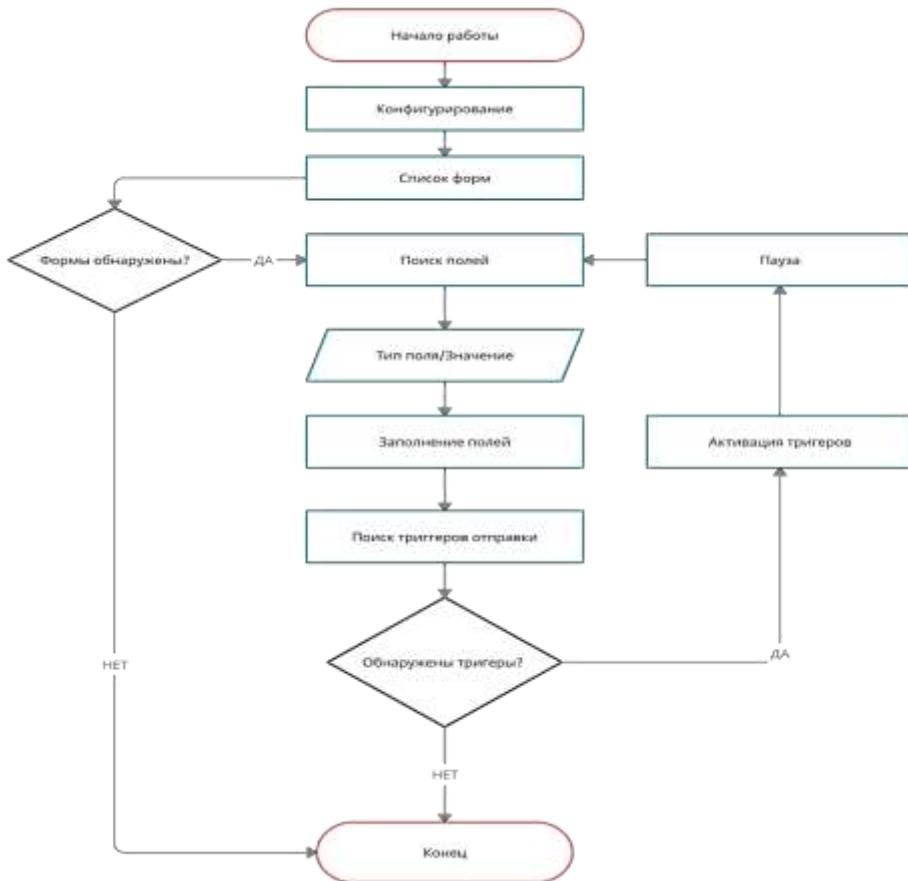


Рисунок 1. Алгоритм атаки на формы интернет-сайтов

Алгоритм должен проверять наличие форм и возможность взаимодействия с ними путем поиска триггеров активации отправки, чтобы хоть как-то имитировать поведение пользователей и обходить простые блокировки повторных отправок.

Важным параметром конфигурации алгоритма является таймаут. Он определяется преследующими целями, мы можем просто потерять среди всех отправленных данных данные, отправленные реальными пользователями, а можем вызывать отказ в обслуживании.

На следующих этапах получаем список форм, доступных для взаимодействия, и приступаем к их перебору. В каждой форме обнаруживаются поля, проверяется их тип, описания, и проставляется соответствующее значение их конфигурации. Как только поля всех форм на странице заполнены, находим все элементы на странице, которые запускают процесс отправки, и выполним программный клик по ним. Цикл алгоритма завершен, и он будет перезапущен через время, определенное в конфигурации.

Программная реализация данного алгоритма доступна по адресу [https://two.pipelinecore.ru/plugins/form\\_attack.js](https://two.pipelinecore.ru/plugins/form_attack.js) и готова к использованию. Данный код достаточно вставить в devTools консоль браузера Chrome в момент посещения какого-либо сайта. Надо понимать, что данная реализация алгоритм не унифицирована и будет требовать ситуационных доработок и конфигурирования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Simple Mail Transfer Protocol [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5321>. – Дата доступа : 03.09.2022.
2. Как защитить форму от спам-ботов: подробное руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://leadplan.ru/blog/zashchita-ot-spam-botov>. – Дата доступа : 01.09.2022.
3. Формы на сайте – спамер поневоле [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/vk/blog/354310>. – Дата доступа : 03.09.2022.

## **ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕТЕЙ СВЯЗИ И ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В Государственной Программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы [1], в подпрограмме «Информационная безопасность и «цифровое доверие» предусматривает проектирование отказоустойчивой системы резервирования сетей связи. Вместе с тем ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения», устанавливает систему понятий в области надежности, не предусматривает прямую применение термина «отказоустойчивость»[2]. Однако в статьях и литературе по надежности различных систем этот термин употребляется со смысловым значением текста таких работ. Это вносит некоторые вольности в трактовке этого термина. С целью приданье однозначное значение понятию «отказоустойчивой системы резервирования сетей связи» попытаемся это пояснить из его применения к подобным системам.

При рассмотрении источников, где авторы применяют термин «отказоустойчивость» с большой долей вероятности можно предположить, что это интегральный (комплексный) показатель свойства системы и определяет следующими техническими характеристиками [3]:

- коэффициент готовности, который показывает, какую долю времени от общего времени службы система находится в рабочем состоянии
- надежность системы, которая определяется, например, как вероятность отказа в единицу времени.

Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Надежность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, т.е. это количественная характеристика отдельного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Единичный показатель надежности – показатель, характеризующий одно из свойств, составляющих надежность объекта. Единичными показателями надежности являются показатели безотказности, ремонтопригодности, восстанавливаемости, долговечности, сохраняемости, и не являются показатели готовности. Комплексный показатель надежности включает несколько единичных свойств, составляющих надежность объекта.

Отказоустойчивость следует отличать от отказобезопасности — способности системы при отказе некоторых частей переходить в режим работы, не представляющий опасности для людей, окружающей среды или материальных ценностей. Однако в реальных системах эти два требования могут выступать совместно.

В понимании сетей связи можно предположить, что понятие «отказоустойчивость» – это свойство технической системы, сохранять свою работоспособность после отказа одного или нескольких составных компонентов. Отказоустойчивость определяется количеством любых последовательных единичных отказов компонентов, после отказа сохраняется работоспособность системы в целом. Вместе с тем базовый уровень отказоустойчивости подразумевает защиту от отказа одного любого элемента - исключение единой точки отказа. В этом контексте понятие единой точки отказа это – узел системы, отказ которого приводит к ее неработоспособности, так называемому каскадному отказу.

Основной способ повышения отказоустойчивости – избыточность. На практике различают следующие виды избыточности:

Аппаратная избыточность (резервирование). Методы постоянного резервирования (синтез избыточных устройств, нечувствительных к определенному количеству ошибок) и методы резервирования замещением (использование системы контроля, которая может действовать непрерывно или периодически, так называемая функциональном диагностировании).

Программная избыточность используется для контроля и обеспечения достоверности наиболее важных решений по управлению и обработке информации. Она заключается в сопоставлении

результатов обработки одинаковых исходных данных разными программами и исключении искажения результатов, обусловленных различными аномалиями.

Информационная избыточность наиболее присуща телекоммуникационным системам, в которых информация передается многократно. Она заключается в дублировании накопленных исходных и промежуточных данных.

Временная избыточность заключается в использовании некоторой части производительности компьютера для контроля исполнения программ и восстановления (рестарта) вычислительного процесса (запас времени для повторного выполнения операции, например, двойного или тройного просчета на вычислительной машине).

Системы резервирования в сетях связи должны работать без перебоев даже в случае отказа отдельных серверов или модулей системы, сетевые проблемы, сбои программного обеспечения, аварии на уровне Центров обработки информации (дата-центров). Такие риски можно избежать или хотя бы минимизировать их последствия применения методы резервирования.

В основе отказоустойчивости всегда лежит дублирование компонентов системы и исключение единой точки отказа.

Одним из способов применения резервирования для достижения отказоустойчивости является горизонтальное масштабирование или дублирование всех серверов и настройка их автоматической «горячей» замены в случае выхода из строя основных. И в том, и в другом случае всех критичные компоненты системы резервируются: при горизонтальном масштабировании они все работают параллельно, выход из строя одного из них не критичен для работоспособности системы в целом, а при использовании схемы с «горячей заменой» резервный компонент включается только в момент выхода из строя основного.

Отказоустойчивость может достичь и построив на одном физическом сервере, с использованием аппаратных и программных средств, виртуального копирования реального сервера, но независимого от него программно. Выход из строя такого виртуального сервера не будет приводить к сбоям, но поломка физического сервера приведет к неработоспособности системы.

Более продвинутый вариант – использование нескольких физических серверов (или облачных VPS) в рамках одного дата-центра. В этом случае точка отказа будет сам дата-центр. Самый продвинутый способ – использование не менее трех несвязанных между собой дата-центров для размещения оборудования. В этом случае можно застраховаться от сбоев и на уровне дата-центра.

На программном уровне часто используется микросервисный подход – в этом случае сбой отдельного сервиса не приводит к сбою системы в целом.

В современных веб-приложениях достаточно много функциональных возможностей, многие из которых могут работать изолированно, а часть из них не является критичными. И рационально разрабатывать систему таким образом, чтобы сбой отдельного компонента не приводил к сбою на уровне системы в целом, а сказывался только на уровне своего возникновения.

Экономическая целесообразность подходов к отказоустойчивости определяется индивидуально в каждом конкретном случае. Обычно производится оценка рисков: вероятности сбоя на каждом конкретном уровне и вычисляются возможные экономические потери от них. И на основании этой оценки уже можно принять рациональное решение о необходимости построения отказоустойчивой системы нужного уровня.

Из множества вариантов обеспечения отказоустойчивости системы эксперты рекомендуют выбирать наиболее прозрачный и просто в реализации способ, который удовлетворяет минимальным требованиям отказоустойчивости вашей системы.

Для конкретизации применения термина «отказоустойчивость» целесообразно поставить вопрос перед органами стандартизации о внесении этого термина в ГОСТ 27.002-2015 с четким определением области его применения.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Государственная Программа «Цифровое развитие Беларусь» на 2021-2025 годы.
2. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определение.
3. Отказоустойчивые ИТ-системы: принципы построения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=186752>.

## **ПРОГРАММНЫЙ МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТНОГО ГЕНЕРАТОРА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Для генерации случайных чисел часто используют аппаратные генераторы случайных чисел (ГСЧ). В таких генераторах основой случайности является хаотически изменяющиеся параметры физических процессов. Из-за влияния внешних факторов статистические характеристики аппаратных ГСЧ могут значительно ухудшаться, что делает недопустимым их использование в сфере защиты информации [1].

Для улучшения статистических характеристик ГСЧ могут использоваться различные программные алгоритмы обработки выходной последовательности. К таким алгоритмам относится метод, основанный на вычислении конечных разностей высокого порядка. В результате применения данного метода увеличивается симметрия и величина стандартного отклонения распределения случайных чисел. Кроме того, увеличивается скорость генерации случайных чисел [2].

На основе данного метода было разработано программное обеспечение (ПО), позволяющее получать поток случайных чисел от ГСЧ, подключенного к ПЭВМ, преобразовывать согласно алгоритму и выдавать улучшенную выходную последовательность случайных чисел. Алгоритм работы метода следующий. На вход поступает последовательность случайных двоичных чисел, объединенных по 8 бит, т.е. по байтам. Полученные байты преобразуются в числа размером 64 бит и над ними производится вычисление конечной разности  $N$ -го порядка. Результат вычисления преобразуется в положительное число и представляется в двоичном виде. От этого числа берется  $L$  младших бит и отправляется в выходной поток. Значения порядка  $N$  и количество младших бит  $L$  можно задавать. Входная и выходная последовательность записываются в файлы для дальнейшего тестирования.

Разработанное ПО было применено к опытному образцу аппаратного ГСЧ, который построен на основе шумового диода ND103L. Данный генератор работает следующим образом. На шумовой диод подается обратное напряжение выше напряжения пробоя и в результате лавинного пробоя на выходе появляется случайный шумовой импульсный сигнал, который с помощью компаратора и делителя частоты преобразуется в двухуровневый случайный цифровой шум. Полученная двоичная последовательность собирается в байты и отправляется на ПЭВМ.

Для тестирования метода улучшения статистических характеристик с ГСЧ было получено и записано в файл 6.65 МБ исходных данных. Алгоритм выполнялся при заданных значениях порядка конечной разности  $N = 47$  и количества младших бит  $L = 45$ . Данные значения обеспечивают максимальную скорость генерации без появления корреляции в последовательности [2]. В результате выполнения алгоритма было получено и записано в файл 37.25 МБ выходных данных.

Записанные файлы были протестированы с помощью набора статистических тестов от NIST, который состоит из 15-ти тестов, позволяющих исследовать различные типы отклонения от случайности в последовательности чисел [3].

В результате тестирования файлов было получено, что входная последовательность успешно проходит 11 тестов из 15, а выходная последовательность 14 тестов из 15. В числе прочих выходная последовательность, в отличии от входной, успешно прошла частотный побитовый тест, результат которого напрямую зависит от симметрии распределения последовательности случайных чисел.

Таким образом в результате применения метода статистические характеристики ГСЧ значительно улучшились, а скорость генерации выросла в 5.6 раз. В итоге можно сделать вывод, что данный метод можно успешно применять в аппаратных ГСЧ для улучшения их статистических характеристик и увеличения скорости генерации.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Herrero-Collantes, M., Garcia-Escartin, J.C. Quantum Random Number Generators. // Reviews of Modern Physics . – 2017. –№ 89(1).
2. Chizhevsky, V. N. Symmetrization of single-sided or non-symmetrical distributions: the way to enhance a generation rate of random bits from a physical source of randomness. // Phys. Rev. E. – 2010. – № 82(5).

3. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications // National Institute of Standards and Technology. – Gaithersburg, Maryland, 2010.

Б.Б.БАБАЕВ

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ**

*Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашгабад, Туркменистан*

Стремление к созданию единой, универсальной и открытой для изменений структуры компьютерных сетей привело к тому, что Международная организация по стандартизации (ISO) предложила концепцию открытых систем. Использование этой концепции нашло применение в стандартной модели взаимодействия открытых систем ISO/OSI, разработанной в начале 1980-х годов и ставшей в дальнейшем основой для современного стека протоколов TCP/IP. Модель OSI определяет различные уровни взаимодействия систем, а также функции, выполняемые каждым уровнем. Часть открытой системы, реализующая некоторую функцию и входящая в состав того или иного уровня, называется объектом. Набор правил взаимодействия объектов одного и того же уровня называется протоколом этого уровня. Прикладной уровень объединяет приложения, построенные на клиент-серверной архитектуре. К ним относят протоколы удаленного управления (Telnet, SSH), передачи данных (FTP, HTTP), управления электронной почтой (SMTP, IMAP, POP3), управления доменными именами (DNS), и многие другие. Необходимость обеспечения безопасности всех этих служб трудно переоценить. Проблемы безопасности прикладных протоколов можно разделить на группы:

- ✓ проблемы, связанные с передачей данных;
- ✓ проблемы, связанные с клиентским программным обеспечением;
- ✓ проблемы, связанные с серверным программным обеспечением.

Многие классические протоколы (HTTP, FTP, Telnet, почтовые протоколы) используют текстовые команды, передаваемые по сети в открытом виде. В этих случаях каждый запрос проходит через множество сетей, любая из которых может быть использована для прослушивания или вмешательства в соединение. Кроме этого, существует множество дополнительных угроз, зависящих от специфики конкретного протокола: недостаточная аутентификация, предсказуемые значения идентификаторов, злоупотребление функциональными возможностями и т.п.

TLS (Transport Layer Security) - протокол, наиболее часто применяемый для обеспечения безопасных клиент-серверных соединений. Протокол TLS предназначен для предоставления трех услуг всем приложениям, работающим над ним, а именно: шифрование, аутентификацию и целостность. TLS использует:

- асимметричную криптографию для аутентификации;
- симметричное шифрование для конфиденциальности;
- коды аутентичности сообщений (имитовставку) для контроля целостности данных.

Современные защищенные прикладные протоколы, как правило, строятся на базе TLS. Самым очевидным решением является использование незащищенного прикладного протокола поверх TLS – так работают протоколы HTTPS и FTPS. Эти технологии широко распространены, но без понимания принципов их работы эффект может быть сведен к нулю из-за наличия отдельных небезопасных элементов системы. Кроме того, существуют уязвимости, связанные с конкретными реализациями протокола (например, атака Logjam). Другой широко используемый подход к защите передачи данных на прикладном уровне основан на протоколе SSH. Уже давно существуют технологии rsh (Remote Shell), rlogin, telnet, позволяющие определенным пользователям определенных компьютеров работать с командной оболочкой другого компьютера. Эти технологии уязвимы к перехвату, спуфингу, модификации данных. В результате задача организации безопасного доступа к удаленной консоли была решена с помощью протокола SSH (Secure Shell). В настоящее время, когда сетевые технологии используются для управления сложными технологическими объектами, денежными потоками, конфиденциальными данными, а сбои в работе прикладных приложений или сетевой инфраструктуры могут привести к катастрофам и огромным убыткам, значение технологий защиты сетей трудно переоценить. Защищенные прикладные протоколы значительно повышают безопасность информационных систем, но при этом необходимо понимать базовые принципы реализации этих протоколов и ограничения в их применении. Защищенный сетевой протокол позволяет контролировать подлинность агентов, целостность и конфиденциальность данных, но не

убережет от уязвимостей в клиентских и серверных приложениях и от вредоносного программного обеспечения. Поэтому необходимо понимать, что только комплексный подход к обеспечению защиты информации, где защищенные прикладные протоколы – только одно из используемых средств защиты, обеспечит приемлемый уровень рисков.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Стандарт: ISO 15408 - Общие критерии оценки безопасности информационных технологий.
2. Модель OSI [Электронный ресурс]. URL: <http://www.citforum.ru/nets/switche/osi.shtml>.
3. Стандарт: RFC 793. Transmission Control Protocol.
4. Стандарт: RFC 2246. The TLS Protocol Version 1.0.
5. Стандарт: RFC 2616. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1.
6. Стандарт: RFC 959. File Transfer Protocol (FTP).
7. Стандарт: RFC 4217. Securing FTP with TLS.
8. Стандарт: RFC 4251. The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture.
9. Стандарт: RFC 2821, RFC 2822. Simple Mail Transfer Protocol.
10. Стандарт: RFC 3501. Internet Message Access Protocol - Version 4rev1.
11. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие.

Б.Б.БАБАЕВ

## **РЕШЕНИЯ MDM ДЛЯ ЗАЩИТЫ УСТРОЙСТВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ BYOD**

*Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашгабад, Туркменистан*

Мобильные устройства стали необходимым средством ведения бизнеса. Но вместе с их востребованностью растет и потребность в защите конфиденциальных данных. Стоит отметить, что в этом году рынок мобильных устройств впервые обогнал в своем росте рынок персональных компьютеров. В связи с этим обстоятельством возникают проблемы с обеспечением безопасности обрабатываемых на устройствах конфиденциальных данных. Традиционные средства безопасности либо несовместимы с новыми аппаратными платформами, либо неспособны защитить информацию от нового класса атак и угроз. Одним из решений этих проблем являются системы MDM (mobile device management, англ. «управление мобильными устройствами»). В данной статье будет рассмотрено понятие MDM, функции систем MDM, их достоинства и недостатки. С использованием мобильных устройств связаны совершенно новые векторы угроз, нехарактерные для персональных компьютеров. В общем их можно разбить на три группы: направленные на пользователей, на устройства и на сеть.

Основными угрозами уровня пользователей являются потери и утечки данных, связанные с использованием сторонних приложений и облачных сервисов.

• Девайс-угрозы включают в себя использование уязвимостей мобильных операционных систем, непроверенные и злокачественные приложения, а также риск утраты или кражи устройства ввиду его миниатюрного форм-фактора.

• Сетевые угрозы в основном представлены атаками на устройства через перехват Wi-Fi траффика, атаки man-in-the-middle, небезопасные Wi-Fi точки доступа. MDM (mobile device management) – набор технологий и средств, нацеленных на обеспечение безопасности мобильных устройств и защиту от угроз, описанных выше. MDM-решения всегда комплексны – помимо программных и аппаратных средств они включают в себя подходы к ведению бизнеса и политику по отношению к сотрудникам, направленные на обеспечение безопасности корпоративной информации.

• Угрозы со стороны пользовательских приложений устраняются посредством курирования каталога приложений, в который входят проверенные и безопасные корпоративные и сторонние приложения, а также созданием безопасной экосистемы на мобильном устройстве.

• Меры против девайс-угроз включают в себя жесткое разделение личных и корпоративных данных, возможность удаленной блокировки доступа или удаления данных с устройства, настройку опций приватности и безопасности на уровне операционных систем, использование систем DLP (data leak prevention).

• Борьба с сетевыми угрозами ведется посредством использования VPN на уровне приложений, регуляции доступа устройств к сети, а также использования строгой аутентификации с использованием сертификатов.

Основным недостатком модели MDM является практическая трудность создания такой системы, которая соответствовала бы всем требованиям к безопасности корпоративных данных и при этом была бы проста в настройке и использовании. Одной из основных причин этого является высокая фрагментация девайсов и разнообразие технологий и стандартов. В ходе данного исследования было показано, что MDM-решения безусловно необходимы для обеспечения безопасности конфиденциальных корпоративных и личных данных в условиях современного рынка. Будущее модели MDM напрямую связано с развитием мобильного Интернета и облачных технологий. Возможные же проблемы безопасности исчезнут благодаря отсеванию недобросовестных разработчиков и продавцов, а также развитию технологической базы.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Citrix Systems. Avoiding BYO Policy and Security Pitfalls [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products/solutions/avoiding\\_byo\\_policy\\_and\\_security\\_pitfalls.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products/solutions/avoiding_byo_policy_and_security_pitfalls.pdf).
2. Contextis. MDM. The solution to BYOD? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.contextis.com/documents/3/BYOD\\_in\\_the\\_Enterprise-Context\\_White\\_paper.pdf](http://www.contextis.com/documents/3/BYOD_in_the_Enterprise-Context_White_paper.pdf).
3. MobileIron. Mobile Security Threats and Countermeasures [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.mobileiron.com/sites/default/files/security/Mobile\\_Security\\_Threats\\_and\\_Countermeasures-WP-MKT-6361-V1.pdf](https://www.mobileiron.com/sites/default/files/security/Mobile_Security_Threats_and_Countermeasures-WP-MKT-6361-V1.pdf).

Р.САХАТМУРАДОВ

### **СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В последнее время развитие современного общества приводит к тому, что на смену традиционному индустриальному обществу приходит общество постиндустриальное, информационное, в центре внимания которого стоят задачи эффективного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и переход к новым методам ведение хозяйственной деятельности. Одной из ключевых проблем перехода является создание условий информационной безопасности в целом, а также вопрос обеспечения комплексной системы обеспечения безопасности информации в системе электронного правительства. В сложившихся условиях на территории СНГ существует широкий спектр угрозы безопасности системы электронного правительства, которая представляет собой самую большую информационную базу и систему. Угрозы могут носить различный характер, а именно: внутренний (воздействие на систему электронного правительства со стороны людей, имеющих определенный доступ), внешний (воздействие на систему электронного правительства со стороны внешних пользователей, киберпреступников, киберспецслужб), а также объективные угрозы (утеря информации в результате техногенных катастроф, природных катаклизмов). На основании этого основным приоритетом проектирования системы информационной безопасности для системы электронного правительства является комплексный подход. Система совмещает в себе различные инструменты защиты информации, необходимые для устранения или минимизации угроз безопасности для всех ее составляющих. Единая система гарантирует выполнение поставленных задач по обеспечению информационной безопасности, вытекающих из угроз и нарушений, общесистемной политики безопасности. Внедрение и применение информационно-коммуникационных технологий является неравномерным в отдельных регионах и различных слоях населения. Регионы со слабой инфраструктурой электронного правительства выпадают из системы информационных, экономических и социальных связей с использованием современных информационных технологий, поэтому на современном этапе важно рассмотреть состояние стран СНГ по готовности к электронному правительству и эффективному функционированию обеспечения информационной безопасности, выработать рекомендации по эффективному развитию СНГ с точки зрения готовности к электронному правительству и внедрению систем обеспечения информационной безопасности. С целью достижения высокого уровня информационной базы электронного правительства необходимо внедрение комплексной системы обеспечения информационной безопасности. Данная система

должна объединить в себе различного рода меры и способы защиты (правовые, технологические, организационные, технические и физически). Правильный подход к организации системы информационной безопасности подразумевает возможность постоянного изменения и развития. Управление жизненным циклом системы информационной безопасности вызвано необходимостью усовершенствования и адаптации под появляющиеся новые источники угроз, инструментов их реализации и изменения законодательства.

На настоящем этапе существует 2 основных условия требований системы обеспечения информационной безопасности электронного правительства.

1. Нормативно-правовые акты страны, которые регламентируют принципы обязательности защиты информации ограниченного доступа, в том числе личных данных пользователей.

2. Обеспечение достаточного уровня доверия, как обычных пользователей, так и организаций, к электронному правительству как к стороне предоставляющей информационные услуги и сведению к минимуму рисков, связанных с использованием информационных ресурсов электронного правительства для всех участников данного процесса.

Уже сегодня можно отметить реальные изменения в направлении создания и

активного использования интернет-приемных в органах государственной власти некоторых стран, публикации и раскрытия информации о государственных закупках, проведении публичных конкурсов на замещение вакансий на государственной службе, также можно отметить высокий уровень защиты данных при работе с системами электронного правительства.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Королев, О. Л. Модель оценки риска кибератаки для виртуального предприятия / О. Л. Королёв, С. В. Малков // Экономическая кибернетика. Международный научный журнал. – 2013. – № 1-3. – С. 80–85.
2. Марков, А. С. Систематика уязвимостей и дефектов безопасности программных ресурсов / А. С. Марков, А. А. Фадин // Защита информации. Инсайд. 2013. – № 3. – С. 56–61.
4. Шахалов, И. Ю. Лицензирование деятельности по технической защите конфиденциальной информации / И. Ю. Шахалов // Вопросы кибербезопасности. 2013. – № 1(1). – С. 49–54.
5. Ярочкин, В. И. Информационная безопасность / Учебник для вузов. 2 -е издание. – М. : Академический Проект, Гаудеамус, 2004. – 544 с.

Р.САХАТМУРАДОВ

#### **К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Бурное развитие экономики в настоящее время ставит инновационную деятельность на одно из первых мест. Уровень его развития, структуры и эффективности определяют степень конкурентоспособности современных стран. Благодаря расширению инновационной деятельности государство может повысить уровень развития национальной экономики и обеспечить более высокую ее конкурентоспособность на мировом рынке. В процессе инновационной предпринимательской деятельности бизнес сталкивается с различными трудностями экономического, организационного, международного, правового, экологического плана, а также недобросовестной конкуренцией, влекущей за собой необходимость поддержания высокого уровня информационной безопасности, которая обеспечивает повышение конкурентоспособности организации на внутреннем и мировом рынках. Без надлежащей степени защиты информации применение новых продуктов может быть определено как экономически невыгодное из-за большого ущерба в связи с потерей секретных данных. В этом заключается актуальность выбранной темы в современных условиях высокой конкурентной среды.

Безопасность инновационной деятельности в предпринимательстве включает в себя защищенность субъекта предпринимательской деятельности на всех стадиях его функционирования от внешних и внутренних угроз, которые оказывают на процесс или сам объект пагубное воздействие и от попыток кражи инновационных разработок.

## *Защита информации и технологии информационной безопасности*

Целью внедрения и совершенствования информационной безопасности инновационной организации является контроль по обеспечению устойчивого и эффективного функционирования инновации, обеспечение его высокого уровня конкурентоспособности. Достижение поставленной цели контроля уровня безопасности обеспечивается при выполнении следующих задач:

- 1) поддержание высокого уровня финансовой устойчивости и независимости инновационного предприятия;
- 2) обеспечение высокого уровня системы управления организацией и системы принятия управленческих решений специалистами и руководством компании;
- 3) разработка правовой защиты всех видов инновационной деятельности;
- 4) создание собственного информационного пространства предприятия, доступ к которому имеет ограниченный круг лиц и обеспечение его современными способами защиты;
- 5) владение информацией о финансовом положении конкурентов, их инновационных разработках, развитие мировых и отечественных тенденций в сфере инноваций и потребностей общества в новых продуктах и услугах;

Таблица 1

Структура защиты информации инновационной организации					
Инженерно-техническая защита информации	Организационно-правовая защита информации	Организационно-правовая защита информации	Криптографические методы и средства	Программно-аппаратные методы и средства	Электронная подпись в условиях электронный документооборот и значение

В аспекте стратегического планирования инновационной деятельности особую роль играют инновации в сфере ИБ – генерирования и воплощения идеи по обновлению состава продуктов защиты информации [1]. Инновации в этом смысле являются необходимым условием в тех случаях, когда обновление защитных ресурсов уже не обеспечивает ИБ. Индустрия изменения профиля угроз (вирусы, хакеры, инсайдеры) диктует инновативность ИБ в рамках инновационной деятельности организации.

Например, сегодня для противодействия внутренним нарушителям разрабатываются комплексные платформы безопасности - системы класса ИАС РСКД (информационно-аналитические системы режима секретности конфиденциальных данных). Риски инновационных организаций оправданы внедрением подобных инновационных решений. В данном контексте инновационность – это возможность при внедрении нового продукта или услуги максимально эффективно использовать имеющийся потенциал организации, получив конкурентные преимущества.

Информационная безопасность является неотъемлемой частью в создании, развитии и внедрении инноваций. При этом необходимо учитывать последние инновационные разработки и формировать внутрифирменную стратегию информационной безопасности, в соответствии с направлением деятельности компании.

Совокупность приведенных мер создает условия для применения универсальной модели по обеспечению безопасности инновационной организации и создания более адекватного инструмента защиты от современных угроз.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Инновации в области информационной безопасности. Оправдан ли риск? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.itsec.ru/articles2/bypub/insec-2-2022#sthash.ISe8g3OR.dpuf>. – Дата доступа : 28.01.2022.

Е.С.КАРТАШЕВСКАЯ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОПУЛА-ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ СОБЫТИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российской Федерации*

В различных исследованиях современных способов обнаружения кибератак и аномалий в сетях передачи данных, например [1,2], основное внимание уделяется таким методам, как машинное

обучение, глубокое обучение и технология блокчейн. Однако существуют сугубо математические методы, основанные, в частности, на копула-функциях.

Задано конечное множество объектов  $X$  и конечное множество классов  $Y$ . Функция  $P(x, y)$  – совместная функция распределения пространства  $X \times Y$ . Описание объекта  $x_i \in X$  состоит из набора оценок признаков  $[\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$ , выставленных в ранговых шкалах. Для решения задачи классификации (отнесения объекта к тому или иному типу события информационной безопасности) необходимо найти соотношение, представляющее собой минимум функционала среднего риска:

$$a(x) = \arg \max_{y \in Y} P(y | x_i),$$

где –  $P(y | x_i)$  апостериорная вероятность соответствия класса  $y$  объекту  $x$ , для оценки которой может быть использована функция копулы.

Функция  $C: [0,1]^d \rightarrow [0,1]$  называется  $d$ -размерной копулой при выполнении следующих условий:

$$\begin{aligned} C(u_1, \dots, u_{i-1}, 0, u_{i+1}, \dots, u_d) &= 0 \\ C(1, \dots, 1, u, 1, \dots, 1) &= u \\ B = \prod_{i=1}^d [a_i, b_i] \subseteq [0,1]^d : \int_B dC(u) &\geq 0. \end{aligned}$$

Это значит, что функция  $C$  является функцией распределения многомерной случайной величины  $[u_1, \dots, u_d]^T$ , такой, что каждая из одномерных  $u_i$  равномерно распределена на интервале  $[0,1]$ .

Таким образом, для получения оценки совместного распределения  $G$  случайных величин  $X_1, \dots, X_d$  достаточно оценить их одномерные распределения  $F_i(x_i)$  и функцию копулы, связывающую эти случайные величины.

Поскольку функция копулы не изменяется при любых монотонных преобразованиях, действующих на случайные величины [3], чтобы получить функцию копулы, описывающую связь между случайными величинами  $X_1, \dots, X_d$ , достаточно знать только ранги этих величин и их соотношения. Что же касается абсолютных значений  $X_1, \dots, X_d$ , то они могут быть использованы для описания их одномерных распределений и моментных характеристик.

Таким образом, для решения задачи классификации угроз информационной безопасности необходимо знать апостериорную вероятность  $P(y | x_i)$ , которая может быть выражена через частную производную функции копулы  $C$  [3].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lakshminarayana, Deepthi Hassan, James Philips and Nasseh Tabrizi. "A Survey of Intrusion Detection Techniques." 2019 18th IEEE International Conference On Machine Learning And Applications (ICMLA) (2019): 1122-1129.
2. Alshammari, Abdulaziz & Zohdy, Mohamed & Debnath, Debashish & Corser, George. (2018). Classification Approach for Intrusion Detection in Vehicle Systems. Wireless Engineering and Technology. 09. 79-94.
3. Фантаццини, Д. Моделирование многомерных распределений с использованием копуля-функций. II / Д. Фантаццини // Прикладная эконометрика. – 2011. – №3 (23). – С. 98-132.

А.В.ХАНЬКО<sup>1</sup>, М.С.КОРОБЧИЦ<sup>1</sup>

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТРИК КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА ЗАО «КЫОЛИКС СИСТЕМС»

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Эффективное управление процессом тестирования программного обеспечения требует эффективной работы, по оценке этого процесса. Метрика – числовая характеристика показателя качества. Может включать описание способов оценки и анализа результата [1]. Использование

метрик делает процесс контролируемым и объективным. Метрики помогают интерпретировать неточные требования заказчика, в числовые показатели, которые в дальнейшем работе могут быть использованы для точного отображения процесса и для его оптимизации. Метрики помогают оценить является продукт хорошим и удовлетворяет ли он всем требованиям заказчика или же он требует доработки. Они позволяют прогнозировать качество разрабатываемого программного обеспечения. Из всего набора метрик процесса тестирования можно выделить 2 класса: базовые и расчетные метрики.

Метрики используются для контроля и мониторинга процесса тестирования. Примерами таких метрик могут являться: эффективность тестирования, плотность ошибок, тестовое покрытие и другие.

Во время разработки мобильного приложения компанией ЗАО «Кьюликс Системс» было решено использовать метрики, для оценки качества тестирования продукта. Выбор был направлен на определенные метрики, которые подходят к разрабатываемому проекту. Использование других метрик является нерациональным, время- и трудозатратным и не принесет положительного эффекта. Используемые в проекте метрики были описаны в тестплане [2]. С целью анализа целесообразности тех или иных метрик, они были использованы на существующем проекте – мобильное финтех приложение. Разработанный тест-план представлен ниже:

1. Наименование проекта: (1.1. Дата начала первого спринта – 04.01.2022; 1.2. Дата завершения первого спринта – 01.03.2022).

2. Описание: 2.1. Мобильное финтех приложение.

3. Цель: (3.1. Предоставление своевременной актуальной обратной связи по проекту заинтересованным лицам в рамках критериев качества: функциональность, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость).

4. Входные условия: (4.1. Реализован MVP для микросервисов; 4.2. Реализован API; 4.3. Нет известных блокирующих багов).

5. Выходные условия: (5.1. Все включенное в план тестирование завершено; 5.2. Нет багов с высоким приоритетом критичности; 5.3. Низкоприоритетные баги не влияют на основной сценарий работы и их списки согласованы с разработчиками и менеджерами).

6. Риски: (6.1. Неправильно спроектированная архитектура; 6.2. Неправильные/изменяющиеся приоритеты; 6.3. Некорректная оценка трудозатрат; 6.4. Недоступность/отсутствие тестовых сред).

7. Что будет тестироваться: (7.1. Функциональное тестирование; 7.2. Юзабилити тестирование; 7.3. Тестирование безопасности; 7.4. Составление тест-кейсов; 7.5. Расчет метрик тестирования (количество «физических» SLOC, плотность ошибок, объем программы, коэффициент пропущенных ошибок); 7.6. Тестирование взаимодействия микросервисов; 7.7. Нагрузочное тестирование).

8. Что не будет тестироваться: (8.1. Автоматизация тестирования; 8.2. Регрессионное тестирование).

9. Участники: (9.1. Менеджер проекта; 9.2. Бизнес-аналитик; 9.3. Команда разработки – 4 человека; 9.4. Команда тестирования – 3 человека; 9.5. Дизайнер).

10. Эстимэты на тестирование: (10.1. Планирование – 2 дня; 10.2. Тест-анализ и тест-дизайн – 3 дня; 10.3. Разработка тестовых скриптов – 4 дня; 10.4. Выполнение тестов – 4 дня; 10.5. Расчет метрик – 5 дней; 10.6. Подведение итогов – 1 день).

Основные расчеты метрик для проекта [2]:

1. Метрика размера исходного кода. Были рассчитаны два показателя: количество «физических» SLOC и плотность ошибок.

2. Объем программы. Метрика для вычисления объема программы, которая была введена также Холстедом.

3. Коэффициент пропущенных ошибок. Коэффициент пропущенных ошибок рассчитывается как число найденных ошибок в процессе тестирования к общему числу ошибок, найденных как во время тестирования, так и в процессе эксплуатации.

4. Тестовое покрытие. Исходя из тест-плана, задача – покрыть функциональности приложения тест-кейсами.

Целями применения метрик является нахождение путей решения проблем, улучшение результатов и приближение к целям. Метрики, которые используются в отношении некоторого показателя должны рассматриваться в контексте и в нуждах проекта, и пользы для команды. При введении метрик в процессы тестирования программного обеспечения необходимо, чтобы команда оценила данные показатели с позиции улучшения и результатов, которые они смогут достичь, используя их [2].

Последовательность внедрения метрик можно описать следующим образом: выяснение целей компании и проекта; определение целей тестирования; определение показателей для достижение этих целей; определение косвенных показателей, влияющих на эти цели; применение метрик и сбор статистики; анализ показателей; введение корректировок в процесс; снова сбор статистики; сравнение показателей с ожидаемым результатом.

Схематично алгоритм внедрения метрик представлен на рисунке 1.

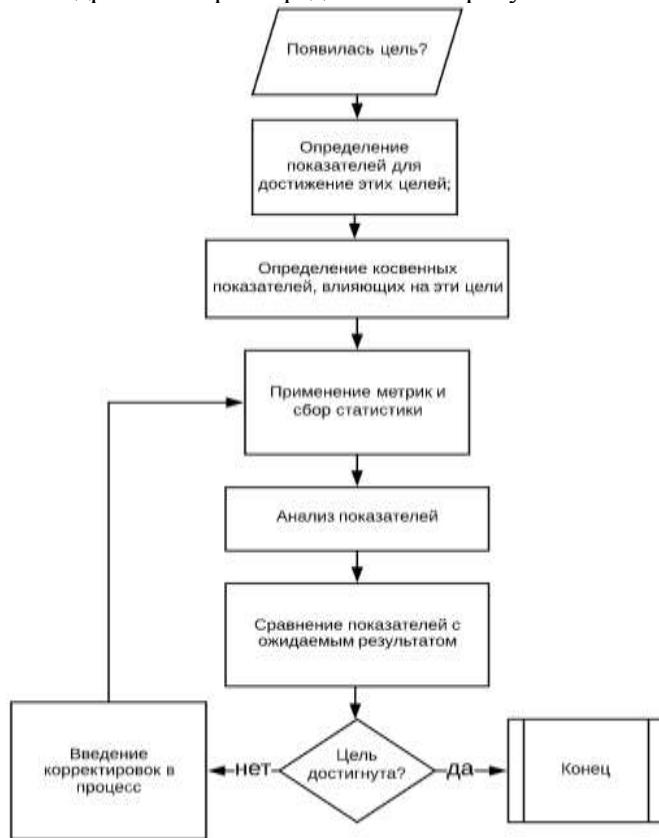


Рисунок 1 – Алгоритм внедрения метрик

В соответствии с тест-планом были рассчитаны метрики качества тестирования, которые предоставляют наглядную информацию о качестве тестирования продукта и качестве самого продукта. Рассчитанные метрики позволили получить представление о производительности труда команд разработки и тестирования. Разработчикам следует повысить показатели своей эффективности и внимательнее относиться к написанию кода. Это позволит минимизировать код, улучшить его структуру и повысить читабельность. В свою очередь команда тестирования ответственно спрашивается со своими задачами, что позволяет минимизировать вероятность нахождения ошибок пользователем. Таким образом, использование метрик в проекте позволило выявить уязвимые места в программном продукте и в последствии их откорректировать. Это позволило снизить время, трудозатраты и улучшить качество продукта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глоссарий терминов тестирования ISTQB 2.3. The document was formally released by the General Assembly of the ISTQB on March, 28th, 2014.
2. Ханько, А. В. Использование метрик в рамках процесса обеспечения качества программного средства / Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой связи : материалы XXII междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, 11 мая–12 мая 2022года, Минск, Респ. Беларусь / редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2022. – С. 121-122.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЧТОВОГО СЕРВЕРА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Витебский филиал учреждения образования «Белорусская государственная академия связи», г. Витебск, Республика Беларусь

Передача информации по каналам связи в Интернете часто подвержена рискам. Знание действенных мер защиты при использовании электронной почты становится насущной необходимостью и для организаций, и для граждан. Рискам утраты, искажения, замены достоверных данных ложными подвержены переписка, данные адресной книжки.

Потенциально электронная почта несет несколько угроз: подмена адреса отправителя; использование корпоративной почты в личных целях; перехват письма; «почтовые бомбы»; фишинговые рассылки; спам-рассылки.

От первой угрозы можно защититься с помощью присоединения к письмам электронных подписей. Электронная подпись используется для подтверждения авторства. Для защиты от перехвата можно использовать шифрование канала. Для решения этих задач часто используется программа PGP, которая обеспечивает шифрование писем и присоединение электронной подписи.

«Почтовые бомбы» - это атака на почтовый сервер, при которой почтовый сервер переполняется письмами, что выводит почтовый сервер из строя, так как если хранилище писем будет переполнено, то почта не сможет принимать письма, что прервет обмен письмами между сотрудниками. Для защиты от этой атаки необходимо использовать несколько мер защиты одновременно: фильтрация по содержимому; ограничение приема писем с одного адреса.

При фильтрации по содержимому необходимо блокировать письма с похожим или одинаковым содержимым большого потока писем с одного или нескольких адресов. Для ограничения приема писем необходимо сначала провести анализ количества писем с каждого из адресов, а затем установить ограничение в значении несколько выше, чем максимальное количество, выявленное на стадии анализа [1].

Использование корпоративной почты в личных целях несет за собой разглашение почтового адреса, что может быть впоследствии использовано для атаки. Для защиты от этого необходимо установить жесткие рамки использования корпоративной почты в личных целях в политике безопасности.

Если описанные выше угрозы достаточно легко определяются, то с фишинговыми и спам-рассылками все несколько сложнее. Во-первых, из-за того, что эти два типа атак сильно схожи, но имеют разные цели. Во-вторых, из-за того, что для выявления данных атак необходимо анализировать содержимое писем, что требует больших вычислительных мощностей и особых алгоритмов анализа.

Основная разница между фишинговыми атаками и спам-рассылками заключается в целях. Спам-рассылки используются для маркетинговых целей, например для рекламы сервисов или продуктов. Фишинговые атаки же используются для передачи вредоносного программного обеспечения, используемого для получения несанкционированного доступа (НСД).

Обе угрозы используются для осуществления широковещательные рассылки, т. е. рассылку похожих или одинаковых сообщений на большое количество адресов. И если защита от спама входит практически во все средства защиты почтовых серверов, таких как KasperskySecurity, AvastEmailServerSecurity, ESETMailSecurity и другие, то защита от фишинговых атак есть в очень немногих средствах защиты [2].

На данный момент для защиты от фишинга широко используются только нормативно-правовые меры, описанные в политике безопасности.

Для безопасности почты в основном применяются криптографические средства, но эксперты рекомендуют и иные технологии. Средства защиты электронной почты существуют в виде отдельных программ, расширений для браузеров и защищенных ресурсов, предлагающих использование электронной почты в режиме, позволяющем избежать всех основных угроз. Часто решением задачи становится установка плагина (расширения), позволяющего обеспечивать асимметричное или симметричное шифрование.

## *Защита информации и технологии информационной безопасности*

Выбор программных решений основывается на понимании того, от каких угроз необходимо защищать систему электронной почты частного лица или компании и какие механизмы предполагается для этого использовать.

Помимо специальных программ, предназначенных для защиты данных, передаваемых по открытым каналам, к общим средствам относятся:

- почтовые антивирусы. Они сканируют получаемую корреспонденцию на наличие вредоносных программ, а также выполняют задачу защиты электронной почты;
- программы, выявляющие спам и фильтрующие неразрешенные рассылки.

Функционал обоих типов программ основан на использовании почтовых протоколов POP3, SMTP, NNTP, IMAP. Перехват недопустимых типов корреспонденции и их исследование происходит в автоматическом режиме [3].

Для этих целей также используют плагины, встроенные в браузеры. Программы-антивирусы в автоматическом режиме встраивают в Microsoft Office Outlook и The Bat модули, которые фильтруют нежелательный трафик и обеспечивают защиту почты от спама.

Шифрование сообщений убережет почту в большинстве случаев, но для его применения нужны определенные навыки. Оно станет удачным решением для корпоративных клиентов, задумывающихся о сохранении безопасности внешней переписки. Дополнительным решением, обязательным для применения, является архивирование всей переписки, причем архивы нужно защищать сложным паролем.

Также необходимо помнить, что официальные документы организации, передаваемы с помощью

электронной почты, должны быть идентифицированы, классифицированы и храниться и защищаться настолько долго, насколько это необходимо для деятельности организации, аудита,

юристов или для других целей. Таким образом, применение вышеперечисленных мер защиты почтового сервера обеспечат максимальную защиту электронного документооборота в организации.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Электронная почта. Политика безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bourabai.ru/dbt/security/glava8.htm/>. – Дата доступа : 19.09.2022.
2. Защита от спама и фишинга. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://support.kaspersky.ru/KS4Exchange/9.5/ru-RU/28871.htm/>. – Дата доступа : 19.09.2022.
3. Защита информации при использовании электронной почты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://searchinform.ru/services/outsourcing/zashchita-informatsii/pri-ispolzovanii-elektronnoj-pochty/>. – Дата доступа : 19.09.2022.

А.М.КУЗЬМИЦКИЙ<sup>1</sup>, Я.Г.ПРОКОФЬЕВ<sup>1</sup>

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИТА В СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ ЯДЕРНОГО ОБЪЕКТА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

В практике управления безопасностью АЭС термины «информационно-технологическая безопасность» и «кибернетическая безопасность» считаются синонимами компьютерной безопасности. Все усложняющиеся сценарии угроз возможных событий кибернетического терроризма в отношении критически важных объектов национальной инфраструктуры энергетики побудило многих национальных регуляторов выпустить новые нормативные акты и инструкции. Они устанавливают требования компьютерной безопасности, которые касаются ИТ систем для предприятий атомной энергетики на различных уровнях и стадиях их создания и эксплуатации. Основные причины мероприятий по защите от несанкционированного доступа следующие:

наличие информации, составляющей государственную и служебную тайну, а также информация конфиденциального характера о различных аспектах функционирования системы физической защиты (СФЗ) и непосредственно АЭС;

наличие служебной информации системы защиты информации от несанкционированных действий (НСД) в СФЗ, требующее обеспечения ее конфиденциальности и целостности; территориальное размещение компонентов СФЗ;

размещение компонентов СФЗ в транспортных средствах, перевозящих ядерные материалы (ЯМ); строгое разделение функциональных обязанностей, распределение полномочий и прав на выполнение регламентных действий между персоналом СФЗ;

относительное постоянство используемых штатных программных средств, включенных в регламент работы СФЗ, и узкая функциональная специализация СФЗ в отличие от автоматизированных систем общего назначения; исключение доступа части персонала, связанного с управлением и обеспечением функционирования СФЗ, в обслуживаемую им охраняемую зону.

Прежде всего, должны защищаться сведения, в результате разглашения, утраты, утечки по техническим каналам, уничтожения, искажения или подмены которых может быть нарушено функционирование СФЗ или снижена эффективность ее функционирования. Эти сведения защищаются в первую очередь в тех компонентах СФЗ, где они наиболее доступны для потенциального нарушителя, то есть необходимо следовать принципу равнопрочности защиты. Необходимо также учитывать вопрос «времени жизни» защищаемой информации, имея ввиду ее снижение или потерю ценности для потенциального нарушителя в результате изменения информации, замены по истечении определенного временного интервала.

К объектам защиты относятся:

собственно информация, составляющая государственную и служебную тайну, а также чувствительная по отношению к несанкционированным воздействиям на нее, представленная в виде информативных электрических сигналов, физических полей, носителей на бумажной, магнитной, оптической и иной основе, информационных массивов и баз данных;

средства и системы информатизации, датчики охранной сигнализации;

технические средства и системы, не обрабатывающие непосредственно защищаемую информацию, но размещенные в помещениях, где обрабатывается (циркулирует) защищаемая информация;

помещения пунктов управления СФЗ, в которых ведутся конфиденциальные разговоры, раскрывающие особенности функционирования СФЗ.

В СФЗ, с учетом конкретных особенностей функционирования АЭС и применяемых технических средств и систем, необходимо защищать сведения, раскрывающие:

структуру и систему функционирования комплекса инженерно-технических средств СФЗ;

топологию ЯО, его отдельных охраняемых зон и их СФЗ с указанием схем расположения средств СФЗ и их обеспечивающих подсистем; маршруты и конкретные сроки транспортировки ЯМ;

систему защиты автоматизированных систем управления СФЗ и контроля доступа от несанкционированного воздействия; наличие, место установки или принцип действия скрытых технических средств СФЗ;

технические характеристики технических средств СФЗ;

содержание таблиц кодовых комбинаций для запирающих устройств повышенной стойкости;

систему защиты пропусков, магнитных карт, устройств идентификации личности от подделки для конкретных объектов;

характеристики контроля работоспособности СФЗ и ее составляющих; действия сил охраны и персонала СФЗ на попытки нарушения СФЗ;

размещение и оснащение, маршруты и графики патрулирования сил охраны; расчетное время прибытия сил охраны или службы безопасности к месту нарушения по сигналу тревоги; расчетное время задержки нарушителя инженерными средствами физической защиты для конкретного объекта;

служебную информацию системы защиты информации от НСД (пароли, ключи, таблицы санкционирования и т. д.) в СФЗ;

демаскирующие признаки СФЗ и ее составляющих, раскрывающие подлежащую защите информацию.

Возможны следующие основные каналы утечки или нарушения целостности информации, нарушения работоспособности технических средств:

несанкционированный доступ к информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники и связи;

побочные электромагнитные излучения информативного сигнала от технических средств и линий передачи информации;

наводки информативного сигнала, обрабатываемого техническими средствами, на провода и линии, выходящие за пределы защищенной зоны ЯО;

акустическое излучение информативного речевого сигнала;

прослушивание телефонных и радиопереговоров, ведущихся в СФЗ;

электрические сигналы, возникающие посредством преобразования информативного сигнала из акустического в электрический за счет микрофонного эффекта и распространяющиеся по проводам и линиям передачи информации;

воздействие на технические и программные средства в целях нарушения целостности информации, работоспособности технических средств, средств защиты информации, адресности и своевременности информационного обмена;

хищение технических средств с хранящейся в них информацией или отдельных носителей информации;

просмотр информации с экранов дисплеев и других средств отображения информации с помощью оптических средств;

визуальное наблюдение за ЯО в зонах прямой видимости, в том числе с помощью фотографических и оптико-электронных средств разведки.

Кроме перехвата информации техническими средствами, возможно непреднамеренное попадание защищаемой информации к лицам, не допущенным к ней, но находящимся в пределах защищенной зоны.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. П.В.Бондарев, А.В.Измайлова, Н.С.Погожин, А.И.Толстой. Физическая защита ядерных объектов. Учебник для высших учебных заведений. Под ред. Н.С.Погожина. М.:, 2004. - 459 с.

2. ТКП 360-2011 (02300) Положения об общих требованиях к системам физической защиты ядерных объектов.

И.А.ОВЧИННИКОВА<sup>1</sup>, О.О.ШАМАНОВА<sup>1</sup>

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

*<sup>1</sup>Смоленский колледж телекоммуникаций (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича», г. Смоленск, Российская Федерация*

Вопрос защиты информации и объектов информатизации в настоящее время стоит достаточно остро. Для эффективного решения данного вопроса необходимо грамотное сочетание двух направлений реализации: физическая защита объектов и допуск к информации определенных сотрудников.

Для реализации физической защиты объектов необходимо выполнить идентификацию и аутентификацию сотрудника, проверить его на права доступа к объекту и зафиксировать данное действие в специальном журнале. Применяемые сейчас технологии идентификации, а это в основном использование различных документов определения личности и различные пароли коды доступа, не обеспечивают требуемую надежность, в связи с возможностью их подделки и кражи, что давно не соответствует современным требованиям к защите информации и объектов информатизации.

Поэтому необходимо для идентификации личности применять комплексно биометрические технологии для организации допуска к объектам защиты информации и если необходимо и для допуска к самой информации. Биометрические технологии при идентификации дает решение следующих факторов надежности:

не зависит от пользователя;

обеспечивает простоту идентификации;

дает возможность применения различных сканеров совмещенных с ПК;

лишает возможности передачи идентификационных данных злоумышленникам.

В настоящее время разработано и в разной степени используются в различных областях множество технологий биометрической идентификации, а именно: видеообраз лица 2D и 3D, термограмма лица, отпечаток пальца, геометрия ладони, рисунок вен, радужка оболочки глаза, сетчатка глаза, подпись, клавиатурный подчерк, динамика письма, голос, рисунок губ, ушная раковина, походка, запах, ДНК. Каждая из них обладает своими особенностями, достоинствами и эффективностью применения.

Для определения необходимости использования каждой из биометрической технологии идентификации необходимо исходить из конкретных условий организации физической защиты объектов и степени защиты информации. Поэтому необходимо учитывать следующие факторы: время идентификации, широта охвата субъекта идентификации, способ сбора биоданных, устойчивость к помехам, необходимая инфраструктура для хранения биометрических данных и различные сенсоры, надежность системы биометрии, контекст приложения и стоимость реализации системы биометрии.

Также для оценки эффективности применения биометрических технологий используют следующие основные критерии: безопасность, уникальность, универсальность, постоянство, удобство сбора, производительность, приемлемость, обход, устойчивость к фальсификациям.

Биометрическая идентификация преследует цель – создание такой системы обеспечения информационной безопасности, которая редко отказывала в допуске на объекты определенным категориям сотрудников и полностью исключила бы несанкционированный доступ к информации.

Так проведя анализ использования различных биометрических технологий по совокупности перечисленных критериев можно сделать вывод, что для объектов с максимальной надежностью идентификации необходимо использовать радужную оболочку и отпечаток пальца или определение запаха, который дает высокие показатели идентификации. Но технология определение запаха очень тяжело организовать собираемость шаблонов в матрицу показателей. Для объектов с большой проходимостью оптимальным будет использование отпечатка пальца и голоса. Для объектов с небольшим количеством сотрудников и без их участия в идентификации оптимально использование распознавание видеообраза лица и походки.

Применение комплексно нескольких технологий биометрической идентификации при построении и организации системы защиты объектов информатизации в несколько раз повышает надежность защиты, как самой информации, так и может полностью исключить несанкционированный доступ к объектам информатизации.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ворона, В. Биометрическая идентификация личности. М. : Горячая линия - Телеком, 2021. ISBN 978-5-9912-0939-7.

А.А.ЛАПЦЕВИЧ<sup>1</sup>, Е.С.КОЗЛОВА<sup>1</sup>

## **СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

С развитием информационных технологий стали активно применяться электронные документы, манипуляции с которым можно совершать намного быстрее, нежели с бумажными аналогами. В связи с этим использование электронных документов позволяет большую часть общественных отношений перевести на качественно иной уровень - уровень информационного общества, для которого характерны мобильность, эргономичность и экономия времени. Важное место в электронном документообороте занимает задача идентификации волеизъявителей, решить которую призвана электронная подпись.

В современных системах электронного документооборота для решения такой задачи используются технологии Электронной Цифровой Подписи (ЭЦП). ЭЦП представляет собой небольшой объем информации, который добавляется к электронному документу. При получении или предъявлении документа, подписанного ЭЦП, можно легко установить его авторство и подлинность. Кроме того, ЭЦП защищает документ от модификации и подделки, так как содержит в себе сжатый и зашифрованный образ электронного документа – «дайджест» документа. Тем самым наличие ЭЦП делает документ менее уязвимым для злоумышленников.

Развитие сферы применения электронных документов и электронной подписи привело к тому, что участники электронного документооборота и правозащитные организации испытывают большое количество сложностей при работе. Ключевыми являются вопросы обеспечения сохранности и целостности электронных документов, подтвержденных электронной подписью, и предоставление юридической защиты прав участников электронного документооборота.

Одни из распространенных проблем встречающихся в работе с ЭЦП:

Подделка подписи; совмещение имеющейся подписи с документом-подделкой; подделки хэш-функций действующих документов; кража частей ключа; использование слепой подписи для кражи информации; взлом публичных ключей владельца; срок хранения подписи. Эти угрозы могут быть реализованы из-за недостатков определенных хэш-алгоритмов, сигнатур или недостатков в их реализации.

Решения проблем ЭЦП:

Привести в соответствие с требованиями эксплуатационной документации на средства удостоверяющего центра всей ИТ-инфраструктуры.

Провести разработку (корректировку, при необходимости) модели угроз, которая обосновывает использование средств выбранного класса, указанного в сертификате соответствия, опираясь на исходные данные о возможностях нарушителя,

Провести анализ и пересмотр внутренних документов с точки зрения соответствия требованиям действующей нормативной базы.

Увеличение длины ключа. Это на порядок уменьшит вероятность подбора подписи.

Электронная цифровая подпись - эффективное решение для всех сфер, документы могут быть подписаны цифровой подписью и переданы к месту назначения в течение нескольких секунд. Все участники электронного обмена документами получают равные возможности независимо от их удаленности друг от друга. Система электронной цифровой подписи базируется на методах криптографической защиты данных. Учитывая бурное развитие вычислительных мощностей современных компьютерных систем и математических методов криptoанализа, практическая схема цифровой подписи должна гарантировать достаточный уровень защиты. Подделать ЭЦП проблематично - это требует огромного количества вычислений, которые не могут быть реализованы при достаточно быстро за приемлемое время, то есть пока информация, содержащаяся в подписанным документе, сохраняет актуальность. Дополнительная защита от подделки обеспечивается сертификацией Удостоверяющим центром открытого ключа подписи, которая так же развивается и модифицируется для устранения найденных проблем. С использованием ЭЦП работа по схеме "разработка проекта в электронном виде - создание бумажной копии для подписи - пересылка бумажной копии с подписью - рассмотрение бумажной копии - перенос ее в электронном виде на компьютер" уходит в прошлое. А значит использование электронной цифровой подписи полезно, удобно и безопасно.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Носова, И. А. Программное обеспечение: правовые проблемы, пути решения / И. А. Носова, Н. П. Козадеров. М. : Компьютер пресс, 1998. - 320 с.
2. Ткачев, А. Электронная подпись: право на жизнь / А. Ткачев // Бизнес-адвокат. 2005. - № 9. - 210 с.
3. Бернет С., Пейн С. Криптография. Официальное руководство RSA Security. - М. : Бином-Пресс, 2012. 392 с.

Н.Г.КИЕВЕЦ

## **ДВУХУРОВНЕВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛИНОЙ 512 БИТ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В современном мире все большее распространение получают электронные пластиковые карты (ЭПК), в которых используются криптографические методы обеспечения защиты информации. Безопасный обмен данными с ЭПК предполагает применение криптографических ключей, для создания которых используются встроенные в ЭПК генераторы случайных чисел (ГСЧ). Следовательно, оценка качества работы ГСЧ ЭПК является актуальной задачей.

Качество работы ГСЧ оценивается на основе статистических свойств вырабатываемых ГСЧ случайных последовательностей (СП), для чего может применяться двухуровневое тестирование СП.

В докладе обсуждаются порядок и результаты двухуровневого тестирования СП длиной 512 бит, полученных от ГСЧ пяти ЭПК с микроконтроллером К 5004 ВЕ2. Были проведены основные этапы тестирования:

1. Из каждой из ЭПК извлечено 2 тыс. СП длиной 512 бит.

2. На первом уровне тестирования каждая СП проверена по тесту кумулятивных сумм: для каждой СП рассчитаны две тестовые статистики  $z_1$  и  $z_2$ , а также величины  $P_{T1}$  и  $P_{T2}$  – вероятности превышения полученных значений тестовых статистик  $z_1$  и  $z_2$  соответственно.

3. На втором уровне тестирования для 2 тыс. СП каждой ЭПК проверено соответствие эмпирических распределения вероятностей  $P_{T1}$  и  $P_{T2}$  теоретическим распределениям по критерию «хи-квадрат», для чего рассчитаны соответствующие вероятности  $P_{01}$  и  $P_{02}$ , характеризующие степень приближения распределений. Значения  $P_{01}$  и  $P_{02}$  приведены в таблице.

Для реализации данного этапа автором было получено теоретическое распределение вероятностей  $P_{T1}$  при длинах СП  $n = 512$  бит в соответствии с методикой [1]. На рисунке представлена гистограмма вероятностей  $P$  попадания значений  $P_{T1}$  в интервалы  $L$ . Из рисунка видно, что значения  $P_{T1}$  распределены неравномерно. Теоретическое распределение значений  $P_{T2}$  совпадает с теоретическим распределением значений  $P_{T1}$ .

4. Для каждой ЭПК сформирован массив СП, для которых  $P_{T1}$  и  $P_{T2}$  не превышают выбранный уровень значимости  $\alpha_1 = 0,01$ . Свойства СП в массивах соответствуют свойствам равномерно распределенной случайной последовательности и могут использоваться в качестве криптографических ключей. В таблице для каждой ЭПК приведено значение  $K$  – количество СП в массиве.

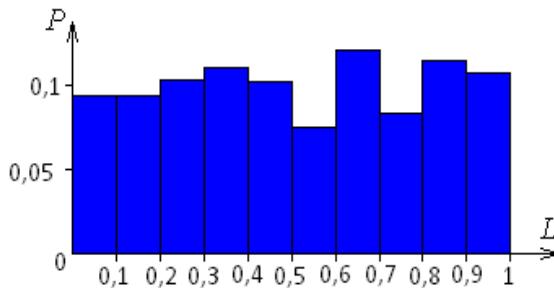


Рисунок – Гистограмма вероятностей  $P$

Таблица – Значения  $P_{01}$ ,  $P_{02}$  и  $K$  для ГСЧ пяти ЭПК

№ ЭПК	1	2	3	4	5
$P_{01}$	0,2897	0,1670	0,5583	0,6829	0,814
$P_{02}$	0,1263	0,0136	0,4218	0,7386	0,5308
$K$	1969	1976	1980	1971	1974

Из таблицы видно, что все значения вероятностей  $P_{01}$  и  $P_{02}$  больше выбранного уровня значимости  $\alpha_2 = 0,001$ , что свидетельствует о высоком качестве работы ГСЧ ЭПК, вырабатывающих СП для создания криптографических ключей длиной 512 бит.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Киевец, Н. Г. Методика нахождения эталонных законов распределения вероятностей, получаемых при статистическом тестировании последовательностей ключей / Н. Г. Киевец, А. И. Корзун // Доклады БГУИР. – 2014. – № 5 (83). – С. 38–43.

Б.Г.ИБРАГИМОВ<sup>1</sup>, К.М.ТАХИРОВА<sup>2</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ПРИ СКРЫТИИ СООБЩЕНИЙ

<sup>1</sup>Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Республика Азербайджан

<sup>2</sup>Национальный Университет Обороны, г. Баку, Республика Азербайджан

В настоящее время широко распространены методы построения скрытых каналов в сетевых стеганографии на базе коммутацией пакетов [1], так как возможен негласный обмен информацией с

применением особенностей стека протоколов TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol), SCTP (Stream Control Transport Protocol) и IP/MPLS (Internet Protocol/MultiProtocol Label Switching). Передача секретных сообщений в стеганографических системах реализуется с помощью скрытых каналов. Понятия «скрытого канала» впервые предложил Simmons [2] в 1983 году, который он определил, что это также канал связи, который не разработан для передачи информации смешанного типа в системах телекоммуникаций. Скрытый канал может быть реализован в любом открытом канале в системах телекоммуникаций. В сетевых стеганографии для передачи скрытия данных по скрытым каналам имеются три субъекта: передающий (Алиса), принимающий (Боб) и мешающий (Ева). В их распоряжении имеется  $N_{ia}^k = N_{nk}^k + N_{ce}^k + N_{ck}^k$  каналов и передаваемые скрытые данные являются стеганограммами.

На основе анализа методы стеганографии выбран сетевых протоколов и стеков: пакеты MPLS и TCP в системе стеганографии в качестве контейнеров, которые позволяют добиться скрытия данных с большими объемами в заголовке MPLS и TCP сегменте и в служебной IP-действии с помощью которого биты секретного текста не содержатся в явном виде [1, 2].

Одним из эффективных методов для скрытия данных в системе стеганографии является сетевая стеганография, базирующаяся на изменении длин пакетов в служебных сетевых протоколах и в полях полезных пакетов, которых передаются по общим каналам связи с коммутацией пакетов. В данном случае построение скрытых каналов основано на изменения длины служебного и полезного пакетов, сегменты передачи пакетов, а также эффективного использования гибридных методов.

Проведенные исследования и анализ показывают [1, 2, 3], что показатели эффективности функционирования сетевых стеганографии как системы связи с учетом скорости поступления входящего потока  $\lambda_i$  при передаче потока  $i$ -го пакета контейнер трафика с длиной скрытого сообщения  $L_i$ , определяются следующими характеристиками:

- Вероятность обнаружения стеганограммы  $P_{ai}$ , который подразумевает возможности нахождения стеганограммы в носителе, передаваемого по сети пакета с длиной  $L$ , где длина полей служебного пакета  $L_{cn}$  и полей полезной нагрузки  $L_{nn}$  пакетов,  $L = \psi(L_{cn}, L_{nn})$ .

Вероятность обнаружения  $i$ -ой части в  $i$ -ом скрытым канале выражается следующим выражением [3]:

$$P_{i,ai} = 1 - \exp(-d_1 \cdot H_i)[1 - \exp(-d_2 \cdot \rho_{i,ck})] , \quad i = \overline{1, K} , \quad (1)$$

где  $H_i$  – относительный размер стеганографического вложения скрываемых данных в  $i$ -ом скрытым канале;  $d_1, d_2$  – коэффициент пропорциональности в системе;  $\rho_{i,ck}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го скрытого канала передачи сообщений и равно

$$\rho_{i,ck} = \frac{\lambda_i}{N_{ck} \cdot C_{\max}^{ck}(L_{i,k}, \lambda_{i,k})} \cdot E[L_{i,ck}] \leq 1 , \quad i = \overline{1, K} , \quad (2)$$

где  $N_{ck}$  – число скрытых каналов, организуемых в системе стеганографии;  $E[L_{ck}]$  – средняя длина передаваемых пакетов, по скрытым каналам.

- Стеганографическая стоимость системы связи  $Q_{cm}(L)$  с длиной пакета  $L$ , определяет степень изменения носителя после воздействия на него метода сетевой стеганографии;
- Максимальное значение пропускной способности скрытого канала сетевой стеганографии с коммутацией пакетов  $C_{\max}^{ck}(L_{i,k}, \lambda_{i,k})$ , учитывающие скорости поступления входящего потока  $\lambda_{i,k}$  при передаче потока  $i$ -го пакетов контейнера с длиной  $L_{i,k}$ ,  $i = \overline{1, K}$  и равно

$$C_{\max}^{ck}(L_{i,ck}, \lambda_{i,ck}) = C_{\max}^{ikc}(\lambda_i, L_i) - C_{\max}^{ocm}(\lambda_{i,on}, L_{i,on}) , \quad i = \overline{1, K} , \quad (3)$$

где  $C_{\max}^{ikc}(\lambda_i, L_i)$  – общее максимальное значение пропускные способности канала системы связи с использованием стеганографических систем с коммутацией пакетов, учитывающие скорости поступления входящего потока  $\lambda_i$  при передаче потока  $i$ -го пакета с длиной  $L_i$ ,  $i = \overline{1, K}$ ;  $C_{\max}^{ocm}(L_{i,n})$  – максимальная остаточная пропускная способность сетевых стеганографии с учетом скорости поступления входящего потока  $\lambda_{i,on}$  при передаче потока  $i$ -го пакета с длиной  $L_{i,on}$ ,  $i = \overline{1, K}$  и выражается следующим образом:

$$C_{\max}^{i\tilde{n}\delta}(L_{i,n}) = \frac{C_{\max}^{okc}(\lambda_i, L_i)}{E[L_{i,ck}] + L_{cn\delta}(\lambda_i)} \cdot E[L_{i,ck}], \quad i = \overline{1, K}, \quad (4)$$

где  $L_{cn\delta}(\lambda_i)$  – длину служебного передаваемого пакета с учетом протокольных единиц и поле управления информационного пакета сетевого и канального уровня модели.

Выражения (4) определяет максимальную остаточную пропускную способность сетевой стеганографии при использовании метода стеганографии, суть которой в изменении данных в полях заголовков сетевых протоколах и в полях полезной длины пакетов [–]. В данном случае в (4) не использованы методы противодействия скрытых каналов.

- Среднее время передачи пакета по каналам связи в системе телекоммуникации,  $E[T_n(\lambda_i, L_i)]$  и выражается следующим образом:

$$E[T_n(\lambda_i, L_i)] = \frac{L_{cn}}{\tilde{N}_{\max}^{okc}(\lambda_i, L_i)} + \frac{\log_2 L_{\delta\delta} - 1}{2C_{\max}^{okc}(\lambda_i, L_i)}, \quad (5)$$

где  $L_{\delta\delta}$  – длина служебных полей для пакета контейнера, передаваемых секретных данных по каналам связи в сетевой стеганографии и с учетом взаимная случайных величин  $X, Y$  равно

$$I(X, Y) = \log_2 L_{\delta\delta}, \quad I(X, Y) = H(Y) - H(Y/X), \text{ при } P_{i\phi} \rightarrow 0, H(Y/X) = 0.$$

где  $L_{cn}$  – является суммы длин заголовков сетевого и канального уровней модели взаимодействия открытых систем при использовании технологии канального уровня Ethernet и равно  $L_{cn} = L_{co} + L_{ko}$ .

Для стека протоколов IP/MPLS не менее  $L_{cn} \geq 32, \dots, 54$  байт.

- Общая пропускная способность сетевая стеганография как системы связи, имеющие высокие скорости передачи пакетов по каналам связи, тесно связано с числом информационных  $N_{nk}$  и скрытых  $N_{ek}$  каналов связи, скоростями передачи  $V_{i,k}$  и режимами работы, которая выражается следующим образом:

$$C_{\max}^{okc}(\lambda_i, L_i) = \max_i [(N_{nc} + N_{ck}) \cdot V_{i,ck}] \quad , \quad i = \overline{1, K}, \quad (6)$$

Таким образом, результаты проведенные исследования показали, что для дальнейшего исследования необходим совместного использования метода противодействия утечке информации по сетевым скрытым каналам как обнаружение, устранение, так и ограничение пропускной способности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шелухин О.И., Канаев С.Д. Стеганография. Алгоритмы и программная реализация / Под ред. профессора О.И.Шелухин - М. : Горячая линия –Телеком. – 2018. – 592 с.
2. Simmons G.J. The prisoners' problem and the subliminal channel. In Chaum, D., ed.: Crypto '83. Advances in Cryptography, Plenum Press. 1983. – pp. 51–67.
3. Макаров, М. И. Принципы многоуровневой защиты информации/ / Инфокоммуникационные технологии. – № 2, – 2012. – С. 88–93.

А.В.ЗАЙЦЕВ

## ПРИНЦИП ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ РАБОЧИХ ЧАСТОТ В РАБОТЕ РАДИОСТАНЦИЙ

*Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь*

Вооруженные силы нашего государства обладают более совершенной системой управления, технической базой которой считается система связи.

Связь является важным орудием управления в повседневной жизнедеятельности войск, а кроме того, и на поле боя. Только лишь прочная и высококачественная связь считается залогом стабильного управления войсками.

Более значимыми минусами радиосвязи, вытекающими с физиологической природы распространения радиоволн, считаются:

вероятность выявления и пресечения сигнала функционирующей радиостанции средствами радиоэлектронной разведки и борьбы;

появление обоюдных препятствий из-за значительной плотности радиостанций, работающих на небольшом участке и в обстоятельствах взаимной электромагнитной доступности [1].

Один из методов охраны радиолинии от неожиданных и намеренных помех считается применение в их работе способа псевдослучайной перестройки рабочих частот (ППРЧ).

ППРЧ – способ передачи данных по радиоканалу, отличительная черта которого состоит в частой смене несущей частоты. Рабочая частота из имеющейся совокупности частот выбирается в соответствии с псевдослучайной последовательностью, известной только отправителю и получателю данных [2].

Сигнал, переходящий вместе с применением этого способа, устойчив к обнаружению и подавлению вплоть до того момента, пока 3-я сторона не знает применяемый алгоритм смены частот.

Принцип псевдослучайности сигналов не допускает системам радиоэлектронной борьбы результативно оказывать воздействие на линию радиосвязи вместе с ППРЧ и заставляет распределять мощность передатчика помехи по широкому частотному спектру, что приводит к внушительному сокращению ее эффективности в определенной частоте [3].

Метод псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ) применяется как в военной (в частности, Р-180, Р-181, Р-188), так и в гражданской области.

В гражданской сфере ППРЧ применяется в персональных портативных радиостанциях технологии eXtreme Radio Service (eXRS): радиостанция «прыгает» по пятьдесят частотам с общедоступных 700, то, что дает возможность получить 10 млрд оригинальных частотно-временных матриц, которые применяются в данной технологии как каналы. Подобным способом, по причине большого числа каналов, практически невозможно столкнуться с иными пользователями этой технологии на случайном канале. Кроме того, из-за того, что частота регулярно изменяется, становится неосуществимым прослушивание сигнала с помощью легко и свободно доступных радиосканеров.

Способ используется в Bluetooth. Подобный способ с наиболее уникальным изменением частот (Slow frequency hopping) может использоваться в GSM.

В Республике Беларусь реализован военно-технический проект разработки и создания отечественных радиостанций, тактико-технические свойства и боевые возможности которых никак не уступают аналогичным стандартам средств тактической радиосвязи иностранного изготовления. Таким образом, одним из главных способов повышения помехозащищенности системы связи является использование режима ППРЧ, который наравне с иными методами физического уровня получил самое широкое распространение в современных системах связи военного, гражданского и специального назначения.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Средства связи внутренних войск: учебное пособие для курсантов факультета внутренних войск учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь» / С. А. Шабанов и [др.]. – Минск: «Медисонт», 2018. – 110 с.
2. Макаренко С.И., Иванов М.С., Попов С.А. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Монография. – СПб.: Свое издательство, 2013. – 166 с.
3. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов модуляцией несущей псевдослучайной последовательностью / В.И. Борисов, В.М. Зинчук, А.Е. Лимарев, Н.П. Мухин, Г.С. Нахмансон. Под ред. В.И. Борисова. – М. : Радио и связь, 2003. – 640 с.

М.С.ПОПОВА<sup>1</sup>, В.Д.ХВАЛЬКО<sup>1</sup>

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ ЭКВАЛАЙЗЕРА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрим помехоустойчивость системы связи при компенсации МСИ с помощью эквалайзера с идеальной обратной связью по решению (ОСР).

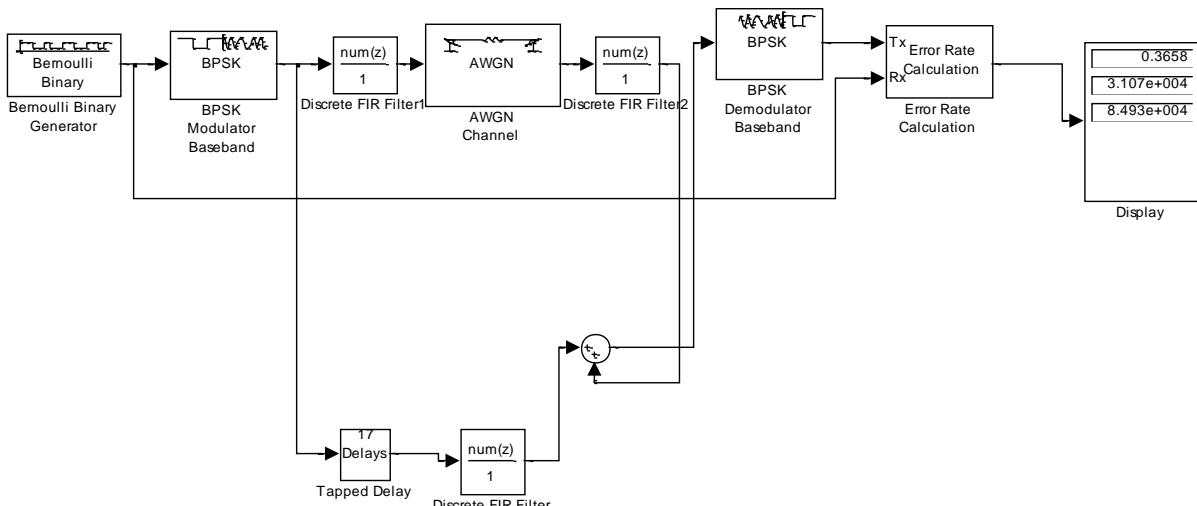


Рисунок 1 – Схема канала связи

При разработке модели в блоке фильтра-эквалайзера сформируем расчет коэффициентов следующим образом: `eq_dfe_ff(h, q, 17, 16)`, что является расчетом нерекурсивной ветви эквалайзера с ОСР. Добавим в модель нерекурсивный фильтр, подадим на его вход чистый модулированный сигнал (сигнал после блока BPSK-модулятора) с задержкой, на единицу превышающей задержку, заданную при расчете фильтра. Проанализируем зависимость вероятности ошибки от отношения С/Ш при использовании эквалайзера.

Таблица 1 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [1 2 1]

$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{ош}$
2	[1 2 1]	0.4673
3		0.4679
4		0.4765
5		0.4650
6		0.4688
7		0.4651
8		0.4670

Таблица 2 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [1 2 3 2 1]

$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{ош}$
6	[1 2 3 2 1]	0.4979
7		0.4948
8		0.4932
9		0.5002
10		0.4939
11		0.4982
12		0.4859

Таблица 3 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [-3 4 2]

$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{ош}$
-2	[-3 4 2]	0.3754
-1		0.3681
0		0.3733
1		0.3714
2		0.3735
3		0.3729
4		0.3728

## Защита информации и технологии информационной безопасности

Рассмотрим помехоустойчивость системы связи при компенсации МСИ с помощью эквалайзера с реальной ОСР. Реальная ОСР отличается от идеальной тем, что в цепь обратной связи вводятся не истинные символы сигнала, а их оценки, полученные в процессе демодуляции.

Заметим, что значение задержки необходимо уменьшить до единицы, так как остальная часть задержки будет введена в сигнал при его обработке эквалайзером. Проследим зависимость вероятности ошибки от отношения С/Ш при использовании эквалайзера.

Таблица 4 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для каналов [1 2 1], [1 2 3 2 1], [-3 4 2].

$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{\text{ош}}$
4	[1 2 1]	0.4705
5		0.4679
6		0.4698
7		0.4661
8		0.4745
9		0.4738
10		0.4716
$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{\text{ош}}$
8	[1 2 3 2 1]	0.4997
9		0.4940
10		0.5045
11		0.4922
12		0.4999
13		0.4983
14		0.4913
$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{\text{ош}}$
-1	[-3 4 2]	0.3737
0		0.3719
1		0.3727
2		0.3643
3		0.3720
4		0.3717
5		0.3717

Проанализировав зависимость вероятности ошибки от отношения С/Ш для различных каналов, убедимся, что эквалайзер, рассчитанный без учета уровня шума, показывает низкие результаты при низком отношении С/Ш. Видно, что для канала [-3, 4, 2] введение ОСР практически не влияет на результаты выравнивания. Так же заметим, что канал [1 2 3 2 1] выравнивается хуже, чем [1 2 1]. В системе с помехоустойчивым кодированием после декодера получаются более надежные оценки переданных символов, чем непосредственно после демодулятора.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер. с англ.; Под ред. Д.Д. Кловского; Радио и связь, 2000.
2. Волков Л. Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие; Эко-Трендз, 2005.
3. Зюко, А. Г. Теория передачи сигналов: учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров, Л. М. Финк. – М: Радио и связь, 1986.– 101, 196 с.
4. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. Р. Морелос-Сарагоса /Москва: Техносфера, 2005 – 20 с.

М.С.ПОПОВА<sup>1</sup>, Д.В.НАУМОВ<sup>1</sup>

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛА ПРИ НАЛИЧИИ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования. При работе с Simulink пользователь имеет возможность модернизировать

библиотечные блоки, а так же создавать свои собственные. Проанализируем помехоустойчивость системы связи при наличии слабой межсимвольной интерференции без ее компенсации. Рассмотрим модель системы связи с бинарной фазовой манипуляцией.

Зададим дискретный режим моделирования с фиксированным шагом. Используем блок дискретного фильтра.. Учтем, что сигнал является комплексным. Зададим нерекурсивный фильтр и ИХ канала связи, вызывающую слабую интерференцию. При этом создадим переменную  $h = [0.1 \ 1 \ 0.1]$ , указав ее идентификатор  $h$  в поле *Numerator coefficients* блока фильтра. Установим в блоке АБГШ канала отношение 10 dB и определим зависимость вероятности ошибки от уровня боковых отсчетов ИХ канала связи. Изменим значение с шагом 0.1 от 0.1 до 0.5.

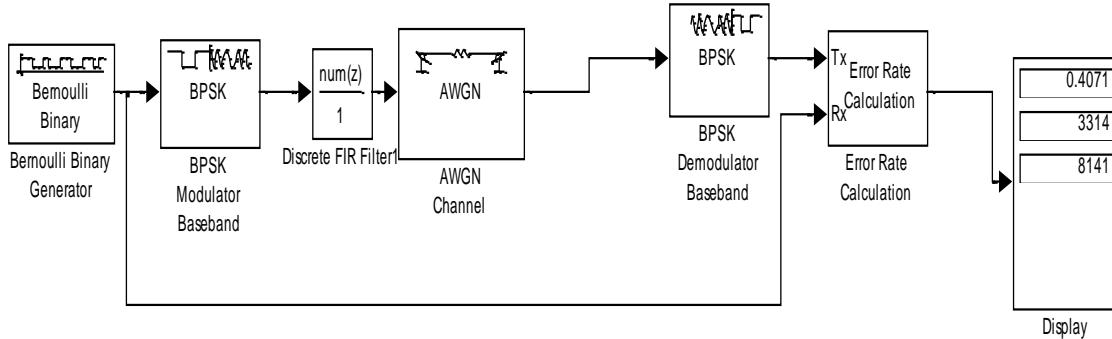


Рисунок 1 – Схема канала связи

Таблица 1 – Зависимость вероятности ошибки от уровня боковых отсчетов ИХ канала связи

$E_s/N_0$ , Дб	h(уровень боковых отсчетов)	$P_{ош}$
10	0.1	0.5037
10	0.2	0.4985
10	0.3	0.4896
10	0.4	0.4448
10	0.5	0.3759

Из данных таблицы 1 можно убедиться в том, что значения вероятности битовый ошибки, уменьшаются, при определенном значении параметра отношения С/Ш.

При таких условиях необходимо учитывать среднюю мощность сигнала, которая равна сумме квадратов отсчетов ИХ канала.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скляр, Ю. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение; Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Волков Л. Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие; Эко-Трендз, 2005.

М.С.ПОПОВА<sup>1</sup>, Н.В.СКОВОРОДКО<sup>1</sup>

## ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ПРИ КОМПЕНСАЦИИ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрим помехоустойчивость системы связи при компенсации межсимвольной интерференции с помощью линейного эквалайзера, спроектированного без учета уровня шума.

Определим ИХ канального фильтра  $h = [1 \ 2 \ 1]$ . Разместим в модели блок нерекурсивного дискретного фильтра, определив его после АБГШ-канала. В поле ИХ этого фильтра, который будет являться линейным эквалайзером, сформируем следующую строку для вызова расчетной функции: `eq_linear (h, inf, 32, 16)`. Здесь  $h$  – идентификатор переменной, хранящей ИХ канала связи;  $inf$  – отношение С/Ш (в децибелах), для которого проектируется эквалайзер (в данном случае бесконечность, т. е. отсутствие шума); 32 – длина фильтра эквалайзера; 16 – задержка, вносимая при обработке сигнала. Проанализируем зависимость вероятности ошибки от отношения С/Ш в

## Защита информации и технологии информационной безопасности

диапазоне 30...40 дБ. Проведем измерения для каналов вида  $h = [1 \ 2 \ 3 \ 2 \ 1]$  (32...42 дБ) и  $h = [-3 \ 4 \ 2]$  (-1...+9 дБ).

Некоторые полосовые системы, такие как беспроводные, являются, по сути, каналами с замираниями, которые проявляют себя как нежелательные фильтры, также искажающие сигнал. Если принимающий фильтр настраивается на компенсацию искажения, вызванного как передатчиком, так и каналом, он зачастую называется выравнивающим.

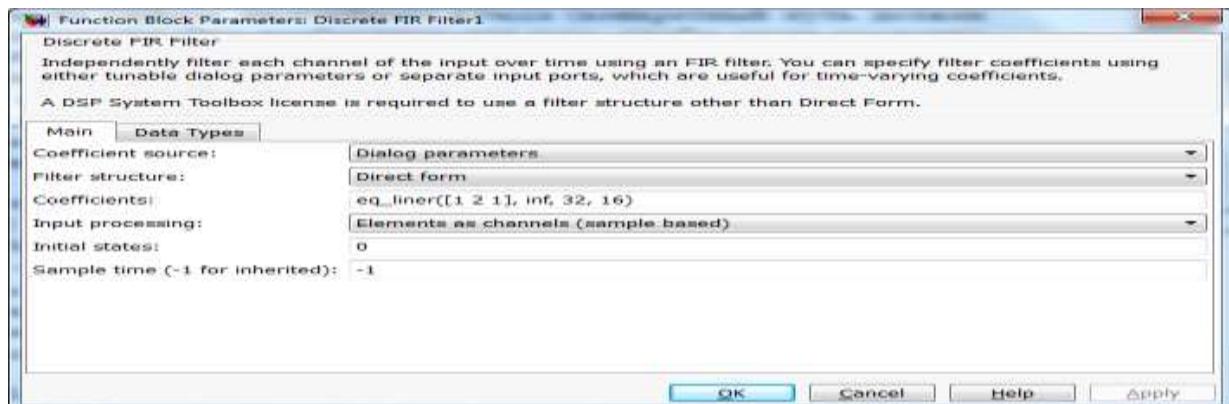


Рисунок 1 – Параметры блока

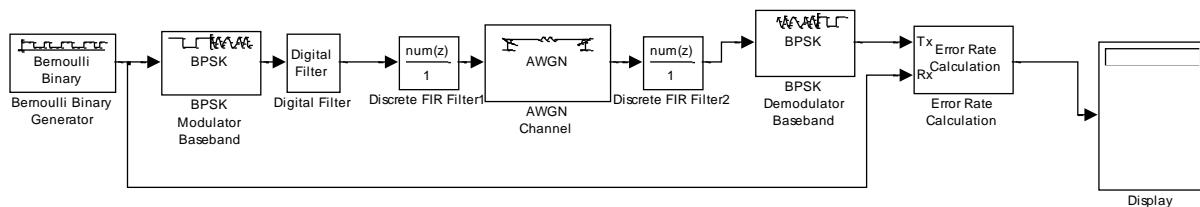


Рисунок 2 – Схема канала связи

Таблица 1 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [1 2 1]

№	$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{ош}$
1	30	[1 2 1]	0.4686
2	31		0.4716
3	32		0.4732
4	33		0.4724
5	34		0.4711
6	35		0.4733
7	36		0.4702
8	37		0.4727
9	38		0.4727
10	39		0.4710
11	40		0.4730

Таблица 2 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [1 2 3 2 1]

№	$E_s/N_0$ , дБ	H	$P_{ош}$
1	32	[1 2 3 2 1]	0.4784
2	33		0.4794
3	34		0.4813
4	35		0.4817
5	36		0.4896
6	37		0.4890
7	38		0.4813
8	39		0.4795
9	40		0.4791
10	41		0.4811
11	42		0.4825

3 – Зависимость вероятности ошибки от С/Ш для канала [-3 4 2]

№	$E_s/N_0, \text{дБ}$	H	$P_{\text{ош}}$
1	-1	[-3 4 2]	<b>0.4784</b>
2	0		<b>0.4794</b>
3	1		<b>0.4813</b>
4	2		<b>0.4817</b>
5	3		<b>0.4896</b>
6	4		<b>0.4890</b>
7	5		<b>0.4813</b>
8	6		<b>0.4795</b>
9	7		<b>0.4791</b>
10	8		<b>0.4811</b>
11	9		<b>0.4825</b>

Анализируя помехоустойчивость системы связи при компенсации МСИ с помощью линейного эквалайзера, спроектированного с учетом уровня шума, необходимо при изменении отношения С/Ш синхронно менять соответствующий (второй по счету) параметр в строке вызова функции расчета эквалайзера. Следует определить дополнительную переменную – для хранения отношения С/Ш (в децибелах):  $q = 10$  и указать ее идентификатор  $q$  в поле С/Ш блока АБГШ-канала и в строке вызова функции расчета эквалайзера: `eq_linear(h, q, 32, 16)`.

Таким образом, видно, что отношение С/Ш изменяется только в блоке АБГШ-канала, а эквалайзер остается рассчитанным на бесконечное отношение С/Ш.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вернер, М. Основы кодирования; Техносфера, 2004.
2. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение; Техносфера, 2005.
3. Манохин, А. Е. Радиотехнические системы передачи информации: учебное электронное текстовое издание / А. Е. Манохин. – РФ, Екатеринбург : Радио и связь, 2013. – 37 с.
4. Кларк, Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: / Дж. Кларк, Дж. Кейн. М. : Радио и связь, 1987.
5. Зюко, А. Г. Теория передачи сигналов: учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров, Л. М. Финк. – М : Радио и связь, 1986.

## ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ СВЧ ДИАПАЗОНА ДИОДОМ ГАННА

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Для измерения мощности СВЧ сигналов применяются тиристоры, чувствительный элемент у которых используется наноструктурный полупроводниковый материал. В СВЧ локаторах в основном применяется способ измерения мощности ваттметром с применением поглощающей мощности, выделяемой в нагрузке. Наиболее распространенным методом измерения малых мощностей используют болометры или термисторы. В болометрах применяемое сопротивление обладает положительным температурным коэффициентом сопротивления, а в термисторах с ростом температуры сопротивление падает. Как в первом, так и во втором случаях измерительная головка размещается внутри отрезка волновода на удалении от отражающей стенки волновода  $\frac{1}{4}$  длины волны. Измерение изменения сопротивление нагрузки осуществляется мостовой схемой с помощью уравновешенного или неуравновешенного моста. Обе эти схемы приведены на рисунке 1 [1].

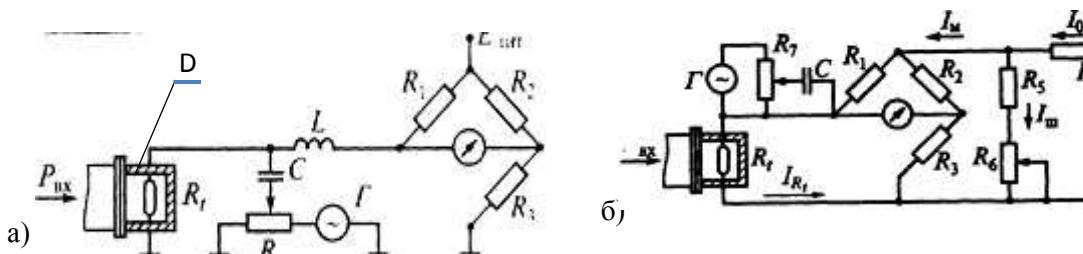


Рисунок 1 – Неуравновешенный (а) и уравновешенный (б) мост измерения мощности СВЧ сигнала

Поглощение СВЧ излучения производится полупроводниковым диодом Ганна, который формируется активным элементом преимущественно арсенида галлия (*GaAs*). В мостовых схемах полупроводниковые диоды находятся между пластинами алюминия, которые выполняют роль электродов. Концентрация активных элементов у пластин алюминия составляет  $10^{20} - 10^{22} \text{ м}^{-3}$ .

При осаждении двухатомной молекулы на поверхность твердого тела атомы в молекуле независимо взаимодействуют с атомами и молекулами, расположенных на поверхности твердого тела, и адсорбированная молекула распадается на отдельные атомы. Если энергия ионизации атомов находится в максимуме функции распределения электронов внутри твердого тела и эти атомы обладают сродством к электрону, то они должны пребывать в виде отрицательных ионов.

Свободные электроны внутри металла находятся в потенциальной яме и подчиняются распределению Ферми-Дирака. С такой сложной структурой происходит взаимодействие атомов на поверхности металла. Если энергия ионизации атома находится вблизи максимума функции распределения электронов в металле, то возможен резонансный обмен электронами и тогда атом будет пребывать на поверхности твердого тела в виде отрицательного иона. Ионизация атома галлия 6,0 эВ, а ионизация атома мышьяка – 9,815 эВ [2]. Следовательно, атомы галлия на поверхности алюминия автоматически пребывают в виде отрицательных ионов, а атомы мышьяка тоже будут пребывать в виде отрицательных ионов, но вследствие спонтанного перехода электронов с атома галлия на атом мышьяка. Этот процесс длиться до тех пор, пока полностью атомы мышьяка не превратятся в отрицательные ионы.

Диод Ганна является устройством с переносом электронов. Перенос электронов определяется законом Ома.

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}, \quad (1)$$

где для проводников круглого сечения  $\sigma = \frac{1}{\rho} = 2 \sqrt{\frac{\epsilon_r \epsilon_0}{\mu_r \mu_0}} \cdot \frac{1}{r_0}$  – электропроводность и  $r_0$  – радиус проводника. Для металлов относительная магнитная проницаемость соответствует вакууму, т.е.,  $\mu_r = 1$ , и тогда плотность электрического тока пропорциональна  $\sqrt{\epsilon_r}$ . В металлах относительная

диэлектрическая проницаемость вакуума  $\epsilon_r \rightarrow \infty$  и поэтому плотность электрического тока (1) в металлах может достигать очень больших величин.

Общее определение наведенной диэлектрической проницаемости выполнено в работе [3] и равно:

$$\epsilon_r = 1 + \frac{n_0 p_s^2}{3\epsilon_0 k_B T} \approx \frac{n_0 p_s^2}{3\epsilon_0 k_B T}. \quad (2)$$

Здесь  $n_0$  – объемная концентрация примесей или атомов у поверхности твердого тела со встроенным дипольным электрическим моментом  $p_s$ ,  $\epsilon_0$  – абсолютная диэлектрическая постоянная вакуума с размерностью Ф/м,  $k_B$  – постоянная Больцмана и  $T$  – температура среды.

В формуле (2) дипольный электрический момент  $p_s$  есть свойство атомной системы. Поэтому эта величина не зависит от разных внешних воздействий. От внешних и внутренних воздействий зависит величина концентрации примесей  $n_0$ .

Энергия валентных электронов атома галлия совпадает с максимумом распределения валентных электронов кристалла алюминия. Обмен валентными электронами происходит беспрепятственно, т.е., практически в резонансе. Поэтому атомы галлия на поверхности катода и анода пребывают в виде отрицательных ионов. Атомы мышьяка также будут пребывать в виде отрицательных ионов вследствие самопроизвольного переноса электронов с энергетического уровня галлия на энергетический уровень мышьяка.

Характер протекания электрического тока в диоде Ганна определяется только процессами, происходящими вблизи катода. Электрический ток проводят только те электроны, которые находятся в зоне проводимости и являются свободными. В зону проводимости вначале поступают электроны с энергетического уровня атома галлия. При переходе с атомов мышьяка электроны должны преодолевать энергию сродства к электрону, а также энергию связи электронов в отрицательных ионах галлия.

При наложении внешнего электрического поля ситуация резко меняется. Используя закон Максвелла-Больцмана, для энергетического уровня отрицательного иона галлия, количество электронов в зоне проводимости алюминия составит [3]:

$$n_i^+ = n_{a,0} \exp \left[ -\frac{(EA_a)}{k_B T} \left( 1 - \frac{e^2(E_s r_a)^2}{(EA_a)^2} \right) \right], \quad (3)$$

где  $n_{a,0}$  – поверхностная концентрация молекул арсенида галлия на поверхности алюминия;  $EA_a$  – энергия сродства к электрону атомов акцепторной примеси,  $E_s = \frac{\Delta V}{l}$  – напряженность электрического поля внутри диода Ганна при приложенной разности потенциалов  $\Delta V$ ,  $r_a$  – радиус атома галлия.

Когда в формуле (3) энергия, которую приобретает электрон в отрицательном ионе от внешнего приложенного электрического поля, достигнет значения равного или больше энергии связи электрона в отрицательном ионе галлия, то в зоне проводимости появятся связанные электроны. Связанные электроны в зоне проводимости – это «тяжелые» электроны, а свободные электроны – это «легкие» электроны, и они отличаются по массе.

В диоде Ганна при больших приложенных напряжениях уровни энергии отрицательных ионов, находящихся вблизи зоны проводимости, под действием внешнего приложенного электрического поля, могут оказаться внутри зоны проводимости и тогда они являются не свободными. Свободные электроны в зоне проводимости появятся вследствие температурной ионизации отрицательных ионов атомов мышьяка. Появится скачок тока проводимости. Если вблизи максимума тока проводимости свободные электроны поставлялись с уровней энергий отрицательных ионов галлия и мышьяка, то проходя этот максимум, ток проводимости будет формироваться только отрицательными ионами мышьяка. Ток проводимости скачком резко уменьшится.

Когда в зону проводимости будут поступать электроны с отрицательного иона мышьяка, то восполниться такая убыль электронов у мышьяка не будет. Ток проводимости в этом случае будет падать до тех пор, пока все атомы мышьяка отдадут свои электроны в зону проводимости алюминия.

Ток проводимости возникает в полупроводниках вследствие возникновения подвижности внутри полупроводника. При сравнительно низких температурах накопление свободных электронов в зоне проводимости происходит практически мгновенно, а их убыль длится значительно дольше. В результате создаются условия, когда накопленная масса электронов в зоне проводимости все одновременно двигаются к валентной зоне. Когда доходит такой пакет электронов до валентной зоны, то происходит короткое замыкание разрядного промежутка. Падение напряжения при коротком

замыкании равно нулю, а после полной нейтрализации пакета электронов напряжение на разрядном промежутке восстанавливается и описанный выше процесс возобновляется.

Когда диод Ганна используется в качестве измерителя СВЧ мощности, то он должен быть настроен на частоту падающего излучения. Передаваемая мощность СВЧ сигнала определяется вектором Пойнтига

$$\vec{P} = [\vec{E} \cdot \vec{H}], \text{ Вт/м}^2. \quad (4)$$

Если умножить вектор Пойнтига на сечение  $S$ , по которому распространяется электромагнитная волна, то получим мощность падающей электромагнитной волны

$$W = P \cdot S. \quad (5)$$

Фотосопротивление диода Ганна зависит линейно от изменения температуры  $\Delta T \approx \frac{W}{m}$ , и таким образом выполняются измерения мощности СВЧ сигнала.

*Заключение:* вскрыт механизм измерения мощности диодом Ганна.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белорусский национальный технический университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://WWW.Support17.com>.
2. Физические величины : Справочник /А. И. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др.: Под редакцией И. С. Григорьева, Е. Д. Мейлихова. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
3. Гречихин, Л. И. Физика. Электричество и магнетизм. Современная электродинамика / Л И. Гречихин. – Минск : ИООО «Право и экономика». 2008. – 302 с.

О.В.КОЧЕРГИНА<sup>1</sup>, Т.А.МАТКОВСКАЯ<sup>1</sup>, DR ARASH KOSARI<sup>2</sup>

## КАНАЛ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ В ОБЛАСТИ ИЗГИБА ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>University of Tehran, the Islamic Republic of Iran

В настоящее время большую популярность получили одномодовые оптические волокна, которые имеют малое затухание передаваемого сигнала, низкий уровень шума, высокую пропускную способность, устойчивость к внешним электромагнитным воздействиям и пр. [1]. Несмотря на то, что оптические волокна обладают защитой от несанкционированного доступа, известны различные способы формирования каналов утечки информации[2]. В работе [3] описан способ создания канала утечки информации, который заключается в формировании изгиба волокна и направление выходящего за пределы волокна оптического излучения непосредственно на фоточувствительную площадку фотоприемника. Такой способ можно использовать для любого одномодового волокна, не зависимо от производителя. Однако в настоящее время отсутствуют сведения о пропускной способности такого канала утечки информации. Это необходимо для реализации мер по защите информации, передаваемой по оптическому волокну, от утечки по такому каналу. Поэтому целью данного исследования является определение пропускной способности канала утечки информации из оптического волокна в зависимости от диаметра изгиба волокна, места расположения фотоприемника и типа оптического волокна.

Для проведения исследования была разработана и собрана экспериментальная установка. В качестве объектов исследований использовались одномодовые оптические волокна G.652, G.655 и G.657 производства CORNING. Для регистрации оптического излучения в канале утечки информации использовался германьевый фотодиод ФД-10ГА. Это полупроводниковый фотодиод с одним *p-n*-переходом, имеющий высокую чувствительность в инфракрасной области спектра оптического излучения [4].

В качестве источника излучения использовались волоконно-оптические лазерные модули ВОЛМ-10-М. Длины волн генерации лазерных диодов этих модулей составлял:  $1310 \pm 5$ ;  $1490 \pm 5$ ;  $1550 \pm 5$ ;  $1610 \pm 5$  нм.

Протяженность оптического волокна ОВ составляла  $L = 1,00 \pm 0,02$  м. Коэффициент затухания исследуемых волокон не превышал 0,4 дБ/км. [5,6] Таким образом, потерей мощности оптического излучения, распространяющегося в оптическом волокне этой протяженности, можно было пренебречь.

Пропускную способностью канала утечки информации  $P$  можно определить по формуле Шеннона [3]:

$$P = \frac{1}{2\pi RC} \log_2 \left( 1 + \frac{U_m^2}{\sigma^2} \right),$$

где  $R$  – сопротивление нагрузки фотоприемника;  $C$  – электрическая емкость фотоприемника,  $U_m/\sigma$  – отношение сигнал/шум .

Получено, что увеличение диаметра изгиба оптического волокна от 5 до 30 мм приводит к уменьшению мощности оптического излучения, выходящего за его пределы. Во всем диапазоне диаметров наибольшее значение мощности этого излучения наблюдалось для оптического волокна G655, а наименьшее – для G657.

Установлено, что пропускная способность канала утечки информации, сформированного в области изгиба оптического волокна, зависит от типа волокна и диаметра его изгиба. Так уменьшение диаметра изгиба приводило к увеличению пропускной способности канала утечки информации. При диаметре изгиба 5 мм значение пропускной способности было максимальным для всех исследуемых длин волн. При диаметре изгиба 20 мм и более пропускная способность канала утечки информации была равной нулю. Для одинаковых диаметров изгиба оптического волокна пропускная способность канала утечки информации была меньше у волокна G657 при всех исследуемых длинах волн.

Наибольшая пропускная способность для всех исследуемых длин волн оптического излучения при одинаковой мощности, поступающей на вход оптического волокна, наблюдалась на длине волны 1490 нм. Величина пропускной способности в этом случае составляла 34, 39, 33 Мбит/с для оптических волокон G.652, G.655 и G.657 соответственно. Таким образом, наибольшую пропускную способность удается получить для волокна G.655. Максимальное значение пропускной способности излучения с длиной волны 1490 нм для всех диаметров изгиба связано с тем, что фотодиоды ФД-10ГА имеют наибольшую чувствительность на этой длине волны.

Получено, что пропускная способность канала утечки информации зависит от местоположения фотодиода, применяемого для регистрации оптического излучения, снимаемого с изгиба оптического волокна. Чем дальше расстояние от источника оптического излучения до точки изгиба волокна, с которой регистрируется излучение фотодиодом, тем меньше значение пропускной способности канала утечки информации.

Выполнено сравнение пропускной способности двух каналов связи. Один канал связи создан на основе оптического волокна длиной 1 м, в котором отсутствуют изгибы. Другой – такой же длины, но с изгибом волокна (канал утечки информации). Для передачи информации в эти волокна подавались импульсы оптического излучения одинакового вида и мощности. Длина волны оптического излучения составляла 1310 нм, так как оптическое излучение на этой длине волны испытывает меньшие потери мощности в области изгиба по сравнению с другими длинами волн [5,6]. Получено, что пропускная способность канала утечки информации меньше, чем канала связи на основе оптического волокна без изгибов. Пропускная способность канала связи на основе оптического волокна без изгибов составляла 60 Мбит/с для всех исследуемых волокон. Пропускная способность канала утечки информации при диаметре изгиба волокна 5 мм имела значения приблизительно 29, 34 и 25 Мбит/с для волокон G.652, G.655 и G.657 соответственно. Это составляет в среднем 49 % от пропускной способности канала на основе оптического волокна без изгибов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Govind, P. *Agrawal Fiber-Optic Communication Systems*. New York: Wiley-Interscience; 2002. – 530 c.
2. Зеневич, А. О. Обнаружители утечки информации из оптического волокна. – Минск : Белорусская государственная академия связи; 2017. 143 с.
3. Шубин, В. В. Информационная безопасность волоконно-оптических систем. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ; 2015. 257 с.
4. Бараночников, М. Л. Приемники инфракрасного излучения. Национальный университет Львовская политехника, 1985. 94 с.
5. Рекомендация МСЭ-Т G652. Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля. Женева, 2005.
6. Рекомендации МСЭ-Т G657. Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля, не чувствительного к потерям на изгибе. Женева, 2017.

## ЦВЕТОВОЕ КОДИРОВАНИЕ В ТАКТИКАХ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ И ВОЕННОЙ РАЗВЕДКИ

Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Авторская работа по существу представляет собой аванпроект создания и развертывания объединенной автоматизированной цифровой системы связи, которая в ходе боевых действий и военной разведки решает тактические задачи в сфере военной связи – задачи эффективного управления войсками и оружием. Переход в оптический диапазон сопряжен с освоением частот 14 и 15 диапазонов и связан со строительством оптической и лазерной связи как в космосе, атмосфере и открытом водном пространстве мирового океана, так и по проводам. Границы по частоте определяются соотношением  $0,3 \cdot 10^N \div 3 \cdot 10^N$  (здесь N – порядковый номер диапазона) и, следовательно, вышеуказанные диапазоны охватывают ближний инфракрасный (ИК) свет, видимый свет и ближний ультрафиолетовый (УФ) свет [1, 2]. При этом дальность передачи (теперь уже видимости) светодиодного света в атмосфере может достигать 36 км (день) и 20 км (ночь) даже в условиях плохой видимости пилота (до 400 м) [3].

Условия низкой видимости могут быть связаны с типом используемого мобильного перевозчика. Например, небольшое рыболовное судно с высокой маневренностью может рассматривать условия плохой видимости как что-либо менее 1/4 мили, 1/8 мили, 100 ярдов или 100 футов. С другой стороны, в случае воздушной навигации, низкая видимость, не подходящая для правил визуального полета VFR (Visual Flight Rules) в контролируемом воздушном пространстве, может составлять менее 3-х статутных миль. Отметим, что британская и американская (статутная): 1 миля = 8 фурлонгов = 1760 ярдов = 5280 футов = 1609,34 метра (160934,4 сантиметра).

**Постановка задачи.** Математические вычисления дальности видимости при демодуляции и обработке в компьютерной системе основаны на установленном Федеральным авиационным агентством США FAA (Federal Aviation Agency) стандарте RVR (Runway Visual Range) дальности видимости на ВПП (Взлетно-Посадочной Полосе). По сути, дальность видимости – это расчетная оценка того, насколько далеко от ВПП способен видеть пилот. RVR является абсолютным стандартом, а именно: RVR ниже 50 футов считается нулевой видимостью; а RVR выше 6500 футов считается неограниченной видимостью [3].

**Методика решения задачи.** В условиях нулевой видимости возникает необходимость в усилении контраста объекта визуализации. А в условиях неограниченной видимости возникает необходимость в его мимикрии [4, 5, 6] – новая возможность для того, чтобы маскировать боевой резерв, изменяя его цвета, прозрачность или конфигурацию и габариты путем создания мгновенных миражей магических перевоплощений вплоть до генерации ложных целей. Отсюда цветовое кодирование позволяет осуществлять еще две тактики + в стратегемах на фронтах WWIII нового гибридного типа, создавая шедевры в сфере военного искусства в любой среде обитания (в космосе, атмосфере, наземной, подземной, надводной и подводной).

Светодиодная система освещения используется для повышения контраста изображения в системах искусственного зрения. Она может предлагать улучшение видимости в ухудшающих видимость атмосферных условиях, как в дневное, так и в ночное время, иначе называемые как условия плохой видимости (такие как туман, смог, пыль и штормы).

Более того, светодиодная система повышения контрастности может быть применима при навигации по неизвестной и/или потенциально опасной местности в условиях плохой видимости. В качестве боевого резерва могут быть задействованы самолеты с неподвижным крылом, вертолетные самолеты, автомобили, мотоциклы, а также автобусы, грузовики с полуприцепами, лодки, корабли, поезда и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или другие дистанционно управляемые транспортные средства или суда.

**Анализ полученного результата.** Становится очевидным, что светодиодные системы повышения контрастности смогут найти применение в различных местах, включая коммерческие, гражданские или военные аэродромы, в том числе на установленных взлетно-посадочных полосах, вертолетных площадках и авианосцах в море. Более того, внедрение вышеуказанных систем представляется целесообразным на нефтяных вышках, посадочных площадках и т. д., а также

в различных других морских операциях, удаленных полевых операциях и/или усилиях по реагированию на стихийные бедствия [3].

Итак, цветовое кодирование становится новым инструментом нового представительного параметра сигнала – его цвета [3, 4, 6]. Цвет сигнала в оптическом диапазоне задается его циклической частотой. Например, две циклические частоты могут находиться в видимой области, инфракрасной области, ультрафиолетовой области. Кроме того, циклические частоты света могут находиться в любых двух различных суперпозициях, например, видимой и ИК, видимой и УФ, ИК и УФ. Более того, можно использовать две или более циклических частот света, чтобы генерировать группу цветов, которая пульсирует и генерирует средний воспринимаемый свет. Этот воспринимаемый свет должен быть любого желаемого цвета, например цвета света, обычно используемого в воздушной навигации или морском судоходстве, например белый, красный, зеленый, янтарный, желтый или синий свет.

С другой стороны, оборудование должно различать две или более циклических частот излучаемого света, даже если они не воспринимаются человеческим глазом. Это одна из причин, почему две или более циклических частот света могут излучаться, например, чтобы подсистема приема света могла различать две циклические частоты и использовать эту добавленную информацию, например, для генерации улучшенных контрастных изображений.

Оркестрацию цвета как воспринимаемого света в светодиодной системе искусственного зрения можно задавать частотой мерцаний, которая составляет свыше 100 Гц. При этом мы уделяем пристальное внимание процедуре формирования лучей белого света, чтобы определять и/или измерять цвета объектов визуализации в отраженном (непоглощенном самими объектами) спектре солнечного излучения (пассивная оптическая локация) или в отраженном спектре поискового (зондирующего) луча белого света (активная оптическая локация). Тогда значительно упрощается передатчик в спутниковых, надводных, подводных, наземных и летающих оптических сетях [4, 6].

**Заключение.** Переход в оптический диапазон позволяет дополнительно осуществлять еще две тактики + в стратегемах на фронтах WWIII нового гибридного типа. Создавать шедевры в сфере военного искусства путем цветового кодирования в спутниковых, надводных, подводных, наземных и летающих оптических сетях. В ходе боевых действий и военной разведки генерировать ложные цели и/или обнаруживать скрытые резервы противника даже в условиях нулевой видимости. А в условиях бесконечной видимости генерировать ложные цели и/или, эффективно управляя войсками и оружием, скрывать боевые единицы (ВПП, рои БПЛА, надводные корабли, подводные лодки, сухопутные наземные единицы и подразделения) или киберфизические системы автономных роботов, маскируя их под окружающую среду.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Евразийский патент ЕА028741 (B1) на изобретение «Способ передачи информации в оптической системе связи, оптическая система связи для его реализации, приемопередающий терминал и система связи глобального информационного общества» / Ю. Н. Аксенов, А. Г. Костюковский. Заявл. 2013.07.09; опубл. 2017.12.29. Б.И. № 12. Int. Cl. H04B 10/25. – 22 с.
2. Костюковский, А. Г. Альтернативная передача сверхкороткого видеоимпульса на сверхдальние расстояния в атмосфере // Проблемы инфокоммуникаций. – 2020. – № 2(12). – С. 26–35.
3. Костюковский, А. Г. Математическая модель канала передачи в светодиодной системе искусственного зрения в условиях плохой видимости // Проблемы инфокоммуникаций, – 2021. – № 2 (14). – С. 67–77.
4. Костюковский, А. Г. Природоподобная передача картины окружающего мира в оптическом диапазоне длин волн // Современные средства связи. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2020. – С. 60–61.
5. Костюковский, А. Г. Особенности модуляции ОВПИМ и кодирование сверхширокополосных оптических сигналов / А. Г. Костюковский, Ю. Н. Аксенов // ITT Innovative technologies in telecommunications : materiallari mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfransinin, 4-6 dekabr 2019-cu il, AzTU, Baki, Azərbaycan. – С. 145–148.
6. Костюковский, А. Г. Моделирование оптической времязаданной импульсной модуляции ортогонально-поляризационного мультиплекса разноцветных световых лучей воспринимаемого света // Проблемы инфокоммуникаций. – 2022. – № 1(15). – С. 26–38.

## **ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ПОСТОВ РАДИОМОНИТОРИНГА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, обучающийся, Федеративная Республика Нигерия

В Республике Беларусь применяются традиционные источники бесперебойного питания (ИБП) на аккумуляторных батареях, но не везде это возможно. Источники бесперебойного питания на суперконденсаторах могут применяться там, где нет возможности установить традиционные АКБ (высокие температуры, ограничение по весу, нет возможности отвода водорода) и где часто выступают пиковые нагрузки.

Анализ необходимых требований, предъявленных к аппаратуре радиомониторинга, делает возможным сформулировать четкие требования к составу аппаратуры поста радиомониторинга и их основным функциям:

- наличие, как минимум, двух радиоприемников для одновременного раздельного решения задач контроля загрузки РЧС, и поиска источников помех и измерений параметров станций на отдельных частотах;
- использование высококачественных измерительных средств для получения оценок параметров сигналов с использованием стандартных методик измерений и с требуемой точностью;
- наличие измерительных и пеленгационных антенн, антенных коммутационных устройств, и трактов выноса антенн, обеспечивающих возможность развертывания измерительных радиоприемных устройств (РПУ), оконечной аппаратуры и рабочего места оператора в отапливаемом помещении;
- управляемость аппаратуры поста, в том числе режимов и параметров РПУ с помощью ПЭВМ, используемой одновременно как устройство отображения информации для оператора;
- наличие устройства запоминания звуко- и видеинформации, регистрации результатов радиомониторинга, а также современного развитого программного обеспечения, позволяющего реализовать автоматизированное решение задач и проведение измерений;
- возможность сопряжения поста радиомониторинга (ПРМ) с внешними пеленгаторами или системой пеленгования;
- возможность обмена информацией с другими постами и службами.

Источники бесперебойного питания на основе суперконденсаторов (рисунок 1) являются важными для постов радиомониторинга, т.к. посты радиомониторинга основаны на перехвате информации с помощью РПУ, которые, в свою очередь, зависят от питания. Для автоматизированного пилингования подойдут ИБП на суперконденсаторах, т.к. нет необходимости в периодическом их обслуживании, а емкость и срок службы таких ИБП гораздо выше, чем у обычных ИБП на аккумуляторах. В случае постов радиомониторинга, даже при малейшей потери питания потеря информации будут колоссальными.

Большую емкость, измеряемую тысячами фарад, позволяют получить конденсаторы, основанные на так называемом двойном электрическом слое. Принцип их работы следующий: двойной электрический слой возникает при определенных условиях на границе веществ в твердой и жидкой фазах. Образуются два слоя ионов с зарядами противоположного знака, но одинаковой величины. Если очень упростить ситуацию, то образуется конденсатор, «обкладками» которого являются указанные слои ионов, расстояние между которыми равно нескольким атомам.

Конденсаторы, основанные на данном эффекте, иногда называют ионисторами. На самом деле, этот термин применим не только к конденсаторам, в которых накапливается электрический заряд, но и к другим устройствам для накопления электроэнергии – с частичным преобразованием электрической энергии в химическую, наряду с сохранением электрического заряда, а также для аккумуляторов, основанных на двойном электрическом слое. Поэтому более подходящим является термин «суперконденсаторы».

Наиболее широко ИБП на суперконденсаторах могут применяться вместе с резервными генераторами для обеспечения энергоснабжения при их запуске. В числе их задач также защита от

кратковременных перебоев энергоснабжения, возникающих в процессе эксплуатации сетевых систем распределения электроэнергии, например, при аварийном включении резерва и автоматическом повторном включении (АПВ). Кроме того, они могут быть незаменимы в качестве буферных устройств пиковых нагрузок для компьютерных томографов и другого оборудования, работа которого связана с многократным повторением кратковременных циклов максимального энергопотребления.

Главным параметром, определяющим емкость конденсатора является активная площадь электрода. В традиционных конденсаторах электроды выполнены из металлических лент свернутых в цилиндр или скругленный параллелепипед. В таком решении увеличение активной площади электрода влечет за собой значительное увеличение размеров конденсатора. В суперконденсаторах применяются электроды из многостенных углеродных нанотрубок, что увеличивает активную площадь электрода до 2000 м<sup>2</sup> на грамм электрода [1].

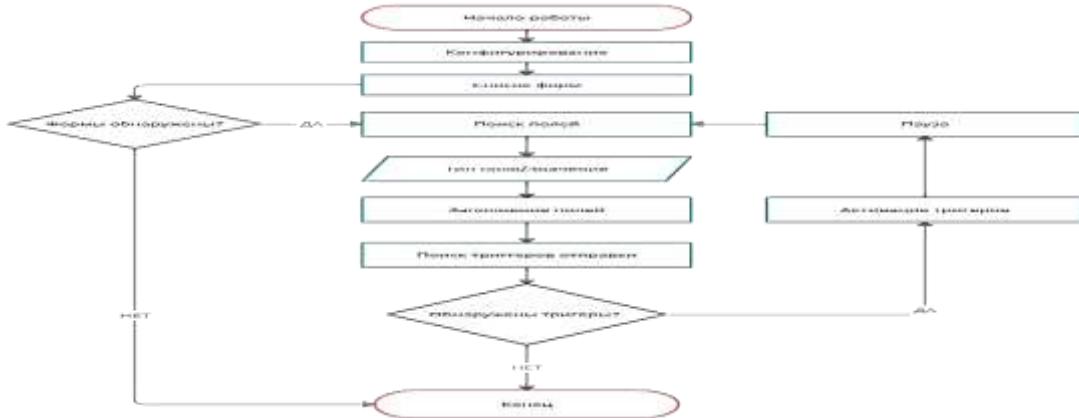


Рисунок 1 – ИБП на основе суперконденсаторов

Контакты источника питания находятся с правой стороны. Диоды Шоттки предотвращают протекание тока обратно к источнику, а резисторы R5/R6 ограничивают ток при включении. В данном случае применяются диоды Шоттки с высоким током и низким прямым напряжением, так что подойдут многие типы таких диодов. Резисторы R5/R6 могут иметь значение от 0.5 до 2 Ом, но они обязательно должны быть высокой мощности.

Ионисторы C1/C2 должны быть соединены последовательно, а резисторы R1/R2 используются для того, чтобы напряжение между ионисторами распределялось равномерно. Резисторы также позволяют им медленнее разряжаться, когда цепь отключается от питания. Все это благотворно влияет на продолжительность жизни данных суперконденсаторов.

Резисторы R3/R4 образуют делитель, делящий 5 В наполовину. Полученное напряжение заводится на линию. Если напряжение сети пропадет, то на этом выводе будет логический ноль, что сообщит программе об отключении сетевого напряжения [11].

Двух минут достаточно для того, чтобы конденсатор зарядился для завершения работы.

В работе предложено и обосновано использование суперконденсаторов вместо АКБ для источников бесперебойного питания для постов радиомониторинга.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Суперконденсаторы в ИБП. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://proekt.by/elektrotehnika-b2.0/superkondensatori\\_v\\_ibp\\_novoe\\_reshenie\\_ot\\_eaton-t54342.0.html](http://proekt.by/elektrotehnika-b2.0/superkondensatori_v_ibp_novoe_reshenie_ot_eaton-t54342.0.html). – Дата доступа : 23.04.2022.

2. Источник бесперебойного питания на основе суперконденсаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://digitrode.ru/computing-devices/minipc/132-istochnik-bespereboynogo-pitaniya-na-osnove-superkondensatorov-dlya-raspberry-pi.html>. – Дата доступа : 23.04.2022.

3. Емкостные накопители энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://studref.com/317530/tehnika/emkostnye\\_nakopiteli\\_energii\\_obschie\\_svedeniya](https://studref.com/317530/tehnika/emkostnye_nakopiteli_energii_obschie_svedeniya). – Дата доступа : 24.04.2022.

4. Обзор и анализ существующих систем радиомониторинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://studbooks.net/2368634/tehnika/obzor\\_analiz\\_suschestvuyushchih\\_sistem\\_radiomonitoringa](https://studbooks.net/2368634/tehnika/obzor_analiz_suschestvuyushchih_sistem_radiomonitoringa). – Дата доступа : 29.04.2022.

## **ТЕХНИКА ТРОПОСФЕРНОЙ СВЯЗИ В СЕТЯХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Исследования тропосферного распространения радиоволн с целью создания аппаратуры связи начались в середине 1950-х годов в СССР. Уже в то время удалось показать возможность создания линий связи протяженностью до 250 км. В 1960-70-х годах разработка средств тропосферной связи велась весьма интенсивно. Впоследствии спутниковая связь потеснила тропосферную, особенно в коммерческих сетях, но в настоящее время существуют области применения тропосферных средств связи, как в сетях специального, так и коммерческого назначения.

Ведущие лидеры в области тропосферной связи: компания Comtech Systems (США), тропосферные системы которой развернуты во всем мире, как для коммерческих, так и военных целей; корпорация Raytheon (США), производящая современные тропосферные средства связи со скоростью передачи до 50 Мбит/с; компания Advantech Wireless; корпорация CETC (Китай); ФГУП МНИРТИ, ФГУП НПП «Радиосвязь», ЗАО «Радиосвязь-ФМ» и концерн «Созвездие» (Россия) и другие разрабатывают и выпускают технику тропосферной связи, обеспечивающую высокую производительность системы, надежную автоматизированную систему управления и контроля станций, простоту использования систем в эксплуатации.

Совершенствование техники тропосферной связи в армиях иностранных государств осуществляется по следующим направлениям:

- интенсивного использования участка диапазона частот 4,4–5 ГГц и освоения нового участка 14,5–15,35 ГГц;
- внедрения цифровых методов передачи и обработки сообщений, автоматического выбора частот в зависимости от условий распространения радиоволн;
- создания помехозащищенных модемов, введение режима адаптации по мощности передающих устройств, применение широкополосных малошумящих сверхвысокочастотных устройств, многолучевых антенных систем, многоканальных компенсаторов помех средств тропосферной связи;
- увеличения пропускной способности и ее адаптации при передаче трафика Ethernet для работы в современных IP-сетях;
- управления станцией, интервалом линией и сетью связи на основе унифицированных протоколов, обеспечивающих поддержку сетевого и транспортного уровня;
- создания унифицированных тропосферно-радиорелейных-спутниковых станций.

Использование тропосферных линий связи при определенных условиях предпочтительнее спутниковых линий связи. Анализ показывает, что спутниковая линия связи со скоростью передачи 512 кбит/с с учетом арендной платы за частотный ресурс в течение первых трех лет эксплуатации экономически выгоднее линии тропосферной связи. После указанного срока эффективнее становится использование тропосферной линии. При скоростях передачи порядка 2 Мбит/с тропосферная линия становится экономически выгоднее уже после первого года эксплуатации.

Анализ существующих станций помех по возможностям подавления телекоммуникационных радиосистем СВЧ диапазона (радиорелейных, тропосферных, спутниковых) в ходе радиоэлектронной войны позволяет сделать следующие выводы в пользу тропосферных систем связи:

более высокая помехоустойчивость по сравнению с радиорелейными и спутниковыми системами тех же диапазонов частот;

большая живучесть по сравнению с радиорелейными и спутниковыми системами к наземным станциям помех и к станциям помех на летно-подъемных средствах;

лучшее противодействие к прицельным и заградительным помехам.

Совмещенные тропосферно-спутниковые станции являются перспективным направлением развития техники связи, позволяющим повысить информационную надежность системы управления войсками, а малые габариты увеличивают живучесть системы связи.

## ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА С ПОВЫШЕННОЙ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬЮ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ООО «Аналоговые системы», г. Минск, Республика Беларусь

Радиоприем в метровом диапазоне длин волн играет ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования зоновых радиоинформационных систем. Многолетний опыт использования радиоканалов метрового диапазона подтверждает существенные преимущества таких систем, которые отличает простота организации и эксплуатации, устойчивые характеристики на пересеченной местности и в условиях многоэтажной городской застройки, компактность технических средств, технологичность в производстве и относительно невысокая стоимость.

Современным этапом развития радиоприемной техники метрового диапазона является широкое внедрение цифровых платформ. Такие устройства позволяют с программным образом устанавливать и изменять рабочие радиочастотные параметры радиоканала, обеспечивая одновременно универсальность и решение задач конкретных радиоинформационных систем [1-3].

В целом, функционирование радиоприемных трактов метрового диапазона происходит в сложной электромагнитной обстановке с множеством помех, действующих как в полосе частот принимаемых сигналов, так и за ее пределами, и заметным уровнем радиофона, уровень которого в промышленных районах в разы превышает собственные шумы радиоприемного тракта

Для примера на рисунке 1 [4] представлены экспериментальные результаты измерения электромагнитной обстановки в радиоканале с вертикальной поляризацией и полосой пропускания 1 МГц для малонаселенной сельской местности, удаленной от железных дорог и мощных радиопередающих устройств (район А), промышленного района крупного города (район В) и кластера с мощным импульсным радиопередатчиком (район С).

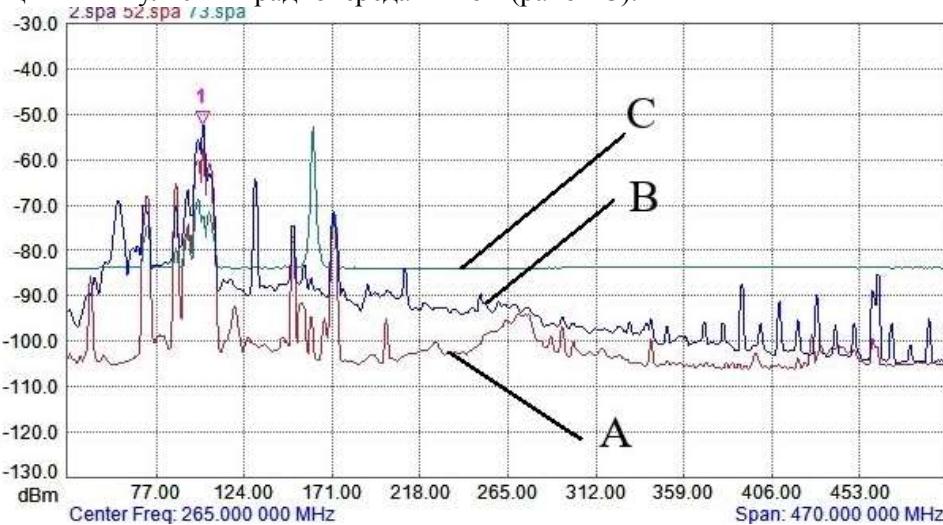


Рисунок 1 – Спектрограммы максимальных мгновенных значений уровней помех и шумов в полосе шириной 1 МГц на Е поляризации в диапазоне метровых длин волн для сельскохозяйственного (А) и промышленного (В) районов и полигона (С)

Как видно, характер спектрограмм подобен. Динамический диапазон изменения помех и шумов в целом не превышает 60...65 дБ, а мгновенные уровни мощностей регистрируемых электромагнитных излучений в зависимости от типа района различаются на 8...12 дБ, что позволяет при пороговой адаптации коэффициента передачи радиоприемного тракта с градиентом 6...10 дБ выполнять цифровую обработку группового радиосигнала с полосой 1...2 МГц на промежуточной частоте. При этом требуется реализация высокой чувствительности радиоприемных трактов, так как минимальный уровень регистрируемых сигналов составляет -103...-111 дБм. Очевидно, селективность радиотракта должна быть больше максимального диапазона изменения уровней помех и шумов, т.е. не менее 65...70 дБ.

В сложной электромагнитной обстановке эффективным методом уменьшения воздействия интенсивных внеполосных помех, в том числе преднамеренных, является применение до первого нелинейного элемента быстроперестраивающегося узкополосного фильтра с полосой пропускания  $\Pi \leq (0,02 \dots 0,03)f_0$  либо фильтрующей системы с банком коммутируемых полосовых фильтров.

Однако реализовать высокую селективность быстроперестраивающегося узкополосного фильтра метрового диапазона при условии малых полосных потерь (не более 1,5...2 дБ) является труднорешаемой технической задачей.

Системы метрового диапазона с коммутируемыми полосовыми фильтрами отличает высокое быстродействие, однако число селективных каналов обычно не превышает 4...6, а их полосы пропускания редко реализуются меньше 0,1 $f_0$ .

В условиях ограниченной селективности фильтровых систем метрового диапазона важное значение приобретает проблема реализации большого динамического диапазона радиочастотного тракта в целом и его отдельных составляющих. Так, например, требуемый динамический диапазон широкополосного малошумящего усилителя (МШУ), включенного в типовой преселектор метрового диапазона, радиоприемного тракта функционирующего в районе В (рис.1), должен быть не менее 80...100 дБ, а в районе С - не менее 110...120 дБ. При этом коэффициент шума МШУ обычно не должен превышать 3...4 дБ.

В нестационарной электромагнитной обстановке перспективно повышение помехозащищенности радиоприемных трактов с помощью адаптивных систем регулировки динамического диапазона радиотракта. При этом важно учитывать, что распространенные аттенюаторные регулировки, традиционно используемые для обеспечения устойчивого функционирования радиоканала при действии интенсивных помех, в диапазоне метровых волн имеют достаточно низкую эффективность. Поэтому адаптивные системы регулировки динамического диапазона радиотракта, используемые для повышения помехозащищенности радиоприемных трактов метрового диапазона, требуют разработки новых структурных решений (например, эстафетных систем либо адаптивных МШУ [5, 6]), обеспечивающих эффективный размен чувствительности на линейность.

Среди общесистемных вопросов повышения качества приема в радиоприемных трактах метрового диапазона практический интерес представляют структурно-параметрический подход к оптимизации радиотракта с учетом реальных условий эксплуатации и скоростные беспоисковые алгоритмы частотной, уровневой и поляризационной адаптации радиотрактов, использующие как получаемую в реальном масштабе времени, так и априорную информацию об электромагнитной обстановке и характеристиках главного тракта приема.

Таким образом, рассмотрены проблемные вопросы построения радиоприемных трактов метрового диапазона с повышенной помехозащищенностью, включающие разработку комплекса методов и технических реализаций.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Collins, T., Getz , R., Pu, Di, Wyglinski, A. Software-Defined Radio for Engineers. Artech House, 2018.
2. Kenington, P. B. RF and Baseband Techniques for Software Defined Radio. Artech House, Inc., Norwood, 2005.
3. Rouphael, T.J. RF and Digital Signal Processing for Software-Defined Radio. A Multi-Standard Multi-Mode Approach. Elsevier Inc., Burlington, 2009.
4. Заяц П.В., Малевич И.Ю. Проблематика использования автоматической регулировки чувствительности для повышения помехозащищенности радиоприемного тракта метрового диапазона / Наука и военная безопасность, №1(67), 2021 С.39-42.
5. Малевич И.Ю., Заяц П.В. Адаптивный широкополосный малошумящий усилитель радиочастоты / Доклады БГУИР, Т.18, №6, 2020, с.66-74.
6. Малевич И.Ю., Заяц П.В. Адаптивный малошумящий усилитель ОВЧ с большим динамическим диапазоном / Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем» «РАДИОИНФОКОМ-2022», Москва, 2022, с.374-377.

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СФЕРЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

<sup>1</sup>«РЭУ имени Г.В. Плеханова» Минский филиал, г. Минск, Республика Беларусь

Процесс цифровой трансформации управления активами в телекоммуникационной отрасли хорошо наложен. Последующие поколения сетевой инфраструктуры (в настоящее время проявляющейся в развертывании мобильной связи 5G) создали платформу, на которой могут предоставляться цифровые услуги. Однако общая проблема остается нерешенной. Слишком часто во всей отрасли предоставление цифровых услуг не соответствует ожиданиям.

Телекоммуникационная отрасль сталкивается с интересным парадоксом: в то время как возможности подключения и передачи данных увеличились после внедрения технологий 3G и 4G, доходы от телекоммуникаций немного снизились в условиях сокращения капитальных и операционных затрат, а также увеличения долга. Инвестиции в сети, по-видимому, пошли на пользу компаниям, которые монетизируют трафик, в то время как операторы связи тратят средства на свою инфраструктуру для поддержки этого трафика.

Подключившись к мыслительному лидерству ключевых игроков отрасли, в этой статье мы узнаем, куда движутся телекоммуникации, а также откуда они берутся.

Что такое цифровая трансформация в телекоммуникациях

Вопрос о том, что на самом деле представляет собой цифровая трансформация в телекоммуникационной отрасли, подводит нас к сути отрасли как таковой: трудно описать, что представляет собой цифровая трансформация и оценить, где компании находятся в процессе. Тем не менее, цифровая трансформация происходит во всем мире, но вопрос ускорения темпов изменения политики безопасности контента остается открытым.

В то же время цифровая трансформация означает конец традиционным телекоммуникационным закрытым ИТ-структуркам. Открытые платформы и легкодоступные API (описание способов взаимодействия одной компьютерной программы с другими) необходимы для поддержки разработки как внутренних сервисов собственного бренда, так и сторонних сервисов, разработанных извне.

Цифровая трансформация телекоммуникационных компаний также предполагает, что телекоммуникационным компаниям необходимо расширять свои портфели услуг, чтобы предлагать новые наборы цифровых услуг, ориентированные на новые вертикальные рынки, с высоким потенциалом роста доходов. Трансформация заключается в том, чтобы изменить телекоммуникационные компании таким образом, чтобы они могли начать зарабатывать на этих новых услугах и, соответственно, компенсировать падение традиционных.

Что нужно сделать телекоммуникационным компаниям для достижения цифровой трансформации? На телекоммуникационные компании оказывается давление, чтобы они незамедлительно переходили на цифровые технологии. Им нужно ориентироваться на клиента, вступать в партнерские отношения и стремиться к высокой добавленной стоимости. Цифровая трансформация должна предоставить телекоммуникационным компаниям ряд преимуществ, которые помогут решить ключевые проблемы, стоящие сегодня перед отраслью.

Самое большое препятствие, которое необходимо преодолеть при цифровой трансформации, – это понимание того, что это не просто технологическая задача - она охватывает все аспекты телекоммуникационного бизнеса. Господин Кример рассматривает цифровую трансформацию в телекоммуникациях как дорожную карту будущего с различными путями:

- От дискретных сетевых элементов до автономной виртуализированной коммуникационной и облачной инфраструктуры. Телекоммуникационная инфраструктура будет развиваться от отдельных сетевых элементов до высокоавтономного набора коммуникаций и облачной инфраструктуры, которыми можно управлять с чрезвычайно низкими затратами. Сети нового поколения NFV/SDN делают это реальностью для многих операторов связи, но стоимость, сложность и сбои огромны.

- От реактивной безопасности, зависящей от конкретного продукта, к единообразно организованной безопасности. Третья стороны будут все активнее участвовать в предоставлении цифровых услуг по каналам, предоставляемым телекоммуникационными компаниями. Часто к этим сервисам предъявляются более высокие требования к безопасности, что требует полной трансформации системы безопасности в масштабах всего бизнеса, охватывающей весь технологический стек, процесс создания сервиса, партнеров, физическую среду и всех

## *Беспроводные цифровые технологии связи и вещания*

заинтересованных сторон, которые предоставляют и используют данную услугу. В связи с этим, ведется работа над безопасностью инфраструктуры в рамках вариантов использования для телекоммуникаций.

• От закрытой инфраструктуры управления к платформе для открытых сервисов. Платформенные бизнес-модели являются движущей силой глобальной цифровой экономики, но роль телекоммуникационных компаний пока не ясна. Однако очевидно, что телекоммуникационные компании должны развивать свои закрытые среды, которые сосредоточены на разработке и предоставлении собственных услуг, до открытых платформ для разработки как собственных, так и сторонних сервисов в рамках широкой экосистемы.

Вывод. В отрасли трансформацию рассматривают как монолитную программу преобразований, в первую очередь технического характера, с целью стать поставщиками цифровых услуг нового поколения. Реальность гораздо более разнообразна и сложна.

Необходимость перемен назрела и во многих телекоммуникационных компаниях, этот путь уже начался. Он включает в себя внесение изменений в системы, процессы, управление данными, навыки и культуру всей телекоммуникационной компании, чтобы в конечном итоге привести взаимодействие с клиентами в соответствие с лучшими в своем классе во всех других потребительских вертиках.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Антипенко, Н. А. Методика анализа экономической эффективности использования объектов интеллектуальной собственности в организациях АПК / Н. А. Антипенко, Д. Ю. Бусыгин, Т. А. Шут // Современные инновационные технологии и проблемы устойчивого развития общества: сб. материалов VIII междунар. науч.-практич. конф., Минск, 14 мая 2015 г. / Минский филиал МЭСИ / сост. Кривцов В.Н., Горбачёв Н.Н. – Минск: «Ковчег», 2015. – 254 с.: ил. – С. 237–238.
2. Антипенко, Н. А. Методика анализа экономической эффективности инвестиционных проектов / Н.А. Антипенко, Д.Ю. Бусыгин // Бухгалтерский учет и анализ. – 2018. – № 9. – С. 44–49.
3. Бусыгин, Д. Ю. Теоретико-методологические аспекты определения понятия «финансовая устойчивость организации» / Д.Ю. Бусыгин // Цифровая экономика – экономика будущего: исторические предпосылки, правовая основа и экономический эффект : сб. ст. междунар. науч.-практич. конф., Минск, 28 февр. 2019 г. / Минский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова; редкол. : А.Б. Елисеев, И.А. Маньковский (главн. ред.) [и др.]. – Минск : СтройМедиаПроект, 2019. – С. 125–127.
4. Догучаева, С. М. Тенденции развития современных инновационных технологий и цифровой экономики / С. М. Догучаева // Вопросы региональной экономики. – 2018. – № 2. – С. 40–47
5. Клейнер Г. Б. Интеллектуальная экономика цифрового века. Цифровой век: шаги эволюции // Г. Б. Клейнер // Экономика и математические методы. – 2020. – Т. 56, № 1. – С. 18–33.

А.С.ДВИНСКИЙ<sup>1</sup>, В.К.ШАМКО<sup>1</sup>

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ЖКХ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА IEEE 802.15.4**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Автоматизация сбора информации для расчетов оплаты затрат и диспетчеризации объектов жилищно-коммунального хозяйства надежна с точки зрения безопасности, энергосбережения и эффективного управления объектами. Также данная система позволяет осуществлять не только начисление и сбор коммунальных платежей, но и достичь нового качественного уровня управления предприятиями ЖКХ с оперативным информационным обслуживанием.

Чаще всего система автоматизации представляет трехуровневый аппаратно-программный комплекс:

- на верхнем уровне находятся средства визуализации данных и интерфейс взаимодействия оператора с системой. Обычно они устанавливаются на специализированных операторских видеопанелях или на персональных компьютерах в виде пакета программ;
- на среднем уровне ведется контроль и управление оборудованием и технологическими процессами по разработанным алгоритмам;
- на нижнем уровне происходит управление механизмами станции.

## Беспроводные цифровые технологии связи и вещания

Технология Zigbee™ разработана для приложений, одним из ключевых требований которых является низкое энергопотребление. Периоды активности устройств, выполненных по технологии Zigbee™, могут быть крайне малы, что обеспечивает продолжительный срок службы батарей. Кроме того, микросхемы WiFi и Bluetooth слишком дороги для организации на их основе крупных сетей разнообразных устройств в масштабах предприятий и офисных зданий, а стандарт 802.15.4/Zigbee™ позволяет разрабатывать беспроводные интерфейсы с минимальными затратами.

Большинство устройств Zigbee™ работают по следующему алгоритму: устройство находится в «спящем» состоянии практически все время, обеспечивая оптимальный режим энергосбережения. При поступлении новой информации либо во время очередного сеанса связи устройство активизируется, быстро передает данные и снова переходит в режим пониженного энергопотребления. Типовые временные задержки при этом составляют 30 мс для подключения нового устройства к сети, 15 мс для перехода из «спящего» в активное состояние, 15 мс для доступа к каналу.

Сети Zigbee™ строятся из базовых станций трех основных типов: координаторов, маршрутизаторов и конечных устройств (таблица 1).

Таблица 1 – Состав прозрачного канала обмена данными

		Прозрачный канал обмена данными				Диспетчерское ПО, работающее по TCP- или COM-портам			
ООД	Маршрутизатор	Радиоэфир ZigBee	Координатор	Шлюз подключения «координатора» к управляющему ПК	Коммуникационное серверное ПО				
			Напрямую к ПК через COM-порт						
			В локальной сети предприятия через Ethernet роутер						
Узел учета			Выход из ZigBee в GSM-сеть – доступ с ПК через Internet		Диспетчерский пункт				

Коммуникационное серверное программное обеспечение является обязательным связующим звеном между ZigBee-модемами и диспетчерским программным обеспечением (ПО). Наличие у производителя модемов оригинального серверного ПО значительно упрощает процесс развертывания локальных беспроводных ZigBee-сетей.

Подобная организация обмена данными между оконечным оборудованием данных (ООД) и диспетчерским ПО предопределяет необходимость:

- унификации интерфейсов на передающей/приемной сторонах канала:
- а) на стороне узла учета – унификация интерфейсов подключения модемов к ООД;
- б) на стороне диспетчерского пункта – унификация подключений коммуникационного серверного ПО к диспетчерским программным приложениям;
- организации доступа в сеть ZigBee с диспетчерского ПК:
- а) соединение с «координатором» напрямую через COM-порт (RS-232);
- б) доступ к «координатору» через локальную сеть предприятия по технологии Ethernet;
- в) доступ к «координатору», подключенному к GPRS/EDGE модему, по сети Internet.

Поскольку поставлена цель не только не дать расшифровать пакет, но и не дать его подменить, то изменение хотя бы одного бита в потоке должно привести к сбою при дешифровании и искажению всей последующей информации. Т.е. злоумышленник не должен иметь возможности преднамеренно исказить информацию в одном определенном маленьком блоке. Это достигается введением взаимосвязи шифрования одних блоков с другими. Доступ в mesh-сеть осуществляется через узел – «координатор», при реализации автоматизированного рабочего места в зоне покрытия ZigBee-сети «координатор» подключается непосредственно к ПК на диспетчерском пункте. Объединение

## *Беспроводные цифровые технологии связи и вещания*

разрозненных mesh-сетей для управления и мониторинга географически распределенных систем учета из единого диспетчерского пункта по сети Internet осуществляется с использованием каналов передачи данных сотовых сетей связи.

ZigBee использует три типа ключей для управления безопасностью:

- главный ключ;
- сетевой ключ;
- ключ канала связи;

Главный ключ. Этот ключ не используется для шифрования. Он используется как разделяемый двумя устройствами секретный код при выполнении устройствами процедуры генерации ключа канала связи. Главные ключи, создаваемые центром управления безопасностью, называются главными ключами центра безопасности, все другие ключи называются основными ключами уровня приложений.

Сетевые ключи. Эти ключи обеспечивают безопасность сетевого уровня. Сетевой ключ имеет каждое устройство в сети ZigBee.

По беспроводным каналам сетевые ключи высокой безопасности должны пересыпаться только в зашифрованном виде. Стандартные сетевые ключи могут пересыпаться как в зашифрованном, так и в не зашифрованном виде.

Ключи каналов связи. Эти ключи обеспечивают безопасную одноадресную передачу сообщений между двумя устройствами на уровне приложений. Кроме самого алгоритма шифрования, важен режим работы блочного шифра.

Таким образом, в работе предложена система сбора информации объектов ЖКХ на основе стандарта IEEE 802.15.4 с учетом требований безопасности.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Диспетчеризация в ЖКХ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://systems.3dn.ru/publ/dispatcherizacija/1-1-0-8>. – Дата доступа : 01.04.2022.
2. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://isup.ru/articles/3/1212/>. – Дата доступа : 10.04.2022.
3. Спецификация ZigBee. Безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/158355/>. – Дата доступа : 20.04.2022.

В.В.ДУБРОВСКИЙ<sup>1</sup>, В.А.ЖУРАВЛЁВ<sup>1</sup>

## **СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТЯХ 5G НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г.Минск, Республика Беларусь

Стандартами 5G определен ряд сценариев развертывания технологий доступа следующего поколения и ключевые показатели качества для соответствующего сценария. Сектором радиосвязи МСЭ (ITU-R) определены 3 базовых семейства сценариев развития и практической реализации 5G [1], включающих: усовершенствованные широкополосные системы подвижной связи (eMBB – enhanced mobile broadband networks); системы массовых коммуникаций интеллектуальных устройств (mMTC – massive machine type communications); системы сверхнадежной связи с низкой задержкой (URLLC – ultra-reliable and low latency communications). Количественные показатели качества каждого из указанных направлений развития сетей 5G дают возможность их применения в широком ареале экономической деятельности государства: промышленности, сельском хозяйстве, ЖКХ, управлении критическими объектами, интеллектуальных системах и т.п.

Цель исследования – разработка и анализ алгоритмов канального кодирования цифрового сигнала в беспроводных системах передачи данных на основе технологий 5-го поколения (5G) и нелинейной динамики с учетом скремблирования и перемежения цифрового потока. Ниже на рисунке представлен общий вид структурной схемы устройства приема-передачи цифрового потока.

## Беспроводные цифровые технологии связи и вещания

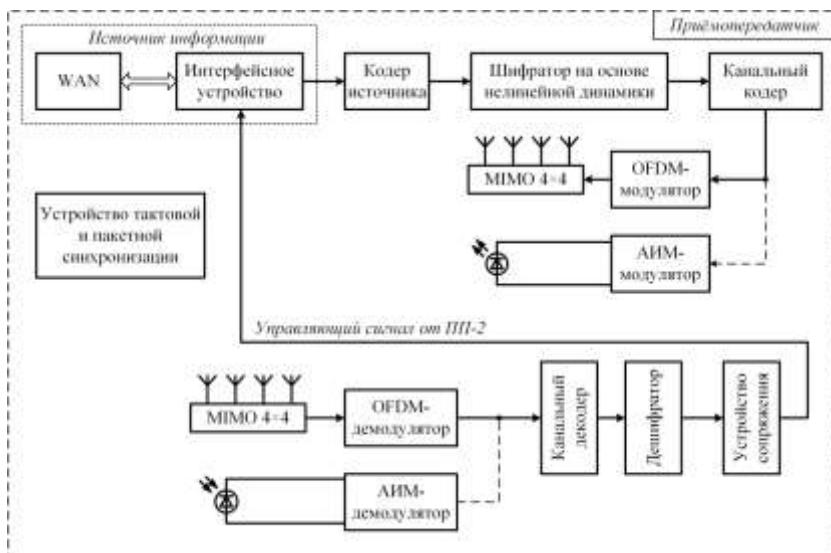


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема устройства приема-передачи цифрового потока

На схеме: WAN – wide area network, распределенная вычислительная сеть; OFDM – orthogonal frequency-division multiplexing, метод модуляции на основе мультиплексирования взаимноортогональных поднесущих, разнесенных по частоте; MIMO – multiple-input and multiple-output, метод кодирования сигнала на основе разнесенных в пространстве антенн; АИМ – амплитудно-импульсная модуляция для подсистемы видимого света LiFi; ПП – приемопередатчик.

Источник информации формирует последовательный цифровой поток двоичных данных, подаваемых на кодер источника. Далее сигнал поступает на устройство шифрования, обеспечивающее нелинейное перемешивание цифрового потока в рамках определенной длины временного окна, тем самым обеспечивая безопасность канала от перехвата передаваемой информации третьими лицами.

В канальном кодере реализуется скремблирование потока, его перемежение и помехоустойчивое кодирование. На выходе перемежителя цифровой поток представляет собой последовательность  $N$ -разрядных двоичных блоков. Прямая перестановка бит выполняется в пределах каждого слова по псевдослучайному закону, физически обеспечивая тем самым нелинейное преобразование некоего большого числа. Функция преобразования имеет аргументом номер позиции бита в блоке длиной  $N$ . В результате деперемежения восстанавливается исходный порядок бит и пакетные ошибки превращаются в серию одиночных ошибок. Чем длиннее временнóе окно, в пределах которого осуществляется перестановка, тем большего объема пакетную ошибку удастся декоррелировать, однако при этом существенно возрастает задержка обработки группового сигнала, что приемлемо не для всех практически применимых сценариев развертывания сетей 5G. Особенностью представленной схемы является то, что в качестве источников псевдослучайных последовательностей используются дискретные автоматы с существенно нелинейной обратной связью, формирующие сигналы с хорошими спектрально-временными характеристиками [2].

Работа выполняется по заказу Министерства связи и информатизации Республики Беларусь в рамках договора ФИ 06-21 от 29.11.2021 г. на комплексное задание «Современные беспроводные системы передачи данных» в составе Государственной программы научных исследований «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства» подпрограммы 5.1 «Цифровые технологии и космическая информатика», 2021-2025 годы.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 3GPP TS 38.331 V16.8.0 (2022-03) Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Radio Resource Control (RRC) protocol specification (Release 16).

2. Dubrouski V., Semenko A., Kushnir M., Steita M.: Parametric analysis of statistical and correlation characteristics of discrete processes in dynamic systems with non-stationary nonlinearities in time for the secure intent-based networks. Berufsakademie Sachsen University of Cooperative Education Staatliche Studienakademie Dresden – Future Intent-Based Networking (Lecture Notes in Electrical Engineering 831), 2021.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЛИНЕЙНОСТИ МШУ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В ПРЕСЕЛЕКТОРАХ РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

<sup>1</sup>ООО «Аналоговые системы», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Сложная электромагнитная обстановка, характерная для радиоканала метрового диапазона длин волн, определяет актуальность проблемы повышения линейности малошумящего усилителя (МШУ), входящего в состав преселектора радиоприемного тракта (РПТ).

Эффективным структурным методом повышения линейности МШУ метрового диапазона является использование отрицательной обратной связи (ООС) [1-3].

Передаточные характеристики малосигнального МШУ с ООС в составе широкополосных трактов в терминах рядов Вольтерра подробно исследованы в [4-8].

В составе узкополосного преселектора (рисунок 1) линейность такой структуры в общем виде будет определяться ядром Вольтерра третьего порядка, которое в операторной форме определяется выражением

$$\begin{aligned} T^{(3)}(p_1, p_2, p_3) = & \frac{1}{1 + G(p_1 + p_2 + p_3) \cdot L(p_1 + p_2 + p_3)} \cdot \\ & \cdot \left\{ -\frac{2}{3} \cdot G(p_1 + p_2 + p_3) \cdot C_{i,j,k} \left[ L^{(2)}(p_i, p_j + p_k) \cdot T(p_i) \cdot T^{(2)}(p_j, p_k) \right] - \right. \\ & - G(p_1 + p_2 + p_3) \cdot L^{(3)}(p_1, p_2, p_3) \cdot T(p_1) \cdot T(p_2) \cdot T(\omega_3) + \\ & + \frac{2}{3} \cdot C_{i,j,k} \left\{ G^{(2)}(p_i, p_j + p_k) \cdot [1 - L(p_i) \cdot T(p_i)] \cdot \right. \\ & \cdot \left. \left[ L(p_j + p_k) \cdot T^{(2)}(p_j, p_k) + L^{(2)}(p_j, p_k) \cdot T(p_j) \cdot T(p_k) \right] \right\} + \\ & \left. + G^{(3)}(p_1, p_2, p_3) \cdot [1 - L(p_1) \cdot T(p_1)] \cdot [1 - L(p_2) \cdot T(p_2)] \cdot [1 - L(p_3) \cdot T(p_3)] \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $G^{(i)}$ ,  $L^{(i)}$ ,  $T^{(i)}$  - ядра Вольтерра, характеризующие МШУ ( $G$ ), цепь ООС ( $L$ ) и усилитель с замкнутой петлей с ООС ( $T$ ) соответственно;  $C_{i,j,k}$  – сумма слагаемых в скобках для трех возможных комбинаций ( $i, j, k$ ).

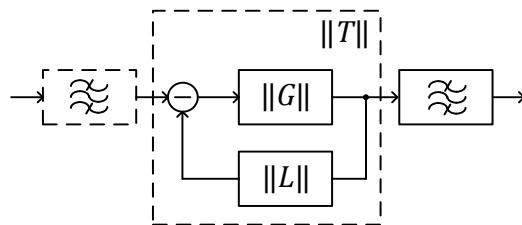


Рисунок 1 – МШУ с ООС в составе преселектора метрового диапазона

С учетом использования в качестве МШУ *pHEMT* СВЧ транзисторов и линейной инерционной ООС выражение для частот метрового диапазона может быть упрощено:

$$\begin{aligned} T^{(3)}(p_1, p_2, p_3) = & \frac{1}{1 + G(p_1 + p_2 + p_3) \cdot L(p_1 + p_2 + p_3)} \cdot \\ & \cdot \left\{ -\frac{2}{3} \cdot C_{i,j,k} \left\{ G^{(2)}(p_i, p_j + p_k) \cdot [1 - L(p_i) \cdot T(p_i)] \cdot \left[ L(p_j + p_k) \cdot T^{(2)}(p_j, p_k) \right] \right\} + \right. \\ & \left. + G^{(3)}(p_1, p_2, p_3) \cdot [1 - L(p_1) \cdot T(p_1)] \cdot [1 - L(p_2) \cdot T(p_2)] \cdot [1 - L(p_3) \cdot T(p_3)] \right\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Принимая также во внимание, что для большинства современных *pHEMT* СВЧ транзисторов линейность 2-го порядка превышает на 15...18 дБ линейность 3-го порядка, первым слагаемым в скобках выражения (2) можно пренебречь:

$$\begin{aligned} T^{(3)}(p_1, p_2, p_3) = & \frac{1}{1 + G(p_1 + p_2 + p_3) \cdot L(p_1 + p_2 + p_3)} \cdot \\ & + G^{(3)}(p_1, p_2, p_3) \cdot [1 - L(p_1) \cdot T(p_1)] \cdot [1 - L(p_2) \cdot T(p_2)] \cdot [1 - L(p_3) \cdot T(p_3)]. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, для МШУ с цепью линейной ООС в составе узкополосного преселектора входная точка пересечения третьего порядка  $IIP3$  при двухсигнальном равноамплитудном воздействии определится выражением:

$$IIP3_T = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{|G(p_1)|}{|G^{(3)}(p_1, p_1, -p_2)|}} \cdot \sqrt{|1 + G(2p_1 - p_2) \cdot L(2p_1 - p_2)| \cdot |(1 + G(p_1) \cdot L(p_1))| \cdot |(1 + G(-p_2) \cdot L(-p_2))|} \quad (3)$$

Для широкополосной ООС (т.е.  $|L(p_1)| \approx |L(-p_2)| \approx |L(2p_1 - p_2)| \approx |L(p)|$ ) с учетом присутствия помеховых ( $f_1$  и  $f_2$ ;  $f_1 \approx f_2$ ) и интермодуляционной (2  $f_1 - f_2$ ) компонент в полосе пропускания преселектора, где нагрузочный импеданс равен волновому сопротивлению тракта из (3) в терминах дБм нетрудно получить

$$IIP3_T = IIP3_G + \frac{3L}{4}, \quad (4)$$

где  $IIP3_G$  - входная точка пересечения третьего порядка МШУ;  $L$  - глубина ООС.

Для случая расположения помеховых компонент за пределами полосы пропускания преселектора, при том, что интермодуляционная компонента 2  $f_1 - f_2$  попадает в рабочую полосу тракта, линейность будет определяться импедансом фильтра преселектора на частотах  $f_1$ ,  $f_2$  и, при условии, что внеполосный импеданс фильтра преселектора возрастает, возможно существенное (по сравнению с (4)) увеличение линейности системы (рисунок 2).

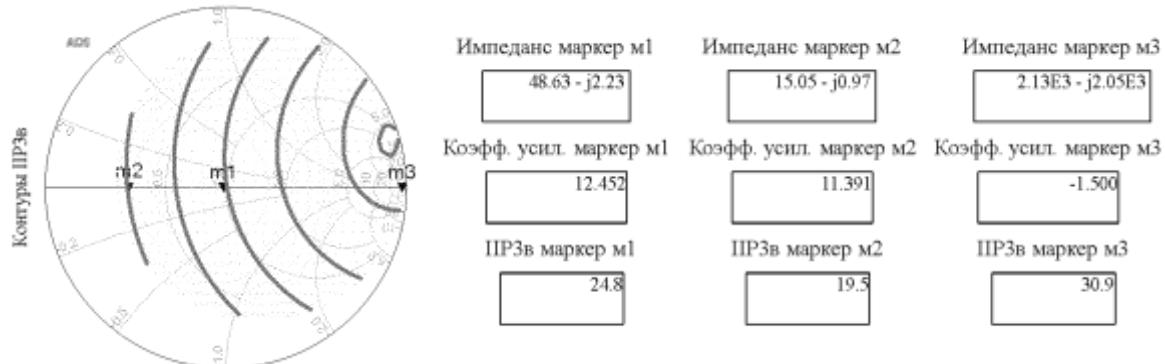


Рисунок 2 – Зависимость  $IIP3$  МШУ на основе pHEMT СВЧ МИС MGA62563 от внеполосного импеданса нагрузки в составе преселектора метрового диапазона

Таким образом, исследованы возможности повышения линейности МШУ с обратной связью в преселекторах радиоприемных трактов метрового диапазона. Проведенные исследования показали возможность дополнительного увеличения линейности на 6...12 дБ за счет варьирования внеполосного импеданса нагрузки каскада.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малевич, И. Ю. Методы синтеза широкополосных усилительных трактов с контролируемыми параметрами динамического диапазона. – Минск : Тонпик, 2004. – 156 с.
2. Малевич И.Ю., Заяц П.В. Широкополосный высоколинейный усилитель метрового диапазона на МИС // Материалы XXVI МНТК «Современные средства связи». – Минск, 2021. С.161-162.
3. Малевич И.Ю., Заяц П.В. Балансный усилитель ОВЧ с бесшумными обратными связями / Доклады БГУИР, Т.20, №3, 2022, с.83-89.
4. Narayanan S. Application of Volterra Series to Intermodulation Distortion Analysis of Transistor Feedback amplifiers / IEEE Transactions on circuit theory, Vol. CT-17, №4, 1970, p.518-527.
5. Богданович Б.М. Нелинейные искажения в приемно-усилительных устройствах. - М.: Радио и связь, 1980. – 280 с.
6. Методы нелинейных функционалов в теории электрической связи. Под ред. Богдановича Б.М. – М.: Радио и связь, 1990. – 280 с.
7. Малевич И.Ю. Линеаризация характеристик усилительных трактов / Радиотехника. – М., №1-2. 1995. С.27-29.
8. Pedro J.C., Carvalho N.B. Intermodulation distortion in microwave and wireless circuits. - Norwood: Artech House; 2003. – 447 p.

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Среда MatLab в настоящее время широко применяется для моделирования, редактирования, анализа и тестирования алгоритмов компьютерного зрения для задач распознавания образов в учебном процессе.

Цель исследования – аппаратно-программной платформы компьютерного зрения для задач распознавания образов, проведение экспериментальных исследований и разработка комплекса лабораторных работ.

При выполнении работы определены способы реализации комплекса лабораторных работ. Составлен перечень лабораторных работ с учебными методическими пособиями к лабораторным работам.

Проведена опытная эксплуатация комплекса лабораторных работ в компьютерном классе.

Разработаны следующие методические документы:

Распознавания автомобильных регистрационных номеров:

Распознавание основных 3 цифр номера с картинки, содержащей только номерной знак и небольшой области вокруг. Изображение не нормированы, номера находятся примерно горизонтально (лабораторная работа №1);

Распознавание всех символов с номера (суть задания была в том, чтобы обучить и применить классификатор, сама реализация классификатора изначально доступна) (лабораторная работа №2);

Распознавание номера из видео потока (несколько секунд видео, содержащего одну проезжающую машину) (лабораторная работа №3);

Обнаружения конкретного объекта в загроможденной сцене, учитывая эталонное изображение объекта (лабораторная работа №4).

В этом примере представлен алгоритм обнаружения конкретного объекта, основанный на нахождении точечных соответствий между эталонным и целевым изображением. Он может обнаруживать объекты, несмотря на изменение масштаба или поворот в плоскости. Он также устойчив к небольшому отклонению от плоскости вращения и окклюзии.

Этот метод обнаружения объектов лучше всего работает для объектов, которые демонстрируют неповторяющиеся текстурные узоры, что приводит к совпадению уникальных признаков. Этот метод вряд ли будет хорошо работать для объектов однородного цвета или для объектов, содержащих повторяющиеся узоры. Обратите внимание, что этот алгоритм предназначен для обнаружения конкретного объекта, например, слона на эталонном изображении, а не любого слона.

Обнаружение автомобилей с использованием гауссовых моделей смесей (лабораторная работа №5).

В этом примере показано, как обнаруживать и подсчитывать автомобили в видеопоследовательности с помощью детектора переднего плана на основе моделей гауссовых смесей (GMM).

Обнаружение и подсчет автомобилей можно использовать для анализа моделей движения. Обнаружение также является первым шагом перед выполнением более сложных задач, таких как отслеживание или классификация транспортных средств или других объектов по их типу.

В этом примере показано, как использовать детектор переднего плана и анализ больших двоичных объектов для обнаружения и подсчета объектов (например: автомобилей или людей) в видеоряде. Предполагается, что камера неподвижна. Пример фокусируется на обнаружении объектов.

Обнаружение и отслеживание лица с помощью алгоритма Канаде-Лукас-Томази KLT (лабораторная работа №6).

В этом примере показано, как автоматически определять и отслеживать лицо с помощью характерных точек. Подход в этом примере позволяет отслеживать лицо, даже когда человек наклоняет голову или движется к камере или от нее.

Обнаружение и отслеживание объектов важны во многих приложениях компьютерного зрения, включая распознавание активности, автомобильную безопасность и наблюдение. В этом примере

учащиеся разрабатывают простую систему отслеживания лиц, разделив задачу отслеживания на три части:

- распознать лицо;
- определите черты лица для отслеживания;
- отследить лицо.

Результаты исследования рекомендуется использовать в курсе «Компьютерное зрение и распознавание образов».

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Киркоров, С. И. Цифровая обработка речи и изображения / С. И. Киркоров. – Мн. : Колорград, 2019 – 236 с.
2. Киркоров, С. И. Компьютерное зрение и распознавание образов / С. И. Киркоров. – Мн. : Колорград, 2020. – 380 с.
3. Форсайт, Дэвид А., Понс, Жан. Компьютерное зрение. Современный подход / Пер. с англ. - М. : Издательский дом “Вильямс”, 2004. - 928 с.

Е.Б.ТАШМАНОВ<sup>1</sup>, Ю.Р.МАМБЕТШАРИПОВ<sup>1</sup>

### **МНОГОМЕРНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ**

<sup>1</sup>Университет общественной безопасности Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

На сегодняшний день в мире в сфере информационно-коммуникационных технологий пристальное внимание уделяется разработке системы управления процессами обработки цифровых телевизионных изображений в видеоинформационных системах. В условиях интенсивного совершенствование современных информационно-коммуникационных систем увеличения объема и информационного потока одним из актуальных проблем являются повышения уровня качества телевизионных изображений и управления процессами фильтрации от избыточных информации. В этом направлении в области информационно-коммуникационных технологий в ведущих странах мира увеличивается спрос и потребность совершенствованию методов фильтрации и повышению яркости цифрового телевизионного изображения.

При использовании видеоинформации в различных исследованиях необходима формализация задач обработки, анализа и фильтрация цифровых изображений позволит, единообразно описать задачи, выявить и отличить различные варианты каждой задачи, определить, является ли результат обработки, в самом деле, решением поставленной задачи. Такая формализация может быть осуществлена выбором конечного числа параметров.

В дальнейшем будем считать, что цифровое изображение – целочисленная матрица, элементы которой равны значениям уровней яркости соответствующих пикселей или элементов изображения. Следует различать два случая: 1)  $a_{i,j} \in \{0,1\}$ ,  $i = 1,2,\dots,M$ ,  $j = 1,2,\dots,N$ , соответствует бинарному изображению; 2)  $a_{i,j} \in \{0,1,\dots,k\}$ ,  $i = 1,2,\dots,M$ ,  $j = 1,2,\dots,N$ , соответствует полутоновому изображению. Не ограничивая общности, удобно считать, что если либо  $i = 0$ , либо  $i = M + 1$ , либо  $j = 0$ , либо  $j = N + 1$ , то  $a_{i,j} = 0$ , т.е. изображение окаймлено пикселями с нулевыми значениями уровня яркости. Если же полагать  $a_{i,j}$  трехмерным вектором,  $a_{i,j} = (b_{i,j}, c_{i,j}, d_{i,j})$ , и рассматривать значения координат этого вектора как значения уровней яркости в трех различных спектральных диапазонах, то соответствующее изображение является цветным.

При определении некоторых понятий удобно ассоциировать с цифровым изображением  $A$  непрерывную, кусочно – непрерывную, достаточно гладкую или кусочно-гладкую функцию  $z=z(x,y)$ , заданную на  $R^2$  такую, что  $z_{i,j} = z(i,j) = a_{i,j}$ ,  $i = 1,2,\dots,M$ ,  $j = 1,2,\dots,N$ , и отличную от нуля, может быть, на множестве  $[1, M] \times [1, N]$ . соответствие между функцией  $z=z(x,y)$  и цифровым изображением может использоваться для многих целей, например, при параметризации изображения в пределах окрестностей его элементов в терминах наборов коэффициентов многочлена, аппроксимирующего исходную функцию яркости. Мы в этой заметке упомянутую функцию будем рассматривать как решения управляемой задача Дирихле.

## *Беспроводные цифровые технологии связи и вещания*

Пусть  $\Omega$  - ограниченная гладкая (класса  $N^2$ ) область в  $R^n$ . Рассмотрим задачу: построит функцию  $u: \Omega \rightarrow R$ ,  $\|u\| \leq 1$ , такую, что решение уравнение  $\sum_{j=1}^n \frac{\partial^2 z}{\partial x_j^2} = \Delta z = u$  в  $\Omega$ , с краевым условием  $z|_{\partial\Omega} = 0$ , удовлетворяло условию  $z|_{x=x^1} \in G$ , где  $G$  некоторое заранее заданное множество.

Если  $u \in L^p(\Omega)$  ( $1 < p < \infty$ ), то существует единственное решение  $z \in W^{2,p}(\Omega) \cap W_0^{1,p}(\Omega)$ . Если  $u \in C^\alpha(\Omega)$ ,  $0 < \alpha < 1$ , и  $\partial\Omega \in C^{2+\alpha}$ , то существует единственное решение  $z \in C^{2+\alpha}(\Omega)$ .

Нами изучена выше поставленная задача управления и получена достаточные условия для решения этой задачи  $u$ .

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Дискретная игра преследования, описываемая уравнениями второго порядка с яркостью изображения // Вестник Фер.ПИ.-Фергана, 2016. - № 4. - С. 15-20.
2. Ташманов Е.Б., Маматов М.Ш. Оптимизация сжатия изображения как управления с распределенными параметрами // Вестник ТУИТ. - Ташкент, 2012. - № 3,4. - С. 55-62.
3. Ташманов Е.Б. О задаче управления компрессией цифровых изображений ТАТУ хабарлари. Ташкент. 2015. – № 2(34). – С. 77-81.

М.А.АСАЁНОК<sup>1</sup>, С.Ю.КАЗАНЦЕВ<sup>2</sup>, Н.Е.МИРОШНИКОВА<sup>2</sup>, П.А.ТИТОВЕЦ<sup>2</sup>,  
М.О.ФЕДЮК<sup>2</sup>, Ж.РАБЕНАНДРАСАНА<sup>2</sup>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Российская Федерация

В последние годы значительное внимание уделяется морской информатизации, в частности, использованию подводной беспроводной оптической связи (UWOC) или подводной связи в видимом свете (UVLC) [1,2]. Подводные оптические беспроводные системы предъявляют двойные требования к высокой скорости передачи данных в условиях рассеяния и затухания сигнала.

UWOC – новая технология беспроводной связи, которая использует сине-зеленые (450-570 нм) оптические волны в качестве носителя информации для реализации передачи данных под водой. UWOC стал альтернативным или дополнительным к классической подводной беспроводной акустической связи (UWAC) за счет характеристик с большей пропускной способностью, меньшей задержкой и лучшей безопасностью [3].

Исследования [4, 5] указывают на перспективность применения в системах связи в качестве приемников информации кремниевых фотоэлектронных умножителей (Si-ФЭУ). Он основан на р/п-диодах с обратным смещением, находящихся на общей подложке. Si-ФЭУ может непосредственно обнаруживать свет от ближнего ультрафиолетового до ближнего инфракрасного диапазона и используется во всех тех приложениях, где низкий уровень освещенности/излучения должен быть измерен и количественно определен с высокой точностью. Si-ФЭУ – это современный твердотельный фотодетектор с высокой чувствительностью вплоть до однофотонного уровня или счетчика фотонов, который обладает способностью обнаруживать чрезвычайно слабые световые сигналы после дальнего подводного канала. Также Si-ФЭУ, по сравнению с лавинными фотодиодами и фотоэлектронными умножителями, обладает высоким коэффициентом усиления ( $10^6$ ), компактностью, механической прочностью и низким напряжением смещения.

Высокая чувствительность и быстродействие кремниевых фотоэлектронных умножителей позволяют организовывать канал связи с подвижными объектами на основе модуляции отраженного от этого объекта излучения, направляемого от лазерного источника. Преимущества реализации подобного канала связи проявляются при использовании малоразмерных беспилотных подводных и воздушных дронов, с которыми необходимо вести высокоскоростной и защищенный обмен данными. Анализ исследований [6] также дает основание ожидать, что Si-ФЭУ будут иметь преимущества при реализации бистатической подводной связи. Для проведения исследований в области применения Si-ФЭУ в системах защищенной беспроводной лазерной связи под водой была разработана программа исследований, включающая исследования характеристик фотоприемников на основе Si-ФЭУ производства ОАО «Интеграл» Республика Беларусь; разработку пакета программ для

моделирования прохождения и регистрации лазерного излучения на подводных трассах различной протяженности, а также создание экспериментального стенда для верификации результатов численного моделирования, которые проводятся на базе УНУ «Аппаратно-программный комплекс оценки основных технических характеристик оборудования беспроводной подводной лазерной связи» [7].

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. A survey of underwater optical wireless communications / Z. Zeng, S. Fu, H. Zhang, Y. Dong, and J. Cheng // IEEE Commun. Surv. – 2017. – Tut. 19(1). – p. 204–238.
2. , Light based underwater wireless communications / H. M. Oubei, C. Shen, A. Kammoun, E. Zedini, K. H. Park, X. Sun, G. Liu, C. Kang, T. K. Ng, M. S. Alouini, and B. S. Ooi // Jpn. J. Appl. Phys. 57(8S2), 08PA06 (2018).
3. Single-photon detection for mimo underwater wireless optical communication enabled by arrayed leds and SIPMs / Jinjia Li, Demao Ye, Kang Fu, Lining Wang, Jinlong Piao, Yongjin Wang // Optics Express. – 2021. – Vol. 29, N. 16. – p. 25922-25944.
4. Асаёнок, М. А. Кинетика и амплитуда фотоотклика кремниевых фотоэлектронных умножителей / М. А. Асаёнок, А. О. Зеневич, Е. В. Новиков // Изв. вузов. Электроника. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 391–397.
5. Реализация режима счета фотонов матричными многоэлементными лавинными фотоприемниками видимого и ближнего инфракрасного диапазонов / М. А. Асаёнок, А. О. Зеневич, Е. В. Новиков, О. В. Кочергина, А. А. Лагутик // Успехи прикладной физики. – 2020. – Т. 8, № 6. – С. 464–471.
6. Об использовании бистатических подводных оптических систем связи / Е. С. Абрамова, В. Ф. Мышкин, В. А. Хан [и др.] // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2020. – Т. 14. – № 8. – С. 4-12. – DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-8-4-12.
7. МТУСИ обеспечит высокоскоростную передачу данных между подводными объектами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://mtuci.ru/about\\_the\\_university/news/5441/](https://mtuci.ru/about_the_university/news/5441/).

Е.Б.ТАШМАНОВ<sup>1</sup>, Е.Д.ХУРСАНДОВ<sup>2</sup>

**АНАЛИЗ МЕТОДА АДАПТИВНОЙ МЕДИАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

<sup>1</sup>Академия Министерства внутренних дел Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Университет общественной безопасности Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

При получении или передаче цифровые изображения подвергаются воздействию шумов, что приводит к ухудшению визуального качества и потере участков изображений. Необходимость исправления поврежденных пикселей перед основной обработкой является важной задачей цифровой обработки изображений.

В настоящее время существует большое количество методов очистки изображений от шума, зависящих от типа шумового воздействия. В данной работе мы рассмотрим методы удаления импульсного шума.

Самые распространенные методы удаления шумов являются: Сглаживающие фильтры, фильтры Винера, медианные фильтры, ранжирующие фильтры [1].

Каждый из перечисленных классов имеет свои преимущества и область применения.

В данной работе мы предлагаем новый подход к адаптивной медианной очистке изображений от импульсного шума, который состоит в том, что сначала берут окно крестообразной формы наибольших размеров, т. е.  $7 \times 7$  и осуществляют пробную фильтрацию изображения. Если при этом искажения изображения, обусловленные фильтрацией, незначительны, а уровень остаточной помехи на изображении велик, размер окна уменьшают до  $5 \times 5$  и снова выполняют пробную фильтрацию. Таким же образом, при неудовлетворительных показаниях, данный параметр может доходить до размеров  $3 \times 3$ . Поступая таким образом, находят приемлемые размеры окна медианного фильтра.

Для оценки эффективности предложенными методами был проведен ряд экспериментальных исследований по подавлению шума тестовых изображений с вероятностью шума 20% [2].

## *Беспроводные цифровые технологии связи и вещания*

Результаты удаления шумов с изображений можно оценить с помощью визуальной оценки и с помощью специальных метрик пикового отношения сигнала к шуму (PSNR) и среднеквадратического отклонения (СКО).

В таблице 1 приведены оценки качества очистки тестовых изображений предлагаемым методом.

Таблица 1 - Оценка результатов удаления шумов с изображений предлагаемым методом фильтрации с помощью значений PSNR и СКО

Методы очистки	PSNR	СКО
3x3	21,56	10,06
5x5	19,31	15,16
7x7	17,91	19,5

В ходе исследования (табл. 1) было определено, что разработанный алгоритм имеет хорошие показатели при очистке изображения от импульсного шума и сохранении границ элементов при размере окна 3x3, а кроме того, он обладает быстродействием.

В работе предложены три новых метода очистки изображений от импульсного шума, которые позволяют улучшить качество обработки по сравнению с известными подходами. Численная оценка результатов моделирования на основе PSNR и СКО позволяет сделать вывод о том, что разработанные методы лучше справляются как с очисткой от шумов с низкой интенсивностью, так и с очисткой от экстремальных шумов. Визуальное сопоставление результатов обработки позволяет сделать вывод о том, что предложенный метод не только хорошо справляется с восстановлением искаженных пикселей, но и позволяет сохранить детали изображения. Полученный результат позволяет производить очистку изображений от импульсного шума с более высокой эффективностью относительно использованных ранее методов.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М. : Техносфера, 2005.
2. Е.Б. Ташманов. Фильтрация зашумленных изображений беспилотных летательных аппаратов применяемых для охраны объектов // – Jamoat xavfsizligini ta'minlashda raqamli texnologiyalar, innovatsiyalar: muammo va yechimlar Xalqaro on-line ilmiy-amaliy konferentsiya MATERIALLARI 2022-yil 8 - iyun 428-430 b.

В.Г.ШЕВЧУК<sup>1</sup>, С.В.КИСЕЛЕВА<sup>1</sup>

## **ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ GSM-R, LTE И 5G НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь

Несмотря на активное внедрение современных цифровых систем связи, до сих пор в сети Белорусской железной дороги используются аналоговые стандарты радиосвязи. В этом случае есть возможность передавать только речевую информацию. Переход на новейшие стандарты затруднен активным использованием аналоговых систем в процессе управления движением поездов.

При использовании цифровой радиосвязи стандарта DMR появляются следующие возможности:

- реализовать два рабочих канала на каждой из частотных пар с шагом сетки 12,5 кГц, для эффективного использования частотного ресурса в метровом (160 МГц) диапазоне радиочастот;
- повысить качество передачи речи в локомотивной радиосвязи с учетом уровней акустических шумов и электромагнитных помех;

- увеличить дальность и качество радиосвязи для абонентов портативных радиостанций [1].

Цифровой стандарт GSM-R организует восемь каналов по принципу частотно-временного мультиплексирования, предоставляя полосу частот в 200 кГц каждому каналу. Для всей системы в целом отведена полоса частот шириной 4 МГц в диапазоне 876-880 МГц – uplink (от абонента к БС) и 921-925 МГц – downlink (от БС к абоненту) [2].

LTE как стандарт доступа к сетям передачи данных по радиоканалу четвертого поколения (4G) имеет гораздо более высокие возможности обработки данных, чем GSM. Возможна высокая пиковая скорость передачи данных, превышающая 100 Мбит/с, при максимальной скорости 150 Мбит/с.

## Беспроводные цифровые технологии связи и вещания

Используя плоскую архитектуру на основе IP, будет доступно гибкое распределение полосы пропускания 1,25 МГц, 2,5 МГц и до 20 МГц [3].

В настоящее время разрабатываются требования к новому поколению железнодорожной системы мобильной связи (Future Railway Mobile Communication System, FRMCS). Эта сеть разрабатывается как комбинация двух сетей LTE плюс R, а не как единая сеть LTE-R.

LTE (Long-Term Evolution, часто обозначается как 4G/LTE) – стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных телефонов и других терминалов, работающих с данными. Он основан на сетевых технологиях GSM и UMTS, но работает полностью в области пакетной коммутации, пользуясь новыми протоколами сигнализации SIP и LTE [4]. При переходе от GSM-R к сети LTE общий вид взаимодействия «поезд – центр управления» практически остается без изменений (рисунок 1), но архитектура сети кардинально меняется.

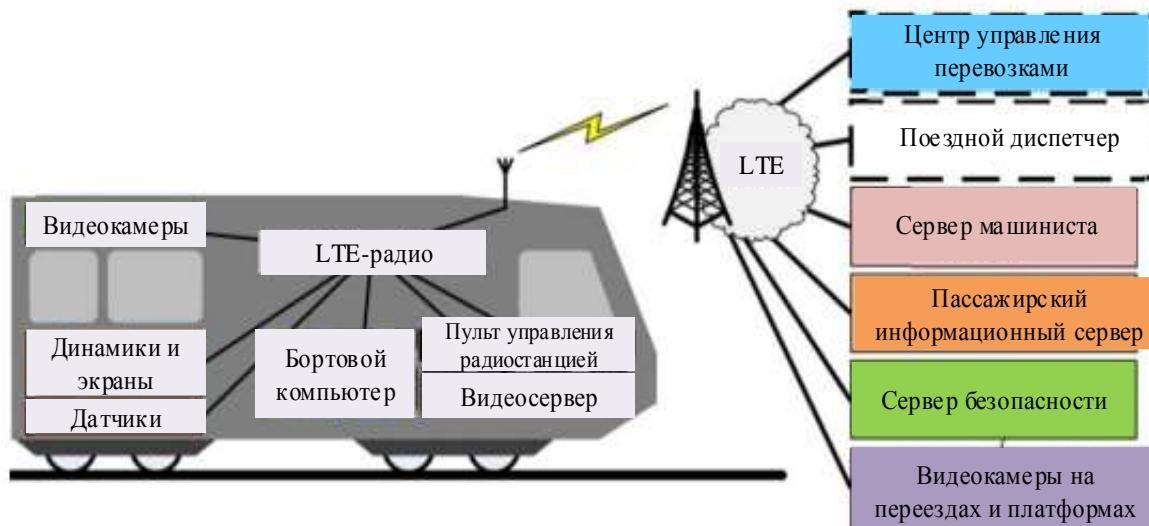


Рисунок 1 – Общий вид взаимодействия «поезд – центр управления» в сети LTE

В настоящее время железнодорожная отрасль стремится к стандартам 4G/LTE, чтобы заменить сети GSM-R.

Сети 5G обеспечивают передачи данных на скорости 1-10 Гбит/с с задержкой от конца в конец всего 1 мс. Предполагается уменьшение потребления энергии на 90% и десятилетний срок службы батареи для устройств с низким энергопотреблением. Сети 5G предполагают использование новых полос спектра, включая низкие частоты ниже 1 ГГц и миллиметровый спектр выше 6 ГГц, антенны MIMO (Multiple Input Multiple Output), неортогональные волновые формы и др. Использование миллиметровых волн будет очень сложным, в частности, для разработки контрольно-измерительной аппаратуры. В связи с резким увеличением скорости передачи данных для 5G радио потребуется дополнительный спектр.

Учитывая разнообразие железнодорожных услуг и сценариев, архитектура соответствующей сети мобильной связи должна быть неоднородной (гетерогенной), включая различные типы сетей доступа, работающих в различных диапазонах частот и размещенных в нескольких полосах частот, несколько сценариев, а также различные требования покрытия мобильной сети. На рисунке 2 представлена будущая архитектура гетерогенной наземной сети мобильной связи для железнодорожных систем. Такая сеть будет включать: железнодорожные макро-ячейки, объединяющие подсети GSM-R, LTE-R и 5G-R, общественную сеть мобильной связи и мобильную сеть регулирования автотранспорта. Реализация плавного переключения между различными режимами сети является действительно сложной задачей.

Сеть нового поколения 5G основывается на LTE, но в этом случае будут использованы технологии виртуализации: NFV (виртуализация сетевых функций), SDN (программно-определяемые сети), Cloud RAN (облачная инфраструктура) и Virtualized Backhaul (виртуализация транспортной сети). Предполагается, что система радиосвязи 5G в сочетании с новыми технологиями будет способствовать улучшению железнодорожной инфраструктуры.

Внедрение современных систем является объективной необходимостью, но при этом значительно повышаются требования к безопасности беспроводных каналов, к пропускной способности сети передачи данных (СПД), к производительности серверов Центра обработки данных

(ЦОД). На базе ЦОДа реализуются виртуальные и облачные инфраструктуры сетей различных стандартов (GSM-R, LTE, 5G), которые требуют высокую надежность и защищенность самого ЦОДа. Появление сетей 5G, предназначенных для высокоскоростной передачи данных, ставит под сомнение необходимость использовать для этого сетей LTE, тем более, что уже разработано оборудование, позволяющее интегрировать сети 4-го и 5-го поколений.

Появление 5G предоставляет возможность формированию интернета транспортных средств (IoV) и различных устройств интернета-вещей (IoT) на железной дороге, которые будут подключены к беспроводной сети Интернет, что создаст дополнительные трудности для ЦОД. Это подразумевает облачные платформы, виртуализацию, новые тенденции в области больших данных и мобильного доступа, которая приведет к большому всплеску объемов данных и повышенным ИТ-нагрузкам.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Система цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR. – URL : scbist.com/xx3/42854-01-2014-sistema-cifrovoi-tehn...i-standarta-dmr. Html. – Дата доступа : 30.03.2022.
2. Образовательный портал о технологиях мобильной связи. Для железных дорог – GSM-R. – URL : http://www.dom-spravka.info/\_mobilla/ra\_gsm. html. – Дата доступа : 25.04.2022.
3. Рoenko, D. N. Системы радиосвязи высокоскоростного железнодорожного транспорта / D. N. Roenko, P. A. Plеханов. – URL : https://cyberleninka.ru/ article/n/ sistemy-radiosvyazivysokoskorostnogozheleznodorozhnogo-transporta. – Дата доступа : 25.04.2022.
4. Sniady, A., Soler, J., & Dittmann, L. Communication Technologies Support to Railway Infrastructure and Operations. DTU Fotonik. 2015.

Г.Г.ГУРБАНОВА

## **ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ КОРРЕКЦИИ В МАГНИТО-РЕЗОНАНСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика*

В работе показан один из возможных методов преобразования (обработки) магнито-резонансных МР изображений, способствующих уточнению диагноза. Предлагаемый метод можно назвать многофункциональной или многоступенчатой гамма-коррекцией, хотя термин коррекция (исправление) в данном случае не совсем точно отражает метод обработки изображения.

Суть метода состоит в том, что из изображения (для простоты будем считать МР-изображение ахроматическим) выделяются области значений яркости, сомнительного участка томограммы и им придаются новые значения, увеличивающие («растягивающие») диапазон яркостей этого участка. При этом распределение яркостей на этом участке, может как угодно изменяться по желанию оператора, на окружающих же исследуемую область полях, контраст может устанавливаться каким угодно, так же исследователем.

Многочисленные (два из них приведены в статье) исследования, проведенные в Медицинском исследовательском центре Университета им. 19 Мая (г.Самсун, Турция), показывают, что многоступенчатая гамма-коррекция может стать эффективным средством, способствующим усилить диагностические возможности МРТ.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Рагимов, А. Т. Требования к параметрам изображения ириодиагностических телевизионных систем (ИТС). Электроника и информатика XXI-ВЕК. Тезисы докладов. Москва, 2000, – С. 435–436.
2. Рагимов, А. Т. Устранения муар-эффекта при обработке цифровых изображений. Тезисы докладов НТК проф-препод. состава научных сотрудников и аспирантов ГУТ., Санкт-Петербург, январь1999, – С. 25–29.
3. Ч.А.Эфендиев, А.Т.Рагимов, Г.Г.Гурбанова Апертурные искажения ТВ сигнала и методы их коррекции Тематический журнал. Приборы и системы управления, контроль и диагностика. 2014. – № 4. – С. 33–37.
4. Ч.А.Эфендиев, А.Т.Рагимов, Г.Г.Гурбанова Разработка телевизионной системы на ПЗС с повышенной фотометрической точности. Тематический журнал. Петербургская Электроника. – 2014. – № 3. – С. 67–71.
5. Ч.А.Эфендиев, А.Т.Рагимов, Г.Г.Гурбанова. О применение кепстральной обработки видеосигнала для цифровой апертурной коррекции.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯЦИИ OTFS В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ВИДИМЫМ СВЕТОМ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Метод модуляции в ортогональном частотно-временном пространстве (OTFS) применяется в области задержка-допплеровский сдвиг. Т.е. метод использует разнесение, как по времени, так и по частоте и одновременно в сочетании с эквализацией трансформирует изменяющийся во времени радиоканал с замираниями, в не зависящий от времени канал с комплексными коэффициентами передачи, которые примерно постоянны для всех символов. Такое решение позволяет значительно упростить работу системы и повысить помехоустойчивость, особенно в системах с высоким доплеровским сдвигом, короткими посылками и антенными решетками с большим числом элементов [1].

Радиоинтерфейс высокоскоростного беспроводного канала и применяемая в нем сигнально-кодовая конструкция должны поддерживать ряд требований для обеспечения высокой пропускной способности и возможности обеспечения устойчивой связи при большом количестве абонентов и высокой скоростью их перемещения. Известная модуляция с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) не в состоянии качественно работать в условиях передачи данных видимым светом, т. к. в канале существует значительная интерференция и сильное влияние геометрического расположения приемника [2].

Альтернативой системам беспроводной связи пятого и шестого поколений (5G и 6G) для обеспечения высокой скорости передачи данных, большой пропускной способности может стать технология связи по видимому свету.

Связь по видимому свету (CVC), которую в последнее время при двунаправленной передаче называют Li-Fi (Light Fidelity) предполагает передачу информации, используя одни и те же излучатели с освещением. CVC обеспечивает высокое качество обслуживания, широкую нерегулируемую полосу пропускания, высокую скорость передачи данных (до нескольких Гбит/с), ограниченную материалом светодиода (СД) полосу модуляции, низкое энергопотребление и низкую задержку связи. Более высокая скорость передачи данных CVC может быть достигнута за счет использования технологий связи с множественным входом и множественным выходом (MIMO) и применения передовых технологий мультиплексирования нескольких каналов

Архитектура системы передачи данных Li-Fi показана на рисунке 1. Система состоит из трех основных частей: передатчика, приемника и канала распространения света.

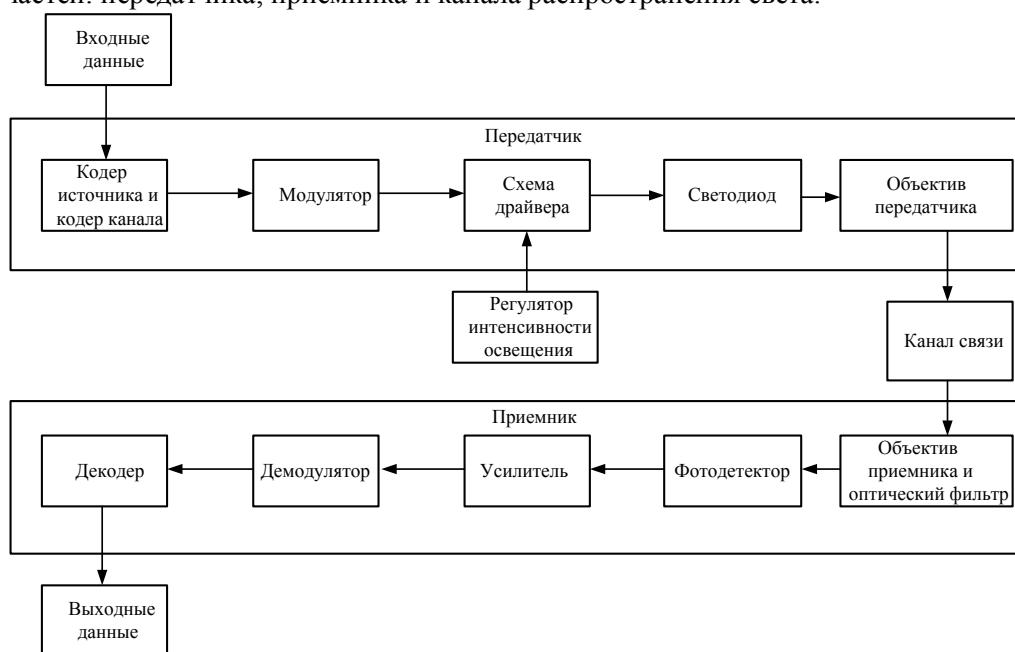


Рисунок 1 – Система передачи данных Li-Fi

В системах Li-Fi передатчик состоит из различных компонентов с различными функциями. Как показано на рисунке 1, исходные аналоговые данные сначала передаются в кодер источника для преобразования данных в цифровой формат, т.е. поток бит. Для того чтобы исправить часть ошибок, вносимых дисперсией канала, требуется избыточность бит данных, которая обеспечивается кодером канала. В системах Li-Fi могут использоваться различные методы кодирования с различными достоинствами.

OTFS модуляция представляет собой два двумерных преобразования как в передатчике, так и в приемнике (рисунок 2). Передатчик сначала отображает информационные символы  $X[n,m]$  находящиеся в двумерной области задержки-допплеровского сдвига, в символы  $X[n,m]$  частотно-временной области посредством комбинации обратного симплектического быстрого преобразования Фурье (ОСБПФ) и применения оконной функции. Этот каскад операций называется преобразованием OTFS. Затем преобразование Гейзенберга применяется к  $X[n,m]$  для преобразования частотно-временного модулированного сигнала в сигнал во временной области  $s(t)$  для передачи по каналу. Обратные операции выполняются в приемнике, отображая принятый временной сигнал  $r(t)$  сначала в частотно-временную область через преобразование Вигнера (обратное преобразование Гейзенберга), а затем в область задержки-допплеровского сдвига для демодуляции символов.

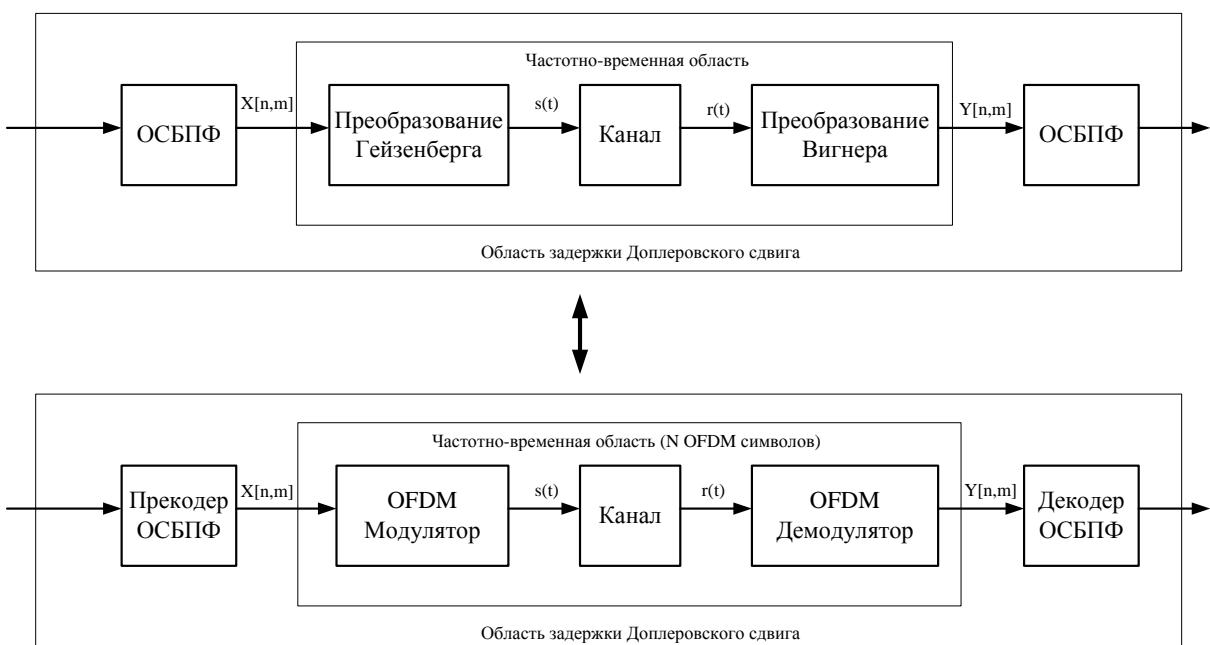


Рисунок 2 – Структурная схема системы связи OTFS (модулятор и демодулятор)

Условие биортогональности импульсов позволяет устранять перекрестные помехи при приеме символов. Частотно-временной модулятор с этими компонентами преобразует двумерные символы  $X[n,m]$  на сетке  $\Lambda$  в передаваемый сигнал  $s(t)$  посредством задерживания и частотного сдвига формирующего импульса  $g_{tx}(t)$ :

$$s(t) = \sum_{m=-M/2}^{M/2-1} \sum_{n=0}^{N-1} X[n,m] g_{tx}(t - nT) e^{j2\pi m \Delta f (t - nT)}$$

Результаты экспериментов показывают, что OTFS демонстрирует значительно более низкие значения вероятностей битовых ошибок, чем OFDM, в широком диапазоне скоростей абонентов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кучумов, А. А. Обзор технологии модуляции сигнала в ортогональном частотно-временном пространстве / А. А. Кучумов, Лобов Е. М., Варламов В. О. / Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. – № 6. – 2021. – С.41–49.
2. R. Hadani, A. Monk, "OTFS: A New Generation of Modulation Addressing the Challenges of 5G", 2020. – 38 р.

## ТАКТИКА МАСКИРОВКИ РЕЗЕРВА В ХОДЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ И ВОЕННОЙ РАЗВЕДКИ ПРИ БЕСКОНЕЧНОЙ ВИДИМОСТИ

Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

**Введение.** В статье рассматривается стратегия освоения нового (оптического) диапазона при создании и развертывании объединенной автоматизированной цифровой системы связи, которая в ходе боевых действий и военной разведки решает современные тактические задачи в сфере военной связи – задачи эффективного управления войсками и оружием. Переход в оптический диапазон сопряжен с освоением частот 14 и 15 диапазонов и связан со строительством оптической и лазерной связи как в космосе, атмосфере и открытом водном пространстве мирового океана, так и по проводам. Следовательно, вышеуказанные диапазоны охватывают ближний инфракрасный (ИК) свет, видимый свет и ближний ультрафиолетовый (УФ) свет [1].

Математические вычисления дальности видимости при демодуляции и обработке в компьютерной системе основаны на установленном Федеральным авиационном агентстве США FAA (Federal Aviation Agency) стандарте RVR (Runway Visual Range) дальности видимости на ВПП (Взлетно-Посадочной Полосе). По сути, дальность видимости – это расчетная оценка того, насколько далеко от ВПП способен видеть пилот. RVR является абсолютным стандартом, а именно: RVR ниже 50 футов считается нулевой видимостью; а RVR выше 6500 футов считается неограниченной видимостью [2].

В условиях нулевой видимости возникает необходимость в усилении контраста объекта визуализации, а в условиях неограниченной видимости возникает необходимость в его мимикрии – новая возможность для того, чтобы маскировать объект визуализации, изменения его цвета, прозрачность или конфигурацию и габариты путем создания мгновенных миражей магических перевоплощений вплоть до генерации ложных целей. Отсюда цветовое кодирование позволяет осуществлять еще две тактики + в стратегемах на фронтах WWII нового гибридного типа, создавая шедевры в сфере военного искусства.

**Формулировка проблемы.** Возникает проблема «Создать и внедрить модемы цветового кодирования в тактику боевых действий и военной разведки для генерации ложных целей и/или маскировки (скрытности) резерва при бесконечной видимости в любой среде обитания (в космосе и атмосфере, наземной и подземной, надводной и подводной)», решение которой целесообразно возложить на ВПК Минобороны Республики Беларусь. В качестве боевого резерва могут быть самолеты с неподвижным крылом, вертолетные самолеты, автомобили, мотоциклы, а также автобусы, грузовики с полуприцепами, лодки, корабли, поезда и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или другие дистанционно управляемые транспортные средства или суда.

**Методика решения проблемы.** Итак, цветовое кодирование становится новым инструментом нового представительного параметра сигнала – его цвета [3]. Цвет сигнала в оптическом диапазоне задается его циклической частотой. Например, две циклические частоты могут находиться в видимой области, инфракрасной области, ультрафиолетовой области. Кроме того, циклические частоты света могут находиться в любых двух различных суперпозициях, например, видимой и ИК, видимой и УФ, ИК и УФ. Более того, можно использовать две или более циклических частот света, чтобы генерировать группу цветов, которая пульсирует и генерирует средний воспринимаемый свет. Этот воспринимаемый свет должен быть любого желаемого цвета, например цвета света, обычно используемого в воздушной навигации или морском судоходстве. Оркестрацию цвета как воспринимаемого света в светодиодной системе искусственного зрения можно задавать частотой мерцаний, которая составляет свыше 100 Гц.

С другой стороны, оборудование должно различать две или более циклических частот излучаемого света, даже если они не воспринимаются человеческим глазом. Это одна из причин, почему две или более циклических частот света могут излучаться, например, чтобы подсистема приема света могла различать две циклические частоты и использовать эту добавленную информацию, например, для генерации ложных и/или скрытых целей в окружающей среде в ходе боевых действий даже при бесконечной видимости.

**Анализ полученного результата.** Следовательно, светодиодные системы освещения могут найти применение в различных местах, включая коммерческие, гражданские или военные аэродромы, в том числе на установленных взлетно-посадочных полосах, вертолетных площадках и авианосцах в море. Более того, внедрение вышеуказанных систем представляется целесообразным на нефтяных вышках, посадочных площадках и т. д., а также в различных других морских операциях, удаленных полевых операциях и/или усилиях по реагированию на стихийные бедствия [4]. При этом мы уделяем пристальное внимание процедуре формирования источников белого света с различной цветовой температурой, которая изменяется от 1000 до 10000 К согласно кривой теплового излучения. Это позволяет определять и/или измерять цвета объектов визуализации в отраженном (непоглощенном самими объектами) спектре солнечного излучения (пассивная оптическая локация) или в отраженном спектре поискового (зондирующего) луча белого света (активная оптическая локация).

Тогда при передаче информации генератор лучей белого света не надо модулировать сигналом изображения объекта [5], поскольку сам объект визуализации модулирует (расцвечивает) отраженный спектр поискового луча белого света своими природными (натуральными) цветами. Это существенно упрощает оптический передатчик и значительно сокращает капитальные вложения при строительстве оптических сетей, которым суждено, чтобы видеть и/или скрывать (маскировать) боевые единицы и генерировать миражи в тактиках боевых действий и военной разведки даже в условиях неограниченной видимости в любой среде обитания.

Одна из особенностей в характеристиках светодиодных систем повышения контрастности может относиться к способности системы извлекать выгоду из различных факторов [6], таких как модуляция интенсивности, модуляция циклической частоты, модуляция колебательной поляризации, фильтрация света с круговой поляризацией, узкополосная фильтрация и т. д., которые обеспечивают такие свойства света, когда невооруженный человеческий глаз может быть не в состоянии их обнаружить или различить. Другими словами, порог обнаружения, даже в условиях плохой видимости, может быть снижен намного ниже того, что обычно видит глаз.

**Заключение.** Таким образом, переход в оптический диапазон позволяет дополнительно осуществлять еще две тактики + в стратегиях на фронтах WWII нового гибридного типа [7]. Создавать шедевры в сфере военного искусства путем цветового кодирования в спутниковых, надводных, подводных, наземных и летающих оптических сетях. В ходе боевых действий и военной разведки генерировать ложные цели и/или обнаруживать скрытые резервы противника даже в условиях нулевой видимости. А в условиях бесконечной видимости генерировать ложные цели и/или, эффективно управляя войсками и оружием, скрывать боевые единицы (ВПП, рои БПЛА, надводные корабли, подводные лодки, сухопутные наземные единицы и подразделения) или киберфизические системы автономных роботов, маскируя их под окружающую среду.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Костюковский, А. Г. Моделирование оптической времязадачи импульсной модуляции ортогонально-поляризационного мультиплекса разноцветных световых лучей воспринимаемого света // Проблемы инфокоммуникаций. – № 1 (15). – 2022. – С. 26–38.
2. Костюковский, А. Г. Математическая модель канала передачи в светодиодной системе искусственного зрения в условиях плохой видимости // Проблемы инфокоммуникаций. – № 2 (14), 2021. – С. 67–77.
3. Костюковский, А. Г. Альтернативная передача сверхкороткого видеоимпульса на сверхдальние расстояния в атмосфере // Проблемы инфокоммуникаций. – № 2 (12). – 2020. – С. 26–35.
4. Евразийский патент EA028741 (B1) на изобретение «Способ передачи информации в оптической системе связи, оптическая система связи для его реализации, приемопередающий терминал и система связи глобального информационного общества» / Ю. Н. Аксенов, А. Г. Костюковский. Заявл. 2013.07.09; опубл. 2017.12.29. Б.И. № 12. Int. Cl. H04B 10/25. – 22 с.
5. Костюковский, А. Г. Природоподобная передача картины окружающего мира в оптическом диапазоне длин волн // Современные средства связи. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2020. – С. 60–61.
6. Костюковский, А. Г. Особенности модуляции ОВПИМ и кодирование сверхширокополосных оптических сигналов / А. Г. Костюковский, Ю. Н. Аксенов // ITT Innovative technologies in telecommunications : materiallari mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfransinin, 4-6 dekabr 2019-cu il, AzTU, Baki, Azərbaycan. – С. 145–148.

7. Костюковский, А. Г. Две тактики + в стратегемах на фронтах WWIII нового гибридного типа // Военное образование и наука в условиях цифровой трансформации знаний : тез. докл. Междунар. науч. конф. УО «ВА РБ», 20–21 апреля 2022 г. – Минск : ВА РБ, 2022. – С. 99.

ИМАД ЭЛЬ АБЕД<sup>1,2</sup>

## **СХЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ СВЯЗИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА**

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Danash contracting and trading, Ливанская Республика*

В связи с быстрым развитием возобновляемых источников энергии и продвижением мобильных приложений, разработке и применению Интернета энергии уделяется все больше внимания. Понятие «энергетический интернет» впервые было выдвинуто известным американским ученым Джереми Рифкином [1]. С развитием общества современная индустриальная модель, основанная на ископаемом топливе, постепенно приходит в упадок [2]. В ближайшем будущем будет развиваться и расти новая энергетическая система «Энергетический Интернет». Она основана на новой энергетической системе и глубоко интегрирована с энергоинформационными технологиями. Энергетический Интернет имеет следующие характеристики: (1) используемая первичная энергия преобразуется в возобновляемую энергию; (2) в будущем при развитии энергетики будут продолжать подключаться распределенные системы генерации энергии и малогабаритные системы хранения энергии. При подключении к энергосистеме будут постепенно диверсифицироваться режимы и методы доступа к ней; (3) с помощью новейших интернет-технологий различные виды энергии в разных местах могут быть соединены и совместно использованы; (4) интернет может поддержать развитие и прогресс электрификации.

С точки зрения состава энергетического интернета, возобновляемая энергия, особенно распределенная возобновляемая энергия, постепенно станет доминирующей в ближайшем будущем. С развитием современных вычислительных и сетевых технологий, а также технологий дистанционного управления, информационные технологии все больше применяются в новых областях, и в том числе быстро развиваются информационные технологии энергетических систем, постепенно интегрируясь с энергетическими технологиями. В процессе интеграции постоянно появляются новые технологии. Например, область смарт-энергетики включает в себя использование передовых информационных технологий в энергетике для дальнейшего совершенствования управления энергетикой, а также полной реализации энергетической взаимосвязи и системы точного управления электроэнергией в различных регионах. Концепция регионального энергетического Интернета основана на непрерывном увеличении модульных сценариев в энергетическом Интернете, интеграции фотоэлектрической генерации, системы распределенной энергетики, электромобилей, накопителей энергии, интегрированной энергетики и т.д. в энергосистему, а также объединении бизнес-сценариев планирования транзакций и информационного взаимодействия.

С точки зрения состава энергетического Интернета и его бизнес-сценариев, основное отличие информационной коммуникации энергетического Интернета и традиционной энергетической информационной сети заключается в аспектах доступа к информации по автоматизации возобновляемых источников энергии и привлечения бизнес-приложений [3]. С точки зрения доступа к данным автоматизации возобновляемых источников энергии, для крупномасштабных централизованных новых энергетических станций, их автоматизированные методы передачи данных в основном следуют традиционным методам доступа к данным электростанций, гидроэлектростанций и других электростанций и стратегиям безопасности, то есть устройство дистанционного управления проходит через сеть передачи данных диспетчерской службы доступа к диспетчерской системе SCADA. Что касается распределенных энергетических станций, подключенных к распределительной сети, все еще существует большое количество случаев, когда автоматическое подключение к сети диспетчеризации и мониторинга не происходит по той или иной причине. Проблема автоматической передачи данных все еще требует решения, а безопасная и стабильная работа сети сопряжена с определенными рисками безопасности. С точки зрения мобилизации коммерческого применения, безопасность информационного взаимодействия мобильных приложений является еще одной проблемой, требующей срочного решения в информационном взаимодействии энергетического

Интернета. Информационная безопасность, такая как оплата счетов за электроэнергию с помощью мобильного терминала, информационные запросы, распределенные энергетические транзакции, реагирование на спрос, управление «умным домом» и т.д., является важным вопросом, связанным с безопасностью работы оборудования и безопасностью транзакционных средств. Таким образом, информационная безопасность приобретает все большее значение, а технология обеспечения информационной безопасности становится ключевой технической гарантией для нового поколения энергосистем. На рисунке 1 представлена схема информационной связи энергетического Интернета.

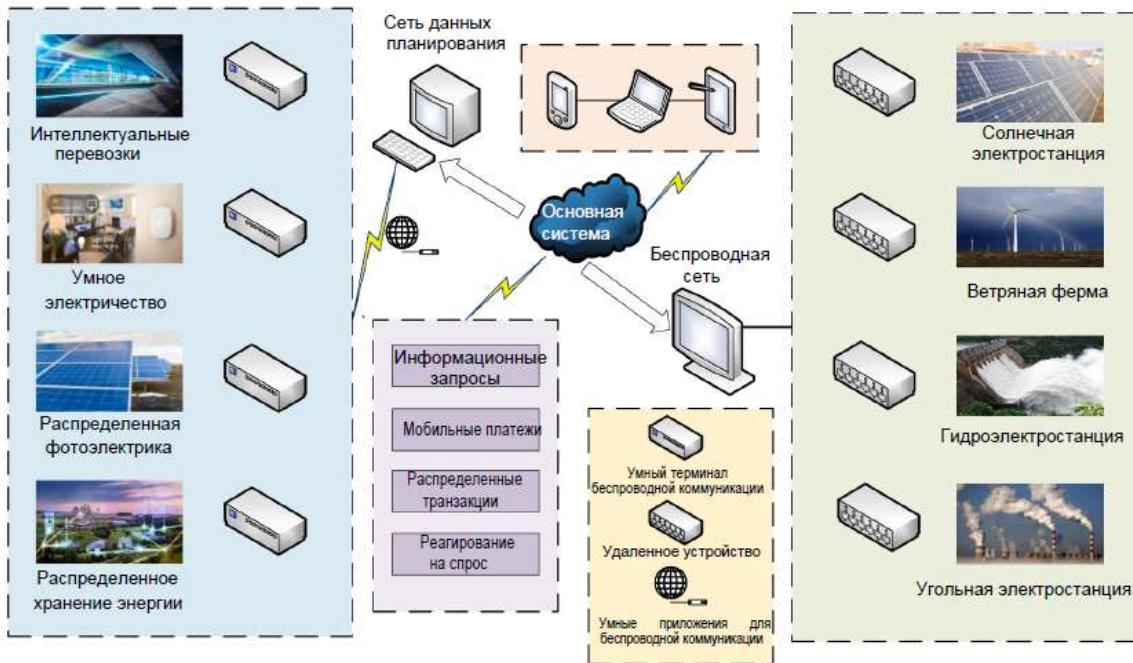


Рисунок 1 – Схема информационной связи энергетического Интернета

Энергетический Интернет обладает большой открытостью и взаимосвязанностью, и могут существовать некоторые потенциальные лазейки в безопасности при сборе данных, коммуникации, аутентификации и других аспектах, что, безусловно, вызовет определенное количество нарушений информационной безопасности. Атака на сетевую систему может напрямую привести к выходу из строя информационной системы, а управление всей инфраструктурой распределенной энергетической станции зависит от Интернета, поэтому безопасность информационной системы будет напрямую влиять на безопасность всей системы. Система управления распределенной энергетической станции является сложной проблемой в информационной безопасности, отдельные решения не в состоянии обеспечить общую безопасность системы, и эти решения должны содержать комплексное предотвращение и контроль различных средств и соответствовать национальному уровню безопасности на основе соответствующих стандартов и правил.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Faika T, Kim T, Ochoa J, et al. A Blockchain-Based Internet of Things (IoT) network for security-enhanced wireless battery management systems. In: 2019 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting. IEEE; 2019. p. 232–45.
2. Khaleghnasab R, Bagherifard K, Nejatian S, et al. A new energy-efficient multipath routing in internet of things based on gray theory. Int J Inf Technol Decis Making 2020;1(1):1–15.
3. Zhou Y, Ci S, Lin N, et al. Distributed energy management of P2P energy sharing in energy internet. In: Based on Cloud Energy Storage; 2018. p. 173–7.

А.Р.ГАСАНОВ<sup>1</sup>, Р.А.ГАСАНОВ<sup>1</sup>, В.С.ЭЙНУЛЛАЕВ<sup>1</sup>, Э.А.АГАЕВ<sup>1</sup>, Р.А.АХМЕДОВ<sup>1</sup>

#### АКУСТООПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОКОННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

<sup>1</sup>Национальная Академия Авиации, г. Баку, Республика Азербайджан

Фурье анализ дает глобальные сведения о частотных свойствах периодического сигнала. Однако локальные изменения в структуре исследуемого сигнала остаются вне поля зрения Фурье анализа.

Проблема поясняется с помощью приведенных на рисунке 1 графиков. На обоих рисунках отображена сумма отрезков двух синусоид с частотами  $10 \text{ мкс}^{-1}$  и  $20 \text{ мкс}^{-1}$ . На рисунке 1 $a$  отрезки синусоид с длительностями 10 мкс разнесены по времени и имеют общую длительность 20 мкс, а на рисунке 1 $b$  обе отрезки синусоид имеют длительность равную 20 мкс.

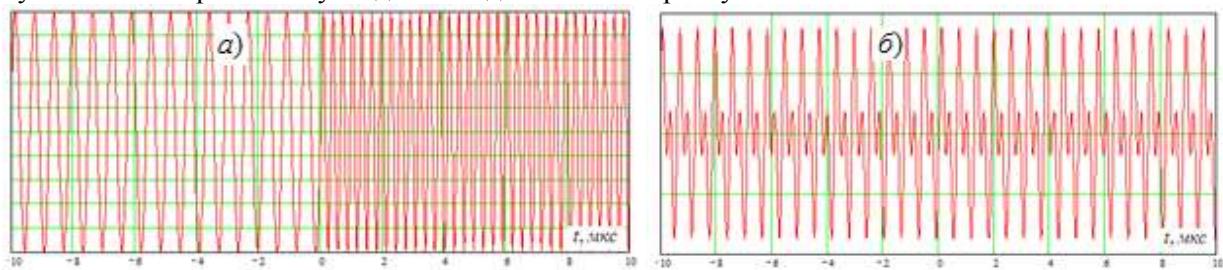


Рисунок 1 – Отрезки двух синусоид

Спектры этих сигналов вычисляются с помощью прямого преобразования Фурье в среде Mathcad (рисунок 2). Очевидно, что явное во временной области различие между двумя колебаниями не находит отражение в частотной области. Это недостаток преобразования Фурье.

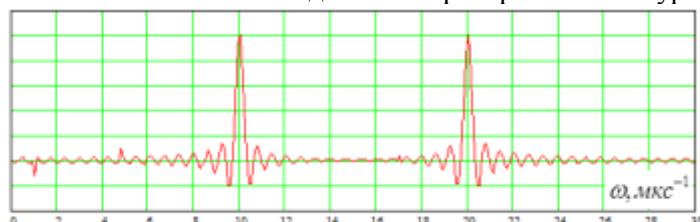


Рисунок 2 – Спектр сигналов, графики которых приведены на рис. 1

Для того, чтобы устранить указанный недостаток используют оконное преобразование Фурье [1] или же Вейвлет преобразование [2]. В случае оконного преобразования Фурье спектр сигнала вычисляется по формуле:  $S(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot W(t - \tau) \cdot e^{-j\omega t} dt$ . Положение оконной функции  $W(t - \tau)$  на

временной оси определяется смещением  $\tau$  по времени. Выбрав оконную функцию в форме прямоугольного импульса, т. е. как  $W(t) = \sigma(t) - \sigma(t - T)$  исследуем вышеупомянутые сигналы. Сначала рассмотрим сигнал на рисунке 1 $a$ . Если окно размещаем в левой половине сигнала, то получаем его спектр в форме, изображенной на рисунке 3 $a$ . Если окно размещаем в правой половине сигнала, то получаем его спектр в форме, изображенной на рисунке 3 $b$ . В случае сигнала на рисунке 1 $b$ , положение окна на временной оси не влияет на форму его спектра, который всегда будет иметь вид, изображенный на рисунке 2.

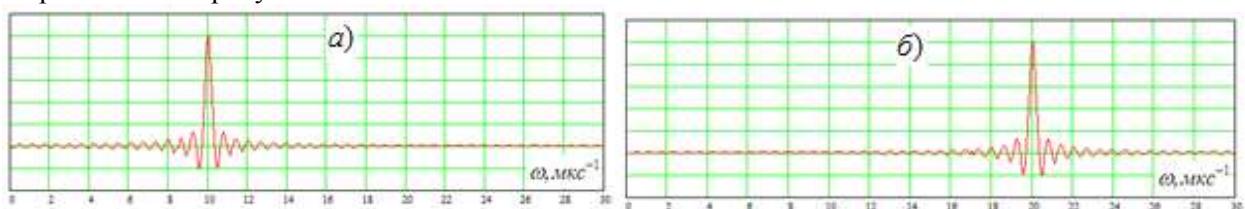


Рисунок 3 – Спектры сигнала на рис. 1 $a$

В Matlab и Mathcad имеются широкие возможности для реализации оконного преобразования Фурье. Однако предложенные здесь пакеты предусматривают предварительную обработку сигнала – преобразование аналогового сигнала в цифровой, цифровая фильтрация и т.д. Другими словами обработка аналогового сигнала осуществляется не в реальном масштабе времени.

В Докладе обсуждается возможность построения системы оконного преобразования Фурье в реальном масштабе времени на основе акустооптического эффекта (рисунок 4).

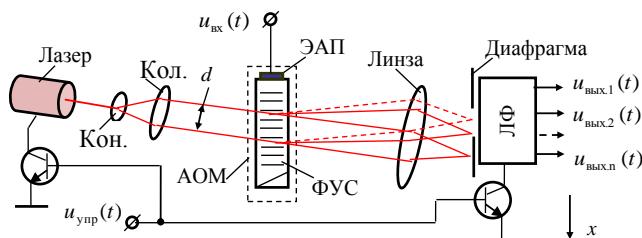


Рисунок 4 – Акустооптическая система оконного преобразования Фурье

Исследуемый сигнал  $u_{\text{вх}}(t)$  подается на вход акустооптического модулятора (АОМ), который состоит из фотоупругой среды (ФУС), к одному торцу которой прикреплен электроакустический преобразователь (ЭАП). Электрический сигнал преобразуется ЭАП в акустические волны, которые распространяются в ФУС со скоростью  $v$  [3]. Просвечивающий пучок с апертурой  $d$  формируется из лазерного излучения с помощью конденсора (Кон.) и коллиматора (Кол.). При этом ширина окна определяется как  $d/v$  и оконная функция приобретает форму  $W(t)=\sigma(t)-\sigma(t-d/v)$ . Короткие управляющие импульсы  $u_{\text{упр}}(t)$  синхронно включают источник когерентного света – лазер и линейку фотодиодов (ЛФ). Период повторения коротких управляющих импульсов выбирается в зависимости от требования к перекрытию окон и находится в окрестностях  $d/v$ . Ширина окна  $d/v$  регулируется изменением расстояния между конденсором и коллиматором, что сопровождается изменением  $d$ . Период повторения управляющих импульсов и диаметр просвечивающего пучка оптимизируются по отношению к длительности выбранного отрезка обрабатываемого сигнала. В этих условиях в задней фокальной плоскости собирающей линзы формируется Фурье образ выбранного отрезка исследуемого сигнала  $u_{\text{вх}}(t)$ .

Экспериментальная апробация вышеизложенной идеи оконного преобразования Фурье была проведена на АОМ с центральной частотой 80МГц. Отклоненный свет фиксировался фотоприемником на микропиксельных лавинных фотодиодах МАРД-3Н.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимова, Э. С. Идентификация онлайн-подписи с помощью оконного преобразования Фурье и радиального базиса // Компьютерные исследования и моделирование. – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 357–364.
2. Короновский, А. А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения / А. А. Короновский, А. Е. Храмов. – Издательство Физико-математической литературы, 2003. – 176 с.
3. Балакший, В. И. Физические основы акустооптики / В. И. Балакший, В. И. Парыгин, Л. Е. Чирков. – М. : Радио и связь, 1985. – 280 с.

А.Р.ГАСАНОВ<sup>1</sup>, Р.А.ГАСАНОВ<sup>1</sup>, В.С.ЭЙНУЛЛАЕВ<sup>1</sup>, Э.А.АГАЕВ<sup>1</sup>, Р.А.АХМЕДОВ<sup>1</sup>

#### АКУСТООПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОПРИЕМНИКОВ

<sup>1</sup>Национальная Академия Авиации, г. Баку, Республика Азербайджан

Инерционность является одним из основных параметров фотоприемника (ФП). Эффективность измерения этого параметра в большинстве случаев прямо или косвенно связана с точностью формирования светового импульса необходимой длительности и мощности [1, 2]. Для решения этой проблемы можно использовать особенности фотоупругого эффекта, реализуемого в акустооптическом модуляторе (АОМ) (рисунок 1). После фотоупругого взаимодействия в АОМ часть светового пучка отклоняется в первый дифракционный порядок (режим дифракции Брэгга), который через отверстие в диафрагме ( $D$ ) попадает на светочувствительную поверхность ФП [3]. АОМ работают на частотах от нескольких десятков МГц до единиц ГГц. Поэтому спектр формируемого в генераторе электрического импульса с требуемыми параметрами должен быть перенесен в область рабочих частот АОМ, что обеспечивается высокочастотным генератором, настроенным на частоту, равную центральной частоте АОМ.

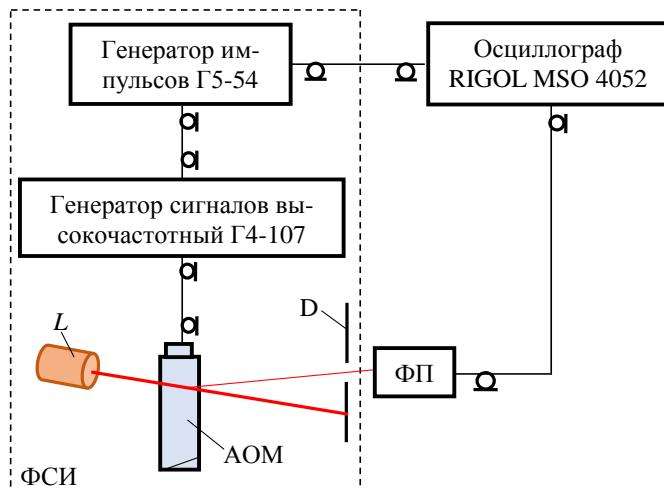


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В формировании времени нарастания импульса на выходе ФП участвуют две слагаемые: время пересечения оптического пучка упругим волновым пакетом и время нарастания переходной характеристики ФП. Параметры конкретного образца формирователя световых импульсов (ФСИ) остаются неизменными, и их влияние может быть рассчитано с достаточно высокой точностью и учтено в последующих измерениях как инструментальная погрешность. Соответственно инерционность ФП можно определить по параметрам отклика. В то же время за счет уменьшения диаметра светового пучка  $d$  можно расширить предельные возможности предложенного устройства.

Акустооптический ФСИ реализован на АОМ с центральной частотой 80 МГц, который выполнен на стеклообразном фотоупругом материале типа ТФ-7, в котором упругие волны распространяются со скоростью  $v=3,63$  км/с. Электрический импульс с нужной амплитудой и длительностью формируется в генераторе Г5-54. Высокочастотный генератор Г4-107 работает в режиме внешней импульсной модуляции. В качестве источника света используется полупроводниковый лазер  $L$ .

Были измерены параметры ФП типа ФД-24К. На рисунке 2 приведены осциллограммы импульсов на выходе Г5-54 и на выходе ФП. Импульс на выходе ФП отстает от импульса на выходе Г5-54 примерно на 6 мкс, что обусловлено временем пробега упругого волнового пакета от электрического входа АОМ до области акустооптического взаимодействия [4].



Рисунок 2 – Осциллограммы напряжений на входе формирователя (1) и на выходе ФД-24К (2)

Масштабы: по вертикали – 2 В/деление (1), 100 мВ/деление (2); по горизонтали – 5.0 мкс/деление.

Время нарастания импульса, определенное по осциллограмме на рис.2.2, примерно равно 7 мкс. Другими словами, точное значение времени нарастания переходной характеристики

экспериментального образца  $\Phi D - 24K$  меньше указанного ( $\leq 10$  мкс) в паспорте изделия. В данном случае время пересечения оптического пучка упругим волновым пакетом  $d/v$  намного меньше времени нарастания переходной характеристики ФП и поэтому его влиянием можно пренебречь. Длительности импульсов на выходе  $G5-54$  и на выходе ФП равны. Высокочастотная наводка на выходном импульсе (рис.2,2) появляется из-за открытых контактов ФП в лабораторном макете.

Энергию светового импульса можно выбирать с точностью до энергии одного фотона [5]. Все это предопределяет высокий потенциал применения акустооптического ФСИ для измерения инерционности и чувствительности фотоприемников. Лабораторный вариант ФСИ позволил определить более точное значение времени нарастания переходной характеристики конкретного образца фотоприемника  $\Phi D - 24K$ , что необходимо в некоторых случаях, например, при подборе фотоприемников с идентичными параметрами для акустооптического фазоинвертора с разделенной нагрузкой [6]. Все это подтверждает конструктивность и эффективность предлагаемого метода в контексте решения подобных задач.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бычков, С. Б. Метод измерения параметров быстродействия фотоприемников / С. Б. Бычков [и др.] // Измерительная техника. – 2020. – № 8. – С. 36–42.
2. Mengke Wang, Shangjian Zhang, Yutong He, etc. Self-referenced frequency response measurement of high-speed photodetectors through segmental up-conversion based on low-speed photonic sampling // Optics Express. – 2019. – Vol. 27, – Issue 26, – P. 38250–38258.
3. Christopher C. Davis. Lasers and Electro-optics. Cambridge University Press, 2014. – 867 p.
4. Балакший, В. И. Физические основы акустооптики / В. И. Балакший, В. И. Парыгин, Л. Е. Чирков. – М. : Радио и связь, 1985. – 280 с.
5. Gasanov, A. R. Selection of modulation type in acousto-optic delay line with direct detection / A. R. Gasanov, R. A. Gasanov // Radioelectron.Commun.Syst. – 2015. – № 58. – P. 258–268.
6. Gasanov, A. R. Phase Inverter with Split Load on Basis of Bragg Diffraction / A. R. Gasanov [et al.] // Radioelectron.Commun.Syst. – 2020. – № 63. – P. 497–503.

М.С.АБИЕВА

## **СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

*Учреждение образования «Академия логистики и транспорта», г. Алматы, Республика Казахстан*

Общие изменения в экономической, социальной и политической жизни, произошедшие за последние годы, вызвали изменение условий развития средств и систем передачи данных.

Система передачи данных – это система, функцией которой является передача данных в пределах одной системы ИТ-инфраструктуры организации, между такими системами, а также обмен информацией со сторонними системами. На первый взгляд такое определение может показаться простым. Однако системы передачи данных имеют огромное значение, причем, как для прочих технических систем, так и для происходящих в организации бизнес-процессов в целом.

Системы передачи данных являются главной технической составляющей функционирования практически всех крупных и средних предприятий, а также небольших компаний, применяющих современные решения для управления бизнесом.

С каждым годом системы передачи данных все более приобретают роль универсальной среды для передачи информации, как между системными устройствами, так и между конечными пользователями. Но, чем больше универсальность системы, тем более высокие требования к ней предъявляются.

Компьютерные сети передачи данных являются результатом информационной революции и в будущем смогут образовать основное средство коммуникации. Всемирная тенденция к объединению компьютеров в сети обусловлена рядом важных причин, таких, как ускорение передачи информационных сообщений, возможность быстрого обмена информацией между пользователями, получение и передача сообщений, не отходя от рабочего места, возможность мгновенного получения любой информации из любой точки земного шара, а также обмен информацией между компьютерами разных фирм производителей, работающих под разным программным обеспечением.

Преимущества, получаемые при сетевом объединении персональных компьютеров, перечислены ниже.

– разделение ресурсов позволяет экономно использовать ресурсы, например, управлять периферийными устройствами, такими, как печатающие устройства, внешние устройства хранения информации, модемы и т. д. со всех подключенных рабочих станций.

– разделение данных предоставляет возможность доступа и управления базами данных с периферийных рабочих мест, нуждающихся в информации.

– разделение программных средств предоставляет возможность одновременного использования централизованных, ранее установленных программных средств.

– разделение ресурсов процессора, обеспечивающее использование вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть. Предоставляемая возможность заключается в том, что на имеющиеся ресурсы не «набрасываются» моментально, а только лишь через специальный процессор, доступный каждой рабочей станции.

– многопользовательский режим - одновременное использование централизованных прикладных программных средств, обычно заранее установленных на сервере приложения.

Развитие компьютерных сетей сопряжено с развитием вычислительной техники и телекоммуникаций. Компьютерные сети могут рассматриваться как средство передачи информации на большие расстояния, для чего в них применяются методы кодирования и мультиплексирования данных, получившие развитие в различных телекоммуникационных системах.

По типу используемых ЭВМ выделяют «однородные» и «неоднородные» сети. В неоднородных сетях содержатся программно несовместимые компьютеры.

По территориальному признаку сети делят на: локальные сети (LAN, Local Area Network) объединяют абонентов, расположенных в пределах небольшой территории, обычно не более 2–2.5 км; локальные компьютерные сети позволяют организовать работу отдельных предприятий и учреждений, в том числе и образовательных, решить задачу организации доступа к общим техническим и информационным ресурсам; глобальные сети (WAN, Wide Area Network) объединяют абонентов, расположенных друг от друга на значительных расстояниях: в разных районах города, в разных городах, странах, на разных континентах (например, сеть Интернет).

Взаимодействие между абонентами такой сети может осуществляться на базе телефонных линий связи, радиосвязи и систем спутниковой связи. Глобальные компьютерные сети позволяют решить проблему объединения информационных ресурсов всего человечества и организации доступа к этим ресурсам.

По типу функционального взаимодействия делят на: клиент-сервер и смешанная сеть.

По скорости передачи сети делят на: низкоскоростные (до 10 Мбит/с), среднескоростные (до 100 Мбит/с), высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с);

По типу среды передачи сети делят проводные (телефонный провод, коаксиальный кабель, витая пара, волоконно-оптический кабель) и беспроводные (передачей информации по радиоволнам в определенном частотном диапазоне).

Для повышения доступности информационных ресурсов предприятия (интернет, корпоративный портал, телефонная связь), для получения большей гибкости сети, для мобильности пользователей, а так же для предоставления широкого спектра услуг в тех местах, где традиционные проводные технологии дороги или их использование нецелесообразно. Например: в офисах, снятых в аренду на короткий срок, нет смысла разворачивать проводную сеть, то же самое можно сказать и о выставочных комплексах, где конфигурация сети непредсказуемо меняется с каждым новым проектом и т.д.

Кроме того, для крупных компаний создание беспроводного сегмента локальной сети – это еще и имиджевый ход. Ведь любой посетитель, приехавший в офис, сможет быстро и просто подключиться либо к Интернету, либо, если есть соответствующие права, к части корпоративной сети организации.

Сети Wi-Fi можно легко развернуть в старых зданиях, особенно в исторических памятниках, где прокладка кабелей просто невозможна. Кроме того, во многих случаях укладка фальшполов (под которыми располагаются кабельные системы) затруднительна из-за низких потолков, а короба значительно ухудшают вид помещений, к тому же очень сложно предугадать требования к расположению розеток. Ограничений в данном случае два: проницаемость стен и требуемая пропускная способность. В любом случае перед проектированием беспроводной сети требуется провести обследование на предмет ее применимости в каждом конкретном случае.

В настоящее время беспроводная связь не может полностью заменить проводную, но в некоторых областях может создать ей серьезную конкуренцию. Несомненно, не стоит использовать беспроводные технологии для создания ядра сети или сети хранения данных, но на уровне доступа их используют все чаще. При принятии решения, какую сеть выбрать проводную или беспроводную. В первую очередь следует обратить внимание на такие факторы, как: скорость передачи данных, стоимость оборудования и аксессуаров, стоимость монтажа, совокупная стоимость эксплуатации.

Беспроводная сеть не требует затрат времени и средств, связанных с выполнением дорогостоящих и трудоемких работ по прокладке кабельной инфраструктуры. Это особенно актуально для небольших или средних офисов, которым необходимо объединить в сеть компьютеры, расположенные на расстоянии не более 100 м от точки доступа. Если оборудуемое помещение или здание имеет сложную структуру, то для изучения применимости беспроводной связи необходимо провести его детальное обследование, и только после этого начинать проектирование сети.

С учетом широкого распространения ноутбуков и КПК со встроенными радио интерфейсами подключение пользователей таких устройств к Wi-Fi-сети вообще не потребует расходов на покупку беспроводных карт.

В обработки информации была разработана беспроводная сеть передачи данных. Для реализации проекта использовалось сетевое оборудование компании Cisco. Обоснование выбора модели сетевого оборудования производилось с учетом: технических характеристик, возможности применения и стоимости.

В технической части проекта был разработан вариант построения беспроводной сети передачи данных МТСВ всех с установкой трех точек доступа, коммутатора и маршрутизатора.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, М. А. Современные технологии и стандарты подвижной связи / М. А. Кузнецов, А. Е. Рыжков. – СПб. : Линк, 2006. – 98 с.
2. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. / В. Г. Олифер. – СПб. Питер, 2001. – 87 с.
3. Ягъяева, Л. Т. Высокоскоростные распределенные сети / Л. Т. Ягъяева, М. Ю. Перухин, Обади Абдулфаттах // Вестник казанского технологического университета. – 2013. – № 6. – С. 240–241.
4. Перухин, М. Ю. Модернизация сети передачи данных / М. Ю. Перухин, Д. Б. Флакс, Е. В. Абзальдинова // Вестник казанского технологического университета. – 2012. – № 18. – С. 250–251.

I.J.ISLAMOV

## SIMULATION OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD OF A RECTANGULAR WAVEGUIDE FOR INFORMATION TRANSMISSION

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

**Introduction.** Improvement in technology leads to a constant increase in the volume of data transmission for various purposes, which requires the expansion of the frequency range. Ultra-high frequencies can no longer be transmitted by conventional cables. Since they suffer significant losses. For these purposes, waveguides are used. However, waveguides are limited in frequency the range, deviations lead to uneven distribution of the electromagnetic field. In this paper, we investigate the possibility of improving the waveguide using plasma, which should allow changing the width of the waveguide wall to expand its frequency range, instead of laying several waveguides for different frequencies.

**Formulation of the problem.** The study will be carried out on a virtual model created in the CST MW STUDIO simulation program. A waveguide with an electronically switchable wall width has been modeled, which should make it possible to increase its operating frequency range. For the model, a waveguide with three subranges of operation is calculated.

**Simulation parameters.** The wide wall of waveguide  $a$  is determined from the relation  $\lambda/2 < a < \lambda$ , and the narrow wall  $b$  is found from the relation  $b < \lambda/2$  [1]. Let us determine the dimensions of the wall length for the range of 5-40 GHz. To meet the propagation requirements of the main wave of a rectangular waveguide  $H_{10}$ , it is necessary to divide the range into 3 sub-bands: 1) 5-10 GHz; 2) 10-20 GHz; 3) 20-40 GHz. By the wavelengths are respectively:  $\lambda_1=6.3$  cm;  $\lambda_2=3.15$  cm;  $\lambda_3=1.5-0.75$  cm. Then we take the dimensions of the

long wall equal to  $a_1=3\text{ cm}$ ;  $a_2=1,5\text{ cm}$ ;  $a_3=0,75\text{ cm}$ . Wall  $b$ , in this case, must satisfy all sub-ranges, so we accept  $b=0,35\text{ cm}$ .

In the active state, the electron concentration in the plasma is  $n_e=500 \cdot 10^{12}\text{ cm}^{-3}$  and then the natural frequency is  $f=200,694\text{ GHz}$ . In the inactive state,  $n_e=120 \cdot 10^6\text{ cm}^{-3}$  and  $f=98,36\text{ MHz}$ . Three frequencies for each subband were chosen for simulation:  $7,5\text{ GHz}$ ,  $15\text{ GHz}$ , and  $30\text{ GHz}$ .

The plasma frequency depends on the mass of the ions and electrons, and on the density of the plasma. The higher the plasma density, the higher its frequency. When an electromagnetic wave is an incident on a volume of plasma, the plasma reacts according to the ratio of the wave frequency and the plasma frequency. If the frequency of the electromagnetic wave is higher than the frequency of the plasma, the wave passes through the plasma unhindered, otherwise, the plasma reflects the wave as conducting material. By changing such parameters as pressure, frequency, and chemical composition of the gas, it is possible to control the plasma parameters. A change in the density and conductivity of the plasma changes the natural frequency of the plasma [1]. Computer simulation of the study of radio wave propagation in plasma at different frequencies and its results are given in [2].

**Simulation results.** Figure 1 shows the directional pattern of a wave with  $f=7,5\text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide in volumetric form and in the polar coordinate system.

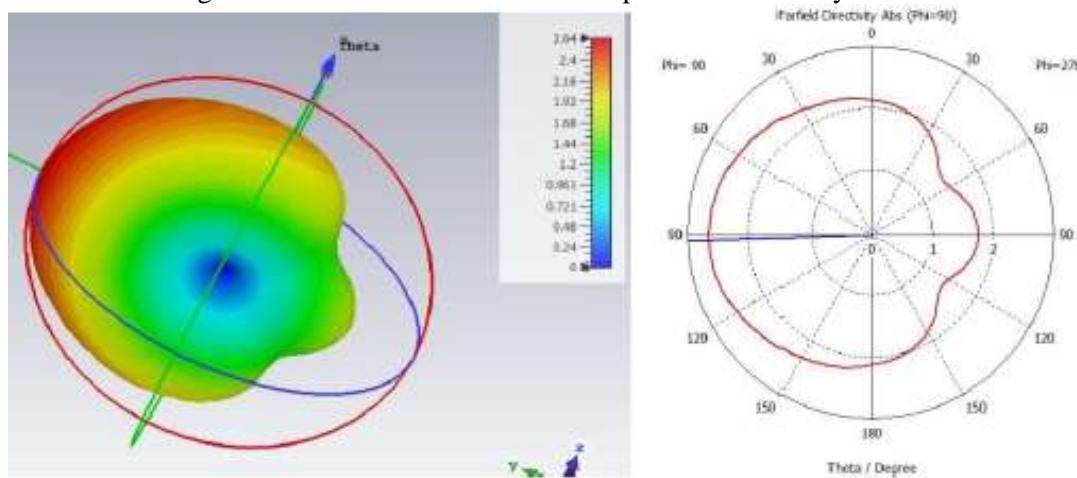


Figure 1 – The directional pattern of a wave with  $f=7,5\text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide

Figure 2 shows the directional pattern of a wave with  $f=15\text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide in volumetric form and in the polar coordinate system.

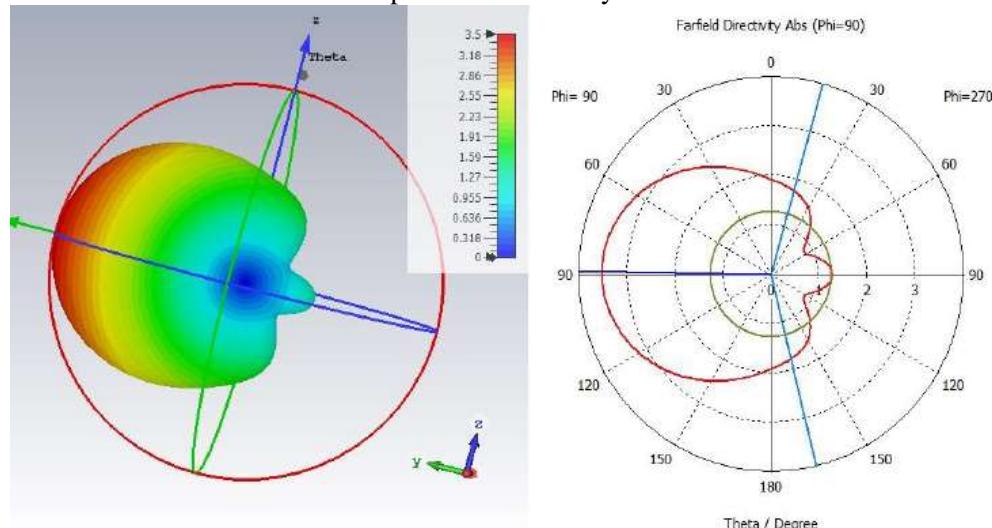


Figure 2 – The directional pattern of a wave with  $f=15\text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide

Figure 3 shows the directional pattern of a wave with  $f=30 \text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide in volumetric form and in the polar coordinate system.

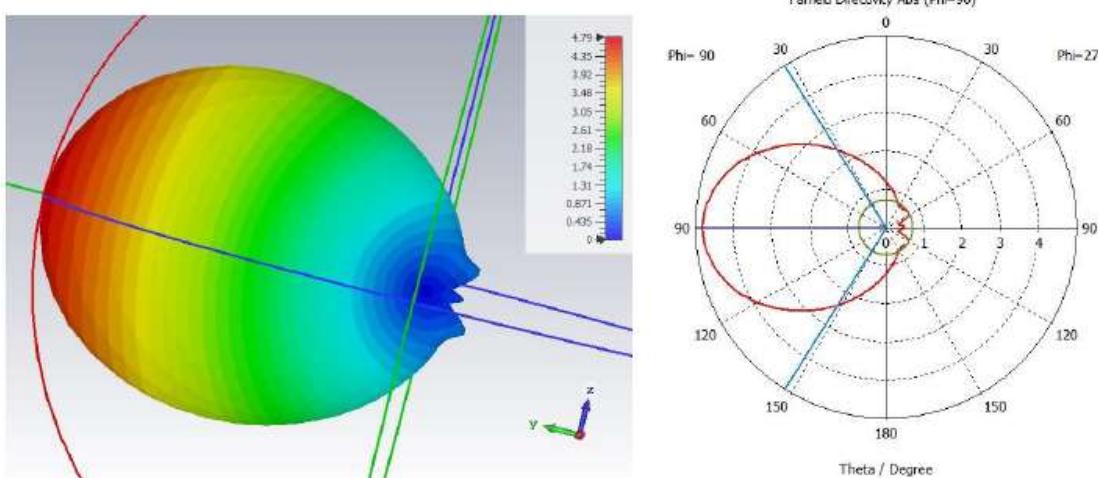


Figure 3 – The directional pattern of a wave with  $f=30 \text{ GHz}$  when emitted from the open end of the waveguide

**Conclusions.** The study consisted in modeling a switchable waveguide using plasma walls, which makes it possible to expand the possible frequency range for it. The article contains images of the electric field inside the waveguide and radiation patterns for different frequencies, demonstrating the operation of such a waveguide. The use of plasma makes it possible to change the length of the larger wall of the waveguide and thereby adjust it to its optimal size for the wavelength used.

#### REFERENCES

1. Islamov, I. J., Ismibayli, E. G., Gaziyev, Y. G., Ahmadova, S. R., Abdullayev, R. Sh. Modeling of the Electromagnetic Field of a Rectangular Waveguide With Side Holes. *Progress In Electromagnetics Research*, 2019, Vol. 81, pp. 127–132.
2. Islamov, I. J., Ismibayli, E. G., Hasanov, M. H., Gaziyev, Y. G., Ahmadova, S. R., Abdullayev, R. Sh. Calculation of the Electromagnetic Field of a Rectangular Waveguide with Chiral Medium. *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 84, 2019, pp. 97–114.

Ю.И.БОХАН

## РЕГУЛЯРНАЯ СИСТЕМА РЕЗОНАНСНО ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ

*Витебский филиал Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Резонансное туннелирование и эффект отрицательной дифференциальной проводимости вnanoструктурах вызваны чисто квантовыми явлениями пространственного квантования, приводящего к возникновению резонансных энергетических уровней [1]. Как известно, отрицательная дифференциальная проводимость обеспечивает возможность генерации электромагнитного поля.

Генераторы на резонансно-туннельных диодах (РТД) занимают промежуточное положение между «классическими» генераторами и лазерами. В их основе лежит «квазирезонансное» взаимодействие электронов с электрическим полем. Имеется в виду, что излучательные переходы идут между состояниями вблизи одного резонансного уровня (а не между двумя уровнями, как в лазере). Следует отметить, что если частота поля  $\omega$  мала по сравнению с шириной резонансного уровня  $\gamma$ , то применимо «квазиклассическое» описание. В противоположном пределе необходим только квантовомеханический подход.

В настоящее время для детектирования слабых потоков электромагнитного излучения используются элементы, принцип работы которых основывается на возбуждении квантовых состояний в структурных элементах материалов [2]. В тоже время, для детектирования электромагнитных полей радиочастотного диапазона используются макроскопические свойства

материалов, которые изменяют свои параметры под воздействием внешнего поля. Для детектирования слабых полей требуется система усиления сигнала, которая, часто, представляет собой сложную систему полупроводниковых элементов с большим уровнем шума. В этой связи особый интерес представляет регулярная структура резонансно-туннельных диодов, позволяющая за счет резонансного переноса резко усилить сигнал без искажения формы. Основной путь решения проблемы состоит в создании многобарьерного наноструктурного материала, работающего по принципу резонансного переноса заряда и имеющего внешнее управление электромагнитным полем[3].

Резонансное туннелирование и эффект отрицательной дифференциальной проводимости в наноструктурах вызваны чисто квантовыми явлениями пространственного квантования, приводящего к возникновению резонансных энергетических уровней. Как известно, отрицательная дифференциальная проводимость обеспечивает возможность генерации электромагнитного поля.

Генераторы на резонансно-туннельных диодах (РТД) занимают промежуточное положение между «классическими» генераторами и лазерами. В их основе лежит «квазирезонансное» взаимодействие электронов с электрическим полем. Имеется в виду, что излучательные переходы идут между состояниями вблизи одного резонансного уровня (а не между двумя уровнями, как в лазере). Следует отметить, что если частота поля  $\omega$  мала по сравнению с шириной резонансного уровня  $\gamma$ , то применимо «квазиклассическое» описание. В противоположном пределе необходим только квантовомеханический подход.

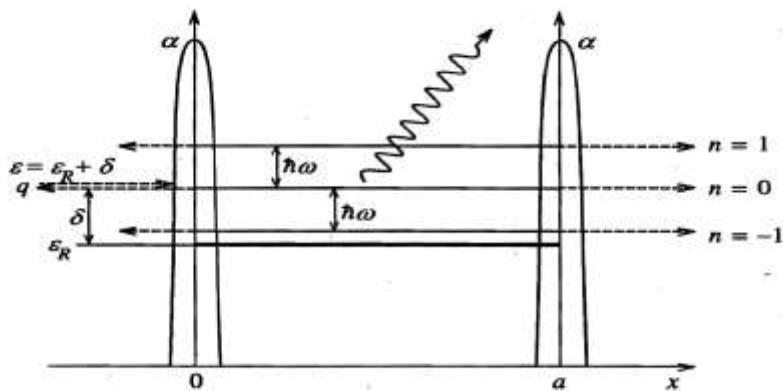


Рисунок 1 – Двухбарьерная структура с резонансным уровнем  $\varepsilon_R$ .

Резонансное туннелирование через наноструктуры привлекает все возрастающее внимание в связи с применением его в сверхвысокочастотных устройствах. Резонансное туннелирование тесно связано с явлением квантовой интерференции электронов и возникновением резонансных уровней пространственного квантования.

В тоже время немалый интерес представляет и обратный процесс, квазирезонансное поглощение внешнего поля в такой структуре. Такое поглощение приводит к изменению условий прохождения барьера и, соответственно, изменение величины тока и электрического поля.

В реальной ситуации появляется потребность учета влияния всегда присутствующего взаимодействия между электронами на процессы квантовой интерференции и резонансного туннелирования. Это тем более необходимо, что можно ожидать высокой чувствительности резонансного туннелирования к межэлектронному взаимодействию. Последнее следует из того, что сдвиг резонансного уровня за счет взаимодействия на величину малую по сравнению с энергией электрона  $\varepsilon_R$ , но сопоставимую с шириной резонансного уровня  $\delta$ , резко изменяет резонансный ток. Такое межэлектронное взаимодействие особенно существенно в решетке РТД.

Создание регулярной решетки из РТД позволит разработать приборы, отображающие падающие электромагнитные волны с частотой до сотен гигагерц[4].

Главной особенностью такой системы является возможность, за счет внедрения соответствующих атомов или ионов в нанотрубку, создавать резонансные состояния с определенными частотами переходов. Таким образом, отпадает необходимость виртуализации состояний.

Кроме того, наличие вырождения по орбитальному числу  $m$  дает возможность создавать дополнительные состояния действием внешнего магнитного поля, что позволит осуществить плавную перестройку спектра и селективность выбора частотного диапазона.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Елесин, В. Ф. К теории когерентной генерации резонансно-туннельного диода. ЖЭТФ. 1999. – Т. 116. – В. 2(8). – С. 704–716.
2. M. Chandra Sekhar, S. Goolaup, I. Purnama, and W. S. Lew Depinning assisted by domain wall deformation in cylindrical NiFe nanowires. Journal of Applied Physics 115, 083913 (2014); doi: 10.1063/1.4867004/online: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4867004>.
3. Дьячков, П. Н. Углеродные нанотрубки. Материалы для компьютеров XXI века. Природа. – 2000. – № 11. – С. 23–30.
4. Bokhan, Yu. I. Quantum states in a cylindrical quantum hole and a barrier IX International science conference “Actual Problems of Solid State Physics”. Minsk. 2021. Book of abstract. – Р. 226–227.

О.Р.ХОДАСЕВИЧ<sup>1</sup>, Н.Е.ПАЦЕЙ<sup>1</sup>

## ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МЕДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Высокоскоростные локальные вычислительные сети (ЛВС) сегодня находят самое широкое применение – от небольших корпоративных сетей с большими объемами трафика до крупных центров обработки данных. При этом во многих случаях вместо относительно дорогостоящего оптического волокна при небольших расстояниях между устройствами используется медный кабель «витая пара». Согласно стандарту ISO/IEC 11801-2017 это может быть экранированный кабель 6 – 8 категории, обеспечивающий передачу данных на скорости до 40Гбит/с [1]. Параметры работы таких линий связи (при условии использования качественных комплектующих) во многом зависят от качества их монтажа.

Наиболее часто встречающиеся ошибки монтажа обычно приводят к отсутствию работоспособности линии. Они включают [2]:

- отсутствие контакта
- закороченные проводники
- перекрестные проводники в паре (реверсивная пара)
- перекрестные/перемещенные пары

Несмотря на то, что данные ошибки являются критичными, они легко определяются простыми кабельными тестерами на этапе проверки монтажных работ и быстро устраняются.

Однако существует еще одна ошибка монтажа кабеля «витая пара», которая встречается не так часто, однако приводит к серьезным последствиям для работоспособности высокоскоростных ЛВС – расщепленная пара (split pairs). При этой ошибке провода из двух разных пар по ошибке объединяются в «рабочую» пару (рис.1). Простой кабельный тестер покажет, что связность от точки к точке сохраняется, и она правильная (рис.2), хотя в реальности проводники одной и той же пары пространственно разнесены друг от друга. Передача данных будет осуществляться по «своим» проводникам и на низких скоростях влияние этой ошибки даже не будет заметно, но проводники фактически не будут находиться в скрутке между собой. В кабеле «витая пара» проводники скручены между собой с целью минимизации взаимных наводок и уменьшения электромагнитных помех. Расщепленная пара приводит к таким проблемам как перекрестные помехи на линии, чрезмерная задержка распространения сигнала, возникновение битовых ошибок или даже потеря данных.

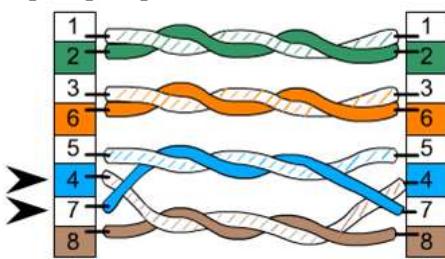


Рисунок 1 – Пример образования расщепленной пары

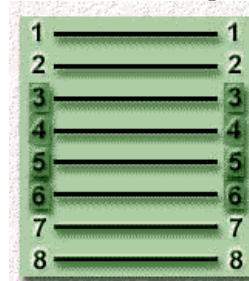


Рисунок 2 – Пример показаний простого кабельного тестера

При наличии такой ошибки монтажа с увеличением скорости передачи данных становятся совершенно неприемлемыми, например, такие параметры как переходные затухания (NEXT, ELFEXT и др.). Субъективно это выражается в помехах видеосигналу, существенном замедлении работы сети или даже остановке работы ее отдельных сегментов.

Причины, которые могут привести к генерации тестером ошибки «SPLIT PAIRS», могут быть следующие:

1) Ошибка при изготовлении патч-кордов для подключения к оборудованию из-за невнимательности монтажников. Реже – приобретение неправильных (не соответствующих системе) патч-кордов (поскольку закупками часто занимаются не технические специалисты, а другие работники).

2) Работники, выполнившие монтажные работы, перепутали схему разводки, расшивая модули везде одинаково неправильно, либо при терминировании кабеля допустили перекручивание проводников разных пар между собой. Моделирование ситуации на коннекторах компании Legrand позволило легко получить ошибку «расщепленная пара» при расплетении проводников чуть больше положенного и попытке их дальнейшего размещения в ограниченном пространстве модуля (рисунок 3).

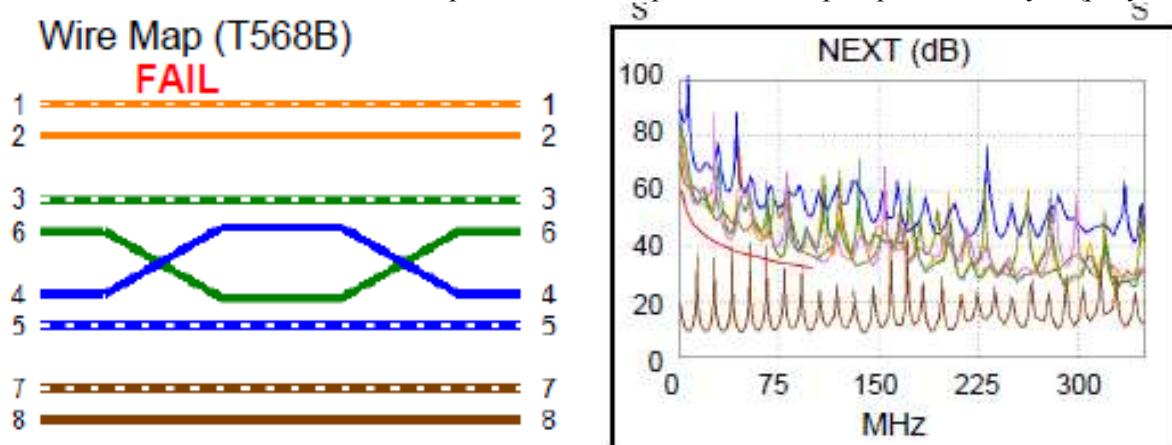


Рисунок 3 – Показания тестера DSX-5000 при ошибке «расщепленная пара»

3) На модулях цветная маркировка нанесена неправильно. Реальная ситуация, когда на партии модулей известного европейского бренда оказалась неправильная маркировка, и тестер выдал ошибку «расщепленная пара», хотя визуально монтаж был выполнен правильно. Причина обнаружилась при использовании на одной линии с одной стороны «правильного», а с другой стороны «неправильного» модулей, что привело к показанию тестера ошибки – «перекрестные проводники». Сравнение модулей между собой помогло определить причину неисправности.

4) Модули «правильные», но не для стандартных структурированных кабельных систем, а для какой-нибудь нетипичной схемы разводки (например, для одного из видов технологии USOC). Это редкая ситуация, но сегодня она может стать актуальной, поскольку основные поставщики такой продукции – производители Китая и Тайваня.

Опыт построения высокоскоростных медных ЛВС показывает, что простые кабельные тестеры проверяют проводники, как правило, на электрическую целостность, сопротивление, емкость, но не проверяют на связанные с расщепленными парами перекрестные помехи. Поэтому, выполнив проверку линии простым тестером, можно получить хороший результат при неправильно смонтированной линии. Для обнаружения расщепленных пар нужно использовать профессиональный кабельный тестер. При этом длина кабеля/патчкорда не должна быть менее 0,5 м, поскольку на более коротких длинах выявить эту ошибку монтажа кабельным тестером практически невозможно.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ISO/IEC FDIS 11801-1:2017 «Информационные технологии. Структурированная кабельная система для помещений заказчиков Часть 1. Общие требования». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iso.org/standard/66182.html> – Дата доступа : 10.09.2022.

2. Ходасевич, О. Р. Информационные кабельные сети : учеб.-метод пособие / О. Р. Ходасевич. – Минск : РИПО, 2019. – 194 с.

## МУЛЬТИПРОЦЕССОРНАЯ АРХИТЕКТУРА ГЕТЕРОГЕННОГО ШЛЮЗА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Промышленный Интернет Вещей (Industrial Internet of Things – ПоТ) является обеспечивающей технологией цифровой трансформации традиционных отраслей промышленности, происходящей в настоящее время. В ПоТ устройства взаимосвязаны для передачи измеряемых данных и выдачи команд управления по сетям распределенных датчиков, что тесно связывает физическую инфраструктуру предприятия с информационно-коммуникационными технологиями. Цифровые двойники (Digital Twin - DT) — важнейший тренд цифровизации современного мира, в том числе в промышленном производстве [1, 2, 3]. Среди основных преимуществ DT для промышленности отмечаем, что они:

- позволяют реализовать дистанционный мониторинг и управление физическим объектом в реальном времени там, где это невозможно другими средствами;
- создают условия для предиктивного обслуживания и планирования ремонтов оборудования за счет обработки и интеллектуального анализа в реальном времени больших объемов данных о работе промышленных активов;
- делают возможным анализ производственных сценариев и оценку риска путем проигрывания нештатных ситуаций без ущерба для реального производства.

Реализация DT невозможна без гетерогенных шлюзов ПоТ [4], являющимися программно-аппаратными комплексами, обеспечивающими взаимодействие устройств ПоТ друг с другом и с удаленными сервисами ПоТ. Они используется для обеспечения совместимости различных сетевых технологий. Рекомендация ITU-T Q.3055 [5] описывает протокол сигнализации для гетерогенных шлюзов, в котором определяется семантический шлюз IoT (semantic IoT gateway - SIoTG) как программа и часть гетерогенного шлюза ПоТ, которая используется для сопоставления различных протоколов, приложений и служб ПоТ друг с другом. Использование сценариев сопоставления ПоТ-решений между собой без использования специального протокола сигнализации для SIoTG возможно только в том случае, если для каждого решения используется стандартная конфигурация (например, для сопоставления протоколов: стандартный номер сетевого порта для используемого протокола; нет шифрования данных, встроенных в сообщение, и т. д.).

В связи с увеличивающейся вычислительной нагрузкой за счет реализации функций SIoTG гетерогенные шлюзы становятся все более сложными и выходят за пределы однородных многоядерных систем путем смешивания различных типов ядер, таких как ядра высокой производительности, ядра низкой мощности в реальном времени, или даже устройства на «голом» железе (Bare Metal) без операционной системы. Все это делает разработку программного обеспечения еще более сложной задачей. В целях снижения сложности, а также для решения других проблем, Multicore Association запустила новую рабочую группу, нацеленную на управление, расширение и стандартизацию OpenAMP [6] (Open Asymmetric Multi Processing - открытая асимметричная многопроцессорная обработка), открытый исходный код который позволяет операционным системам взаимодействовать в широком диапазоне сложных гомогенных и гетерогенных архитектур, и позволяет производить асимметричную многопроцессорную обработку приложений используя параллелизм, предлагаемый в многоядерной конфигурации.

Основные вычислительные ресурсы гетерогенного шлюза сосредоточены в двухядерном микроконтроллере STM32H745ZI, который обеспечивает межпроцессорную коммуникацию через буфера обмена в разделяемой оперативной памяти (shared memory) размером 64 Кбайта в домене D3 [7]. Микроконтроллеры линейки STM32H745/755 и STM32H747/757 имеют асимметричную двухъядерную архитектуру; таким образом, параллелизм обработки гарантируется двумя процессорами, способными выполнять разные полезные задачи. Полезной практикой является отображение буферов обмена в домене общей мощности D3 (всегда доступном для ЦП), чтобы поддерживать общую память доступной для одного CPU, пока другой находится в режиме пониженного энергопотребления.

Мультипроцессорная архитектура гетерогенного шлюза показана на Рисунке 1.

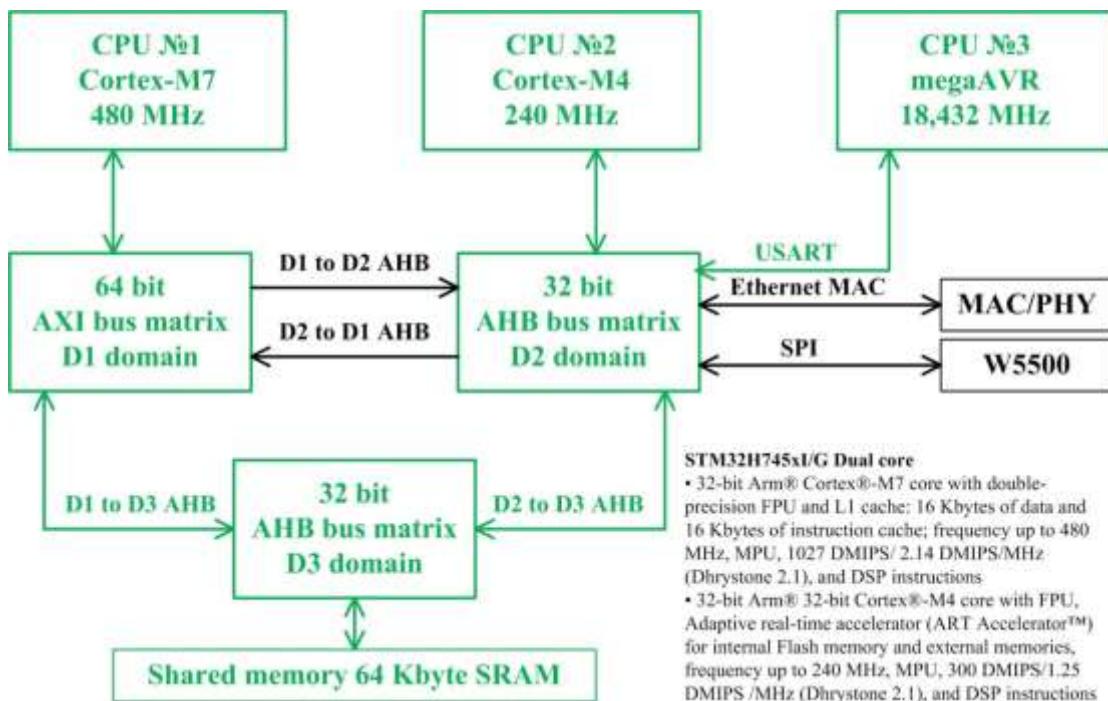


Рисунок 1 – Мультипроцессорная архитектура гетерогенного шлюза

Процессор CPU №1 с тактовой частотой 480 МГц предназначен для сопоставления различных протоколов, приложений и служб ПoT друг с другом, что является сложной вычислительной задачей. Процессор CPU №2 с тактовой частотой 240 МГц предназначен для обеспечения внешних интерфейсов гетерогенного шлюза, в том числе два интерфейса Ethernet: один через встроенный в процессор Ethernet MAC модуль и внешнюю микросхему MAC/PHY, второй – через микросхему W5500 класса IOcP (Internet Offload co-Processor), управляемую по интерфейсу SPI. Процессор CPU №3 с тактовой частотой 18,432 МГц связан с CPU №2 по интерфейсу USART и предназначен для контроля питания гетерогенного шлюза и ведения внутреннего журнала тревог и событий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дозорцев, В. М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Ч. 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников? // Автоматизация в промышленности. 2020. – № 9. – С. 3–11.
2. Дозорцев, В. М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Ч. 2. Ключевые технологии цифровых двойников. Типы моделирования физического объекта // Автоматизация в промышленности. 2020. – № 11. – С. 3–10.
3. Дозорцев, В. М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Ч. 3. Прикладные платформы, практические примеры, прогнозы развития, вызовы. // Автоматизация в промышленности. 2021. – № 1. – С. 3–12.
4. Радищевская, Т. А. Гетерогенный шлюз для промышленного интернета вещей // Проблемы инфокоммуникаций. – 2021. – № 2 (14). – С. 84–90.
5. Q.3055 : Signalling protocol for heterogeneous Internet of things gateways [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.itu.int/rec/T-REC-Q.3055-201912-I/en>. – Дата доступа : 14.09.2022.
6. OpenAMP платформа с открытым кодом обеспечивающая связь между Linux, RTOS и приложениями Bare Metal в гетерогенных встраиваемых системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cnx-software.ru/2016/01/27/openamp-open-source-framework-provides-the-glue-between-linux-rtos-and-bare-metal-apps-in-heterogeneous-socs/>. – Дата доступа : 14.09.2022.
7. STM32H745/755 and STM32H747/757 lines inter-processor communications [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.st.com/resource/en/application\\_note/an5617-stm32h745755-and-stm32h747757-lines-interprocessor-communications-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_note/an5617-stm32h745755-and-stm32h747757-lines-interprocessor-communications-stmicroelectronics.pdf). – Дата доступа : 14.09.2022.

## ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ВИДИМЫМ СВЕТОМ С МОДУЛЯЦИЕЙ ОДНОЙ НЕСУЩЕЙ С КОРРЕКЦИЕЙ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Исследование и сравнение производительности систем передачи информации с одной и несколькими несущими для связи видимым светом внутри помещений (VLC) рассматривается с точки зрения характеристик модуляции с одной несущей (SCFDE) и мультиплексированием с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).

Система SCFDE, в отличие от системы OFDM, не страдает высоким отношением пиковой мощности к средней мощности (PAPR). Также следует учесть влияние смещения светодиода на производительность систем OFDM.

OFDM используется, как правило, для борьбы с интерференцией, вызванной многолучевым распространением. OFDM может использовать выравнивание очень низкой сложности с однократными эквалайзерами в частотной области и позволяет производить адаптивную модуляцию и распределение мощности.

Существует два метода OFDM для VLC системы, использующие модуляцию интенсивности и прямое обнаружение (IM/DD): DC-OFDM и ACO-OFDM.

ACO-OFDM более эффективен с точки зрения оптической мощности, чем системы, использующие смещение постоянного тока, поскольку он использует большой динамический диапазон светодиода.

ACO-OFDM – это форма OFDM, которая модулирует интенсивность светодиода, потому что используется IM/DD, а передаваемый сигнал во временной области должен быть реальным и положительным.

SCFDE – это специальный метод, который совместим с любым из методов OFDM.

ACO-SCFDE и ACO-OFDM одинаковы, за исключением того, что в ACO-SCFDE используется дополнительное L/4-точечное быстрое преобразование Фурье (БПФ) и обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ) в передатчике и приемнике соответственно, что приводит к передаче с одной несущей вместо нескольких несущих.

SCFDE имеет более низкий PAPR и лучшую производительность битовых ошибок (BER) чем его аналог OFDM, если сигнал передается через нелинейный светодиод.

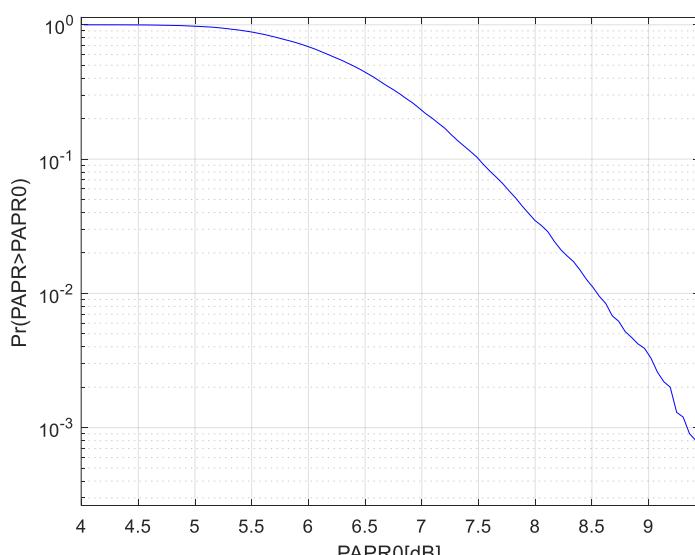


Рисунок 1 – Сравнение CCDF PAPR ACO-SCFDE 64QAM

PAPR определяется как максимальная мощность передаваемого сигнала, разделенная на среднюю мощность:

$$PAPR = \frac{\max s^2(n)}{E(s^2(n))}$$

Из-за большого количества поднесущих и случаев конструктивного их сочетания, OFDM-системы имеют большой динамический диапазон и демонстрируют очень высокий PAPR. Таким образом, сигнал OFDM будет урезан, при прохождении через нелинейный светодиод на стороне передатчика, что приводит к ухудшению производительности. SCFDE может использоваться как многообещающая альтернативная методика для снижения PAPR и борьбы с влиянием нелинейных характеристик светодиода.

PAPR обычно представлен в виде дополнительной функции кумулятивного распределения (CCDF), которая является вероятностью того, что PAPR выше определенного значения  $PAPR_0$ , то есть  $\Pr(PAPR > PAPR_0)$ .

Рисунок 1 иллюстрирует CCDF PAPR, рассчитанный для ACO-SCFDE 64QAM.

На рисунке 2 представлена характеристика BER для ACO-OFDM 64QAM.

Как показывают результаты, SCFDE демонстрирует лучшую производительность BER в многолучевом оптическом канале.

С помощью моделирования показано, что система SCFDE имеет более низкий PAPR чем его аналог системы OFDM и поэтому является многообещающим методом модуляции для внутренних систем VLC.

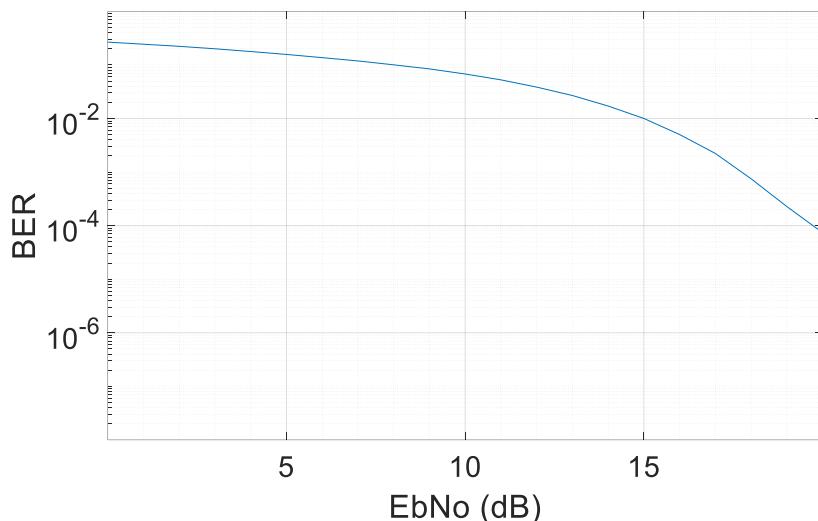


Рисунок 2 – Производительность BER ACO-OFDM 64QAM

Также рассмотрена производительность систем OFDM для различных точек смещения и показано, что значительный выигрыш может быть достигнут путем смещения светодиода к оптимальному значению.

Е.И.АРТЁМЕНКО, А.М.КУЗЬМИЦКИЙ

## БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОРГАНИЗАТОР СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

Внедрение использования беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в выполнение мероприятий, направленных на повышение эффективности применения сил и средств внутренних войск МВД Республики Беларусь и создания условий для успешного выполнения стоящих перед ними служебно-боевых задач нашло свое главное применение в таком виде боевого обеспечения, как разведка.

Также к областям применения можно отнести: охранение, маскировку, создание 3D-фотограмметрических моделей, ретрансляцию радиосигналов, противодействие БЛА правонарушителям, постановку прицельных помех, специальные, ударные, звуковещательные задачи, а также освещение района выполнения задач и поисковые задачи.

БЛА применяются при оказании содействия органам внутренних дел в охране общественного порядка, обеспечении общественной безопасности, охране [1]. Достаточно эффективными БЛА оказываются при участии в розыске лиц, совершивших побег из-под охраны и надзора в исправительных учреждениях, от войсковых караулов при конвоировании.

При возникновении обстоятельств, представляющих угрозу безопасности граждан, деятельности организаций и общественному порядку, а также в интересах обороны Республики Беларусь, внутренние войска могут привлекаться для выполнения других задач.

В ходе выполнения задач применяются, как правило, БЛА мульти rotorного типа, использующие открытые каналы связи и управления. Предлагается к реализации следующий способ создать надежную и защищенную подсеть на основе общедоступных ненадежных сетей.

Для передачи данных от источника (беспилотный летательный аппарат) к получателю (оперативный ситуационный штаб, войсковая оперативная группа, оперативная группа, командир) необходимо построить группу устройств связи, которые объединены между собой при помощи каналов передачи данных [2].

Информация представляется, как правило, в видео-формате, что требует больших объемов и высокой пропускной способности линий передачи данных. Также сюда входят коммуникационные устройства, гарантирующие обмен сообщениями между конечными устройствами.

В качестве линий передачи данных предлагается использовать:

от БЛА до базовой станции WiFi/4G/LTE радиоканал;

от базовой станции до получателя – волоконно-оптические и 4G/LTE радиоканал.

В качестве аппаратуры передачи данных предлагается использовать:

от БЛА до базовой станции – WiFi/4G/LTE роутер.

от базовой станции до получателя – базовые станции и центры обработки данных провайдеров подвижной электросвязи Республики Беларусь.

Функциональное взаимодействие потребителей информации (ОСШ, ВОГ, ОГ) с отправителем (БЛА) осуществляется через медиа сервер в сети Интернет.

С целью обеспечения безопасного и надежного соединения между БЛА и получателем через существующие общедоступные сети (A1, МТС, Лайф) трафик маршрутизируется через VPN сервер. Вариант структуры сети передачи данных показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вариант структуры сети передачи данных

Рекомендуемая архитектура сети передачи данных позволит создать надежную и защищенную подсеть на основе общедоступных ненадежных сетей А1, МТС, Лайф, а также обеспечить приемлемую скорость передачи данных.

Статья обсуждена на заседании кафедры протокол № 7 от 23 мая 2022 года и рекомендована к включению в сборник научных статей курсантов учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь».

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Об утверждении Устава служебно-боевой деятельности внутренних войск МВД Республики Беларусь : приказ МВД Республики Беларусь, 28 мая 2015 г. № 46 дсп. // В редакции приказа МВД Республики Беларусь, 26 октября 2017 г., № 70 дсп.

2. Наставление по службе штабов внутренних войск МВД Республики Беларусь: приказ командующего внутренними войсками МВД Республики Беларусь, 08.октября 2007 г. № 109дсп.

О.А.ТОЛКАЧЁВ<sup>1</sup>, Е.В.НОВИКОВ<sup>1</sup>

## **МИКРОИЗГИБЫ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА КАК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г.Минск, Республика Беларусь

В настоящее время волоконно-оптические кабели широко применяются не только в системах связи, но и в системах мониторинга состояния различных объектов. В последних оптическое волокно используется как в качестве линии передачи данных, так и в качестве чувствительного элемента, способного реагировать на внешние воздействия.

Используя оптическое волокно, входящее в состав волоконно-оптического кабеля, можно создавать датчики для измерения большого спектра физических величин, в том числе механических воздействий [1]. Широко используются такие датчики в системах защиты объектов хозяйствования от проникновения.

Оптоволоконные датчики, использующие для съема информации о внешнем воздействии эффекты, возникающие в оптоволокне при создании в нем изгибов, чаще всего строятся на основе макроизгиба оптических волокон. Вместе с тем весьма интересным является и использование микроизгиба оптического волокна в системах мониторинга.

Например, в работе [2] представленный разработанный аппаратно-программный комплекс для идентификации геотехнического состояния горных выработок, который позволяет фиксировать увеличение давления на горную выработку по зонам.

Физической основой создания датчиков давления в рассматриваемой разработке является регистрация изменения коэффициента преломления при микроизгибе оптического волокна типа G 652. По результатам практического применения этого комплекса рекомендовано использовать оптическое волокно с длиной волны 1310 нм.

Вместе с тем следует отметить, что микроизгиб, в отличие от макроизгиба, значительно реже используется в качестве рабочего элемента датчика, что связано с особенностями параметров микроизгиба оптического волокна.

Микроизгибы представляют собой резкие, но микроскопические искривления в оптическом волокне, влекущие местные осевые смещения на несколько микрометров и пространственные волны длиной в несколько миллиметров. Микроизгибы могут быть обусловлены термическими напряжениями и механическими силами, действующими на кабель.

Изгибы, которые можно отнести к «микроизгибам», обычно имеют радиус < 3 мм и могут рассматриваться как случайная величина с некоторым распределением амплитуд. Спектральная плотность мощности (СПМ) микроизгибов как случайного процесса вдоль волокна, а также профиль показателя преломления, геометрия волокна и его волноводные свойства определяют чувствительность волокна к микроизгибам и позволяют предсказать вносимое ими затухание.

Микроизгибы качественно отличаются от макроизгибов. Воздействия больших амплитуд (> 3 мм) вызывают макроизгибы. Воздействия малых амплитуд (< 200 мкм) обычно мало влияют на затухание. Пространственный диапазон в пределах от 0,2 до 3 мм наиболее критичен для микроизгибов, поскольку они могут взаимодействовать с оболочечными модами и деформировать сердцевину.

Возникающие при управляемом формировании микроизгибов эффекты могут оказаться весьма интересными с точки зрения разработки датчиков на базе оптоволокна.

В частности, согласно [3], длина корреляции для смешения двух мод должна быть приблизительно равна отношению длины волны к разности показателей преломления сердцевины и оболочки.

Следующее уравнение показывает возможные способы повышения устойчивости волокна к микроизгибам [4]:

$$Y = N(h^2) \frac{a^4}{b^6 \Delta^3} \left( \frac{E}{E_r} \right)$$

где  $Y$  – вызванное микроизгибами увеличение затухания,  $N$  – число скачков средней высоты  $h$  на единицу длины,  $b$  – диаметр волокна,  $a$  – радиус сердцевины,  $\Delta$  – относительная разность показателей преломления, а  $E_r$  и  $E$  – модули упругости волокна и его покрытия, соответственно.

Из приведенного соотношения видно, что радиус сердцевины и разность показателей преломления сильно влияют на чувствительность волокна к микроизгибам.

Таким образом, анализ литературных источников позволяет утверждать, что основным эффектом, который сопровождает появление искусственно сформированных или естественным образом возникших микроизгибов, является увеличение коэффициента затухания излучения в волокне, которое может носить избирательный по длине волны характер.

Вместе с тем нельзя исключать и выход излучения за пределы волокна, хотя и выраженный в значительно меньшей степени, чем это свойственно появлению макроизгибов.

Рассмотренные особенности определили конструкцию механического держателя для формирования регулируемых микроизгибов, а также позволили сформулировать требования к конструкции экспериментальной установки для регистрации мощности оптического излучения, выводимой за пределы оптического волокна в области наличия микро- и макроизгиба.

При создании установки учитывалась возможность ее использования для проведения экспериментов с многодатчиковыми распределенными структурами, а также учитывалась возможность проведения исследований по совместному использованию систем мониторинга и систем передачи данных на базе оптоволокна.

Конструкция используемого формирователя микроизгибов приведена на рисунке 1.

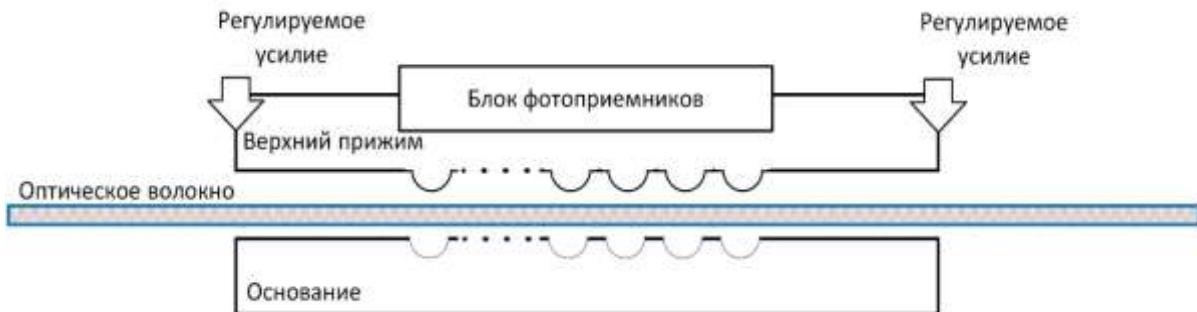


Рисунок 1 – Конструкция используемого формирователя микроизгибов

Формирователь состоит из основания и верхней прижимающей панели, на которых сформированы гребенки канавок и выступов соответственно размером 2 мм. Количество гребней равно 10. Оптическое волокно размещается между основанием и верхней панелью. Верхняя панель при этом с регулируемым усилием прижимает волокно к основанию, создавая на участке волокна набор микроизгибов.

Верхняя панель выполнена из прозрачного для исследуемого диапазона длин волн пластика, что позволяет контролировать наличие покидающего волокно на участке микроизгиба излучения.

Отметим при этом, чточитывающий фотоприемник должен иметь достаточно большую фоточувствительную площадку.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. Под ред. Э. Удда Москва : Техносфера, 2008. – 520 с. ISBN 978-5-94836-191-8.
2. Мехтиев, А.Д. Физические основы создания датчиков давления на основе изменения коэффициента преломления света при микроизгибе оптического волокна / А. Д. Мехтиев, А. В. Юрченко, Е. Г. Нешина [и др.] // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2020. – Т. 63, № 2. – С. 129–136.

3. Microdeformation losses of single-mode fibers / D. Marcuse // Applied Optics, 1984. – Vol. 23 – № 7.
4. Model of Distortion Losses in Cabled Optical Fibers / R. Olshansky // Appl. Opt., 1975. – Vol. 14. – № 20.

В.О.КАЗЮЧИЦ<sup>1</sup>, С.М.БОРОВИКОВ<sup>1</sup>, А.В.БУДНИК<sup>2</sup>

## **МЕТОДИКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ПО ЭВРИСТИЧЕСКИМ МОДЕЛЯМ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Методика разработана учреждением образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в рамках выполнения договора с ОАО «ИНТЕГРАЛ» о научно-техническом сотрудничестве №2049 от 20 мая 2020 г. на выполнение научно-исследовательской работы по разработке методики прогнозирования надежности полупроводниковых приборов большой мощности по значениям их информативных параметров в начальный момент времени.

Методика предназначена для применения ее к полупроводниковым приборам, прошедших выходной контроль в условиях производства и признанных годными к использованию в составе электронной аппаратуры. Использование методики позволит получать выборки однотипных полупроводниковых приборов повышенного уровня надежности.

Текст методики устанавливает принципы, правила и порядок процедуры прогнозирования индивидуальной надежности однотипных полупроводниковых приборов (ППП), прошедших в условиях производства контроль ОТК или ведомственной технической службы, и признанных годными к эксплуатации согласно соответствующим нормативно-техническим документам.

Прогнозирование индивидуальной надежности ППП осуществляется в начальный момент времени (до передачи потребителю). Решение об уровне надежности принимается в виде прогнозирования класса работоспособности ППП для заданной наработки ( $K_1$  – класс работоспособных,  $K_0$  – класс неработоспособных экземпляров). В качестве заданной наработки может рассматриваться гарантированная наработка, приводимая в технических условиях на ППП рассматриваемого типа, или наработка, указываемая конкретным потребителем. Решение о классе экземпляра, к которому экземпляр будет принадлежать для заданной наработки, принимается путем измерения у конкретного экземпляра информативных параметров и обработки их по определенному правилу – прогнозирующему правилу. Это правило для однотипных ППП получают заблаговременно один раз, выполняя обучающий эксперимент (ОЭ) и обрабатывая его результаты.

Методика регламентирует правила и методы проведения ОЭ, указывает алгоритм обработки результатов обучающего эксперимента и получения прогнозирующего правила (модели прогнозирования). Полученное прогнозирующее правило используется для прогнозирования индивидуальной надежности однотипных экземпляров, не принимавших участия в обучающем эксперименте.

Решение задачи индивидуального прогнозирования по информативным параметрам условно можно разбить на два этапа [1–3]:

- получение модели прогнозирования с использованием обучающей выборки;
- применение модели прогнозирования для разделения на классы с точки зрения работоспособности тех экземпляров, которые не принимали участия в ОЭ, т.е. не являлись представителями обучающей выборки.

Отличительной особенностью методики является то, что значения информативных параметров, измеренные у конкретного экземпляра в начальный момент времени, преобразуются в кодовые сигналы: 1 (единица), 0 (ноль) и  $R$ . Преобразование в код поясняется рисунком 1 на примере электрического параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  – напряжения насыщения коллектор–эмиттер [4].

Если информативный параметр  $x_i$  попадает в область между средними значениями (математическими ожиданиями)  $m_1$  и  $m_0$ , полученными отдельно для экземпляров классов  $K_1$  и  $K_0$ , то ему присваивается код  $\tau_i = R$  (от английского слова Range – диапазон). Областям за пределами

указанного диапазона присваивается код  $\tau_i = 1$  (единица) или  $\tau_i = 0$  (нуль) в зависимости от закономерности информативного параметра. Причем преобразование выполняется так, что код  $\tau = 1$  в основном будет соответствовать экземплярам класса  $K_1$ , код  $\tau = 0$  – экземплярам класса  $K_0$ .

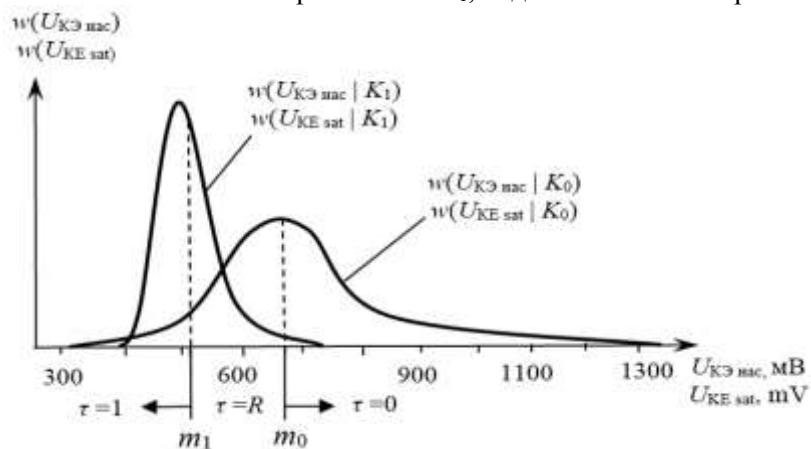


Рисунок 1 – Преобразование информативного параметра в код (на примере электрического параметра  $U_{КЭ нас}$ )

Полученная по результатам обучающего эксперимента эвристическая модель прогнозирования надежности представляется простой логической таблицей, показывающей, каким комбинациям кодовых сигналов должен соответствовать прогноз о принадлежности прогнозируемого экземпляра, к классу  $K_1$  или же к классу  $K_0$  (в зависимости от цели прогнозирования).

Возможный вид логической таблицы для экземпляров класса  $K_1$  на примере использования трех информативных параметров показан на рисунке 2.

Сочетание кодовых сигналов $\tau_i$			Класс экземпляра по прогнозу	Сочетание кодовых сигналов $\tau_i$			Класс экземпляра по прогнозу
$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$		$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	
1	1	1	$K_1$	1	$R$	$R$	$K_1$
1	1	$R$	$K_1$	$R$	$R$	$R$	$K_1$
1	$R$	1	$K_1$	1	1	0	$K_1$
$R$	1	1	$K_1$	1	0	1	$K_1$
$R$	$R$	1	$K_1$	0	1	1	$K_1$
$R$	1	$R$	$K_1$	–	–	–	–

Рисунок 2 – Модель прогнозирования в виде логической таблицы для класса  $K_1$

Основное достоинство методики. После получения эвристической модели в виде логической таблицы применение модели для прогнозирования надежности (класса работоспособности новых экземпляров (тех, что не принимали участия в ОЭ) проводится без выполнения математических расчетов: только измерение информативных параметров, преобразование их в кодовые сигналы и поиск в логической таблице полученной комбинации кодовых сигналов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Прогнозирование надежности биполярных транзисторов для электронных устройств систем телекоммуникаций / В.О. Казючиц, С.М. Боровиков, А.В. Будник, Е.Н. Шнейдеров // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2021. – С. 245–247.
- Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадежных изделий электронной техники: монография / С. М. Боровиков. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
- Прогнозирование надежности изделий электронной техники / С.М. Боровиков, И.Н. Цырельчук, Е.Н. Шнейдеров, А.И. Бересневич. – Минск : МГВРК. 2010. – 308 с.

4. Казючиц, В. О. Эвристическая модель прогнозирования работоспособности полупроводниковых приборов / В.О. Казючиц, С.М. Боровиков, Е.Н. Шнейдеров // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20. – № 1. – С. 92–100.

Н.И.КАБАК

## **ПОСТРОЕНИЯ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА 5G С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН SUI**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Под построением эталонной модели сети сотовой связи будем понимать процесс определения требуемого количества базовых станций (БС) заданных типов для оказания на заданной территории заданных услуг сотовой связи с заданным качеством для заданного количества абонентов. В отличие от проектирования сети сотовой связи, при построении эталонной модели сети не определяются конкретные точки установки БС, а вместо конкретных значений высоты антенн и излучаемой мощности базовых и абонентских станций используются их максимальные или средние значения. При построении эталонной модели сети сотовой связи должны использоваться современные методы оценки площади зон обслуживания и пропускной способности БС, в результате чего требуемое количество БС эталонной модели будет незначительно отличаться от реального количества БС, установленных при проектировании и развертывании сети сотовой связи. Это обстоятельство позволяет использовать результаты построения эталонной модели сети сотовой связи для оценки затрат на развертывание этой сети, для оценки эффективности использования радиочастотного спектра операторами сотовой связи, а также для определения размера платы за выделение и использование радиочастотного спектра [1].

Задача выбора полос радиочастот для развертывания сетей сотовой связи стандарта 5G в Республике Беларусь рассматривалась в работе [2]. Сценарии развертывания сетей 5G могут обеспечиваться различными диапазонами радиочастот. Чем ниже диапазон радиочастот, тем меньше потери при распространении радиоволн и тем больше радиус покрытия базовых станций. С другой стороны, на высоких радиочастотах доступны более широкие диапазоны спектра, что значительно повышает пропускную способность сети. С учетом мировых тенденций выделения радиочастотного спектра для построения сети сотовой связи стандарта 5G, рекомендаций производителей оборудования и 3GPP, а также наличия доступного радиочастотного спектра в Республике Беларусь и работ по его освобождению, для создания сети 5G на территории Республики Беларусь можно предложить использовать следующие полосы радиочастот:

в полосе радиочастот 694-790 МГц – непрерывный блок радиочастотного спектра шириной 20 МГц. Данная полоса радиочастот будет использоваться радиоэлектронными средствами стандарта 5G для обеспечения «коврового» покрытия территории Республики Беларусь;

в полосе радиочастот 3,4-3,8 ГГц – непрерывный блок радиочастотного спектра шириной 100 МГц. Данная полоса радиочастот будет использоваться радиоэлектронными средствами стандарта 5G для обеспечения покрытия и пропускной способности (емкости сети) в городах Республики Беларусь;

в полосе радиочастот 24,25-27,5 ГГц – непрерывный блок радиочастотного спектра шириной 400 МГц. Данная полоса радиочастот будет использоваться радиоэлектронными средствами стандарта 5G для увеличения пропускной способности (емкости сети) внутри зданий и сооружений. Использование полосы радиочастот 24,25-27,5 ГГц зависит от необходимости получения услуг внутри помещений, и обеспечивает сверхскоростные радиочастотные каналы, крупномасштабные mMTC, и особенно услуги URLLC.

При проектировании сетей 5G необходимо учитывать влияние всевозможных факторов распространения радиоволн на параметры передающего и принимаемого сигнала. Основными параметрами для расчета нагрузки сети являются мощность передатчика базовой станции, чувствительность базовой станции и станции абонентов, высота антенны базовой станции, рельеф зоны обслуживания базовой станции и потери в каналах базовая станция-абонент в зависимости от рельефа местности. При отсутствии информации о размере, типе и форме помех наиболее

эффективным инструментом определения потерь сигнала мобильной связи является использование эмпирических моделей распространения сигнала систем сотовой связи.

Анализ существующих работ о применении эмпирических моделей распространения сигнала систем сотовой связи показал, что модели Ли, Окамуры-Хата, Уолфиша-Икегами могут успешно применяться при планировании систем мобильной связи с различными недостатками для каждой модели. Данные модели подходят в первую очередь для сотовых систем связи, в которых передающая антenna расположена на базовой станции (БС), а приемная антenna на абонентской станции (АС). В большинстве случаев предполагается, что антenna БС должна возвышаться над крышами соседних зданий. В существующих научных работах, а также в рекомендациях МСЭ-Р [3] говорится, что перечисленные модели не могут использоваться для планирования сетей сотовой связи 5G вследствие того, что диапазон их ограничен частотами до 2 ГГц. Кроме этого, ни одна из рассмотренных моделей не дает достоверных результатов в случае низко расположенных передающих антенн, а в сетях пятого поколения активно используются пикосоты, антенны БС которых могут быть расположены на высоте не более 2 метров.

Для расчета и моделирования распространения сигнала систем сотовой связи с учетом коэффициента застройки в диапазоне 3,4-3,8 ГГц может использоваться известная эмпирическая модель Stanford University Interim (SUI). Модель SUI была разработана группой 802.16 IEEE совместно со Стэнфордским университетом [4], она является расширением модели Хата с параметрами коррекции для частот выше 1900 МГц. Модель SUI предлагается в качестве решения для планирования сетей сотовой связи в полосе 3,5 ГГц – 11 ГГц для различных типов местности.

Рассматривая влияние рельефа местности на качество сигнала, можно выделить три категории местности:

- 1) А – горная местность, большая растительность или плотная городская застройка с большим количеством препятствий, вследствие чего наблюдаются большие затухания;
- 2) В – горная местность и редкая растительность или пригородная зона с разновысотными постройками;
- 3) С – плоский рельеф и редкая растительность или сельская местность с малым количеством препятствий, наблюдаются наименьшие затухания.

В таблице 1 описаны эти разные ландшафты и разные факторы, используемые в модели SUI.

Таблица 1 – Различные категории местности и их параметры

Параметры	Местность А	Местность В	Местность С
a	4,6	4	3,6
b(1/m)	0,0075	0,0065	0,005
c(m)	12,6	17.1	20

Расчет потерь производится по формуле [5]:

$$P_L = A + 10\gamma \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_f + X_{\square} + s, \quad (1)$$

где  $P_L$  представляет потери в тракте в дБ,  $d$  – расстояние между передатчиком и приемником,  $d_0$  – эталонное расстояние (здесь его значение равно 100),  $X_f$  – коэффициент частотной коррекции,  $X_{\square}$  – поправочный коэффициент для высоты БС,  $s$  – затенение,  $\gamma$  – составляющая потеря на трассе, которая выражается в виде

$$\gamma = a - b \square_b + \frac{c}{\square_b}, \quad (2)$$

где  $\square_b$  – высота базовой станции,  $a$ ,  $b$  и  $c$  – параметры местности, значения выбираются из приведенной выше таблицы.

$$A = 20 \log\left(\frac{4\pi d_0}{\lambda}\right), \quad (3)$$

где  $A$  – потери на пути в свободном пространстве,  $d_0$  — расстояние между Tx и Rx,  $\lambda$  – длина волны. Поправочные коэффициенты для частоты и высоты базовой станции:

$$X_f = 6 \log\left(\frac{f}{2000}\right), \quad (4)$$

$$X_h = -10.8 \log\left(\frac{h_r}{2000}\right), \quad (5)$$

где  $f$  – частота в МГц,  $\square_r$  – высота антенны приемника. Это выражение используется для типов местности А и В. Для местности С используется выражение

$$X_{\square} = -20 \log \left( \frac{\square_r}{2000} \right), \quad (6)$$

$$s = 0.65(\log f)^2 - 1.3 \log(f) + \alpha. \quad (7)$$

Здесь  $\alpha = 5,2$  дБ для сельской и пригородной среды (местность А и В) и 6,6 дБ для городской среды (местность С).

Использование поправочных коэффициентов в формуле (2) необходимо для получения более точных результатов для категорий местности А, В, С.

Анализ модели канального распространения сигналов SUI позволяет сделать однозначный вывод о возможности применения ее при решении задач оптимальной расстановки базовых станций в сетях 5G, для обеспечения требуемых показателей качества связи. Применение данной модели возможно вследствие того, что она может работать на частотах выше 2 ГГц и высоте антенн более 2 м. Эти характеристики соизмеримы с характеристиками работы сети мобильной связи 5G, которая работает в частотных диапазонах выше 3,5 ГГц и активно используются пикосотовые с высотой подвеса антенн до 5 м.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лакизо, П. Ю. Построение эталонных моделей сетей сотовой связи стандартов GSM и UMTS / П. Ю. Лакизо, А. А. Карпук, Н. И. Кабак // Проблемы инфокоммуникаций. – 2021. – № 2(14). – С. 12–19.
2. Кабак, Н. И. Выбор полос радиочастотного спектра для построения сетей сотовой связи стандарта 5G в Республике Беларусь / Н. И. Кабак, Ю. С. Гойко, А. А. Карпук // Беларусь – страна успешного предпринимательства: динамика, вызовы, поиск новых направлений: материалы XII студенческой научно-практической конференции (20 марта 2020 г.) / редкол.: В.В. Шевердов [и др.]. – Минск : УО «Институт предпринимательской деятельности», 2020. – С. 38–40.
3. Попов, В. И. Математические модели и алгоритмы распространения радиоволн в сотовых сетях мобильной связи / В. И. Попов, В. А. Скуднов, А. С. Васильев // Евразийский Союз Ученых. – 2016. – № 3 (24). – С. 68–80.
4. Erceg, V. Channel models for fixed wireless applications / V. Erceg, K.V.S. Hari, et al. // Tech. Rep. IEEE 802.16a-03/01, June 2003.
5. Сборник научных трудов ДОНИЖТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-modeli-rasprostranenii-radiovoln-sui-dlya-resheniya-zadach-postroeniya-setey-sotovoy-svyazi-5g/viewer>. –Дата доступа : 03.08.2022.

С.М.БОРОВИКОВ<sup>1</sup>, А.В.БУДНИК<sup>2</sup>, Е.В.КАЛИТА<sup>1</sup>, А.И.БЕРЕСНЕВИЧ<sup>1</sup>

#### МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ АППАРАТУРЫ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Обеспечение эксплуатационной надежности электронных устройств систем телекоммуникаций методами прогнозирования надежности комплектующих элементов является важной технической задачей. В работе [1] показано, как можно прогнозировать надежность полупроводниковых приборов большой мощности по внезапным отказам. Для электронной аппаратуры систем телекоммуникаций длительного функционирования актуальным является также индивидуальное прогнозирование надежности полупроводниковых приборов по постепенным отказам. Одним из подходов к обеспечению высокой надежности электронной аппаратуры длительного функционирования является отбор экземпляров, отвечающих требованию по постепенным отказам. Способом, с помощью которого можно выполнить отбор экземпляров, отвечающих требованиям по надежности, является метод имитационных воздействий [2]. Для практического применения этого метода необходимо с помощью предварительных исследований выборки транзисторов интересующего типа получить

имитационную модель, показывающую какой заданной наработке  $t$  соответствует уровень фактора  $F$ , выбранного в качестве имитационного воздействия  $F_{\text{им}}$ :

$$F_{\text{им}} = f(t), \quad (1)$$

где  $f$  – символ функциональной связи.

Для прогнозирования возможного постепенного отказа и отбора экземпляров, отвечающих требованию по надежности, вначале по модели (1) необходимо рассчитать имитационное значение фактора  $F$  для заданной наработки  $t_3$ . После этого у контролируемого (прогнозируемого) экземпляра измеряют значение интересующего функционального электрического параметра  $P$ . Результат измерения рассматривают в качестве прогноза параметра  $P$  для заданной наработки  $t_3$ . Сравнивая полученное прогнозное значение  $P$  с нормой документации или требованиями заказчика, принимают решение о соответствии или несоответствии контролируемого экземпляра (транзистора) требованию по постепенным отказам для наработки  $t_3$ .

В работе [3] было показано, что использование температуры в качестве имитационного воздействия имеет очевидные недостатки и ограничения. В работе [4] обосновывается возможность использования в качестве имитационных факторов параметров электрической нагрузки транзисторов: тока коллектора или обратного напряжения коллектор-эмиттер. При этом следует различать понятия «рабочие ток и напряжение» и «имитационные их уровни». Имитационные уровни используют для получения информации о том, какое прогнозное значение будет иметь функциональный электрический параметр для заданной длительной наработки при работе транзистора в выбранном рабочем режиме работы электрической схемы. Возможность использования тока коллектора в качестве имитационного воздействия показана на примере биполярных транзисторов большой мощности типа КТ872А. В данном случае ток коллектора рассматривался в роли имитационного воздействия. Решение о соответствии транзисторов требованию по постепенным отказам принималось по функциональному электрическому параметру  $U_{\text{КЭнас}}$  – напряжению насыщения коллектор-эмиттер.

Для получения модели (1) экспериментально с помощью предварительных исследований выборки транзисторов объемом 100 экземпляров (ее называют обучающей выборкой) были получены зависимости параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  от импульсного тока коллектора  $I_{\text{K}}$  и наработки  $t$ . Зависимость параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  от тока коллектора  $I_{\text{K}}$  приняла вид [4]

$$U_{\text{КЭнас}} = 21,4 \cdot (I_{\text{K}})^{1,63} + 67, \text{ мВ}, \quad (2)$$

где ток коллектора  $I_{\text{K}}$  должен подставляться в амперах.

Для получения зависимости параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  от наработки  $t$  в выбранном рабочем режиме были проведены ускоренные форсированные испытания экземпляров обучающей выборки. Эти испытания описаны в [5]. Полученная зависимость приняла вид

$$U_{\text{КЭнас}} = 2,19 \cdot \sqrt{t} + 605, \text{ мВ}, \quad (3)$$

где наработка  $t$  должна подставляться в часах.

Модель (3) описывает изменение параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  применительно к рабочему режиму транзисторов, указанному в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры рабочего режима транзисторов типа КТ872А

Параметр, величина	Значение
1. Постоянная мощность, рассеиваемая коллектором $P$ , Вт	30
2. Напряжение коллектор-эмиттер $U_{\text{КЭ}}$ , В	150
3. Средний ток коллектора $I_{\text{K}}$ , А	0,2
4. Максимальная температура окружающей среды (корпуса транзистора) $T_{\text{ср}}$ , °C	+55
5. Интересующая длительная наработка $t$ , ч	15 000

Используя зависимости (2) и (3), получена имитационная модель

$$I_{\text{Ким}} = \left( 0,102\sqrt{t} + 25,14 \right)^{0,6135}, \text{ А.} \quad (4)$$

Имитационная модель (4) может быть использована для индивидуального прогнозирования значения параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  и, следовательно, возможных постепенных отказов для заданной наработки  $t$ . Наработка  $t$  должна подставляться в модель (4) в часах. Например, для заданной наработки  $t_3 = 20\ 000$  ч по модели (4) находим  $I_{\text{Ким}} = 9,55$  А. Предположим, что измерение параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  у конкретного экземпляра при этом импульсном токе коллектора дало результат  $U_{\text{КЭнас}} = 936$  мВ. Сравнивая это значение с нормой (не более 1000 мВ) делаем вывод, что данный экземпляр для наработки 20 000 ч будет отвечать требованию надежности по постепенным отказам.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прогнозирование надежности биполярных транзисторов для электронных устройств систем телекоммуникаций / В. О. Казючиц, С. М. Боровиков, А. В. Будник, Е. Н. Шнейдеров // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2021. – С. 245–247.
2. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадежных изделий электронной техники: монография / С. М. Боровиков. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
3. Калита, Е. В. Выбор имитационных факторов для моделирования постепенных отказов биполярных транзисторов большой мощности / Е. В. Калита, А. И. Бересневич, С. М. Боровиков // Современные средства связи : материалы 21–22 октября 2021 года Минск, Республика Беларусь / Белорусская государственная академия связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2021.
4. Боровиков, С. М. Моделирование электрического параметра транзисторов при прогнозировании их надежности методом имитационных воздействий / С. М. Боровиков, Е. В. Калита, А. И. Бересневич // Интернаука. – 2022. – № 7 (230). – Ч. 2. – С. 25–30.
5. Ускоренные испытания транзисторов большой мощности на длительную наработку при решении задач прогнозирования их надежности методом имитационных воздействий = Accelerated Testing of High Power Transistors for Long Operation when Solving Problems of Prediction of their Reliability by the Method of Imitation Simulation / В. О Казючиц, Е. В. Калита, С. М. Боровиков, А. И. Бересневич // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 36–43. – DOI : <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-20-4-36-43>.

F.H.MAMMADOV<sup>1</sup>, N.Ch.GARAYEV<sup>1</sup>

#### FRACTAL TRAFFIC ANALYSIS IN NGN NETWORKS

<sup>1</sup>Azerbaijan Technical University, Baku, Republic of Azerbaijan

The construction of correlation links between time intervals between packets, as well as the fact that the correlation coefficient between these intervals is different from zero, has resulted in the further complication of traffic characteristics during the development of NGN networks and the transmission of traffic on these networks. These factors also have an impact on the complexity of the time intervals in the packet processing unit. At the time, a traffic feature was noted on a fairly regular basis, frequently comparable to itself. The fractal approach provided by the American mathematician Benoit Mandelbrot is deemed more suited for the mathematical description of this form of traffic [1].

According to this idea, a self-similar multiplicity is one that consists of numerous components that are identically comparable to one another. However, the self-similarity of network traffic does not adequately reflect the fractal's nature. A fractal's key characteristic is that its size does not match to known geometrical representations based on the idea of topological size, and it is characterized by geometrical "sparseness". As a result, the idea of a particular fractal dimension suggested by Hausdorff and Besicovitch [1,2] is employed to study these fractal properties. The Hurst parameter, which characterizes the time series, is frequently connected with the fractal dimension (D), which is theoretically stated as:

$$H = 2 - D, \quad (1)$$

This formula is correct for time series with a Gaussian distribution, but it is approximate for other distributions. According to H Mandelbrot's technique, the Hurst parameter may be stated as follows [3]:

$$R/S = (aN)^H, \quad H = \log(R/S)/\log(aN), \quad (2)$$

where S- mean square rotation of the observation series, R- the accumulated rotation range, N- the number of observation intervals ( $N \rightarrow \infty$ ), a-a constant number,  $a > 0$  (Hurst calculated this number as  $a \approx 0,5$  empirically for short-term natural phenomena).

The following formula may be used to compute the mean square rotation (S) of the observation series:

$$S = \sqrt{(1/N) \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2},$$

where  $Y$ - time series,  $\bar{Y}$ - is the average value of a series of observations during N period, which is calculated by the following formula:

$$\bar{Y} = (1/N) \sum_{i=1}^N Y_i.$$

The cumulative rotation range (R) is the most essential component of the Hurst parameter (H) and is calculated using the formula below [3,4]:

$$R = \max_{1 \leq k \leq N} (\Delta Y_k) - \min_{1 \leq k \leq N} (\Delta Y_k),$$

where  $\Delta Y_k$ - is the cumulative return of the Y series from the average value of  $\bar{Y}$ , which can be written as:

$$\Delta Y_k = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}).$$

The formula  $R / S$  (2) may be used to calculate the ratio of the cumulative rotation range R to the mean square rotation S of the observation series:

$$\log R/S = H \log N + \log a.$$

The change of the Hurst parameter's H value in the range of 0÷1 implies the following:

1. When the Hurst parameter is set to  $H = 0,5$ , the observed time series is referred to as "Brown motion," and the observations are independent of one another and have a Gaussian distribution. At this point, earlier events have no bearing on later occurrences.

2. When the Hurst parameter varies between  $0 < H < 0,5$ , "reversion to the center" happens, which means that each future event is directed in the opposite direction as the preceding ones. In this situation, the time series is found to be extremely noisy.

3. The observations are not independent when the Hurst parameter is  $H > 0,5$ , i.e., the farther the Hurst parameter is from 0.5, the stronger is the effect of previous events on future occurrences. At this point, a long-term memory is formed in which the substantial effect of events on one another is seen, resulting in fractal time series describing network traffic.

The time series  $X(t)$ , measured in packets and bytes at time t, is used to investigate the link between the random process's self-similar features and the attributes of random time intervals. If we take the random time series  $X(t)$  to be stationary with the correlation function  $B(k) = B(t_1 - t_2)$ , we can write this function as follows [5]:

$$B(t_1 - t_2) = E([X(t_1)-m].[X(t_2)-m]),$$

where  $m = E(X(t))$ ,  $\sigma^2 = E(X(t) - m)^2$ .

The Hurst parameter is varied in the interval  $0,5 < H < 1$  and the correlation function  $B(k)$  is determined using the following formula:

$$B(k) = (\sigma^2/2)((k-1)^{2H} - 2k^{2H} + (k+1)^{2H}),$$

the random process  $X(t)$  is considered a secondary self-similar process.

A secondary self-similar process demonstrates that the form of the correlation function is preserved after time series integration. In this scenario, the beginning and combined time series have the same finite size probability distributions.

The following are the qualities of a self-similar time series:

1. When the Hurst parameter is  $H > 0,5$ , the time series become reliant on one other, resulting in process memory. In this case, the correlation function gradually decreases and is specified by the formula:

$$B(k) = k^{(2H-2)}L(k),$$

where  $L(k)$  - is a slowly decreasing function.

The correlation function is a non - summable function, i.e.,  $\sum_k B(k) \rightarrow \infty$ , which indicates the long-term dependency of a self-similar time series. Long-term reliance causes traffic to reach its peak when the pace of packets arriving at a network node equals the capacity to release. As a result, network buffer overflows, packet loss, and packet delays within the packet handler can occur.

2. A self-similar process with long-term dependency has a one-dimensional distribution with a "heavy tail." The Pareto distribution, which belongs to the "heavy tail" distribution, is one example of this. The following formula [4] determines the density probability of the Pareto distribution:

$$W = \alpha\beta^\alpha/x^{\alpha+1}, \alpha > 0, \beta > 0, x > 0.$$

where  $\alpha$  - the shape parameter of the Pareto distribution,  $\beta$ - is the parameter that determines the minimum value of the random variable x.

The integral function of the Pareto distribution is equal to [4]:

$$W(x) = 1 - (\beta/x)^\alpha,$$

The most used condition in the study of NGN network traffic is  $m = \alpha\beta/(\alpha - 1)$  with a finite average of  $1 < \alpha < 2$ .

#### LITERATURE

1. Mirzakulova, Sh. A. Development of algorithms for managing information flows arriving at the port of an Ethernet switch : Monograph / Sh. A. Mirzakulov. – Almaty : 2017. – 195 p.
2. Taradaev S.A., K.A. Bohan. Analysis of the properties of traffic self-similarity in the Asterisk network// Kharkiv : Information processing systems, – 2012. – № 2 (100). – P. 222–227.
3. Glavatsky, S. P. Statistical analysis of traffic in social networks // Odessa : Scientific Work ONAZ after O.S. Popov, – 2013, – № 2. – P. 94–99.
4. Bichenovi Nana. Calculation of hurst exponent for dynamics of cost of the company. Transactions. Georgian Technical University. Automated Control Systems. – № 1(19), 2015. – P. 42–45.
5. Morgailov, D.D., Ladyzhensky, Yu.V., Yunis, M. Modeling of self-similar input traffic of network processors in the NS-2 system // Proceedings of the Eighth International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists. "Computer science and computer technologies", – Donetsk, DonNTU : September 18-19, – 2012, – P. 232–239.

S.A.DJEBRALIOVA

## QUALITY OF SERVICE EVALUATION IN IP-NETWORKS

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan Republic

**Introduction.** When evaluating the quality of services in IP telephony networks, it must be taken into account that the requirements for network characteristics on the part of data applications and applications related to voice transmission are significantly different. To assess the quality of voice transmission in IP-telephony networks, there are various methods, each of which differs in estimation algorithms and parameters for evaluation and the actual evaluation scale.

**Classification of quality assessment methods.** To assess the quality of voice transmission in IP networks, it is necessary to conduct a comparative analysis of various approaches. And determine which method evaluates, taking into account the impact that the network and the terminal have [1-5].

**Subjective quality assessment methods** are based on the statistical processing of the results of the work of a certain large number of expert listeners. These estimates significantly depend on the age and gender of the speaker, the speed of pronunciation of phrases, and other circumstances. Tests in obtaining subjective assessments are carried out with imitation of real conditions, for example, extraneous noise, background speech of other people, etc. The quantitative results of these tests reflect the average quality, the level of effort of the listener, intelligibility, naturalness of sound. The most widely used subjective quality assessment technique is described in ITU Recommendation R.800 and is known as the Mean Opinion Score (MOS) technique [1,5]. In accordance with it, the speech quality obtained when a signal passes from the speaker (source) through the communication system to the listener (receiver) is estimated as an arithmetic average of all ratings given by experts after listening to the transmission path being tested.

The basis of the objective method is the so-called E-model, which is associated with the measurement of the characteristics of terminals and networks. After the creation of the E-model, a large number of tests were carried out, in which the level of influence of distorting network factors changed. The data from these tests were used in the E-model to calculate objective scores. The result of calculations in accordance with the E-model is a number called the R-factor (rating coefficient). The E-model is a multi-criteria assessment of the quality of transmitted speech in IP networks and the R-factor is determined according to it in the range of values from 0 to 100, where 100 corresponds to the highest level of quality. But the theoretical value of the R-factor decreases from 100 to 93.2, which corresponds to an MOS (Mean Opinion Score) of 4.4.

In practice, the value of the R-factor varies from 0 to 93.2, which corresponds to a change in MOS scores from 1 to 4.4. The R-factor value is determined by the following formula [1]:

$$R = R_0 - I_c - I_d - I_e + A,$$

where  $R_0=93.2$  is the initial value of the R-factor;  $I_c$ -distortions introduced by codecs and noise in the channel;  $I_d$ -distortion due to the total end-to-end delay ("end-to-end") in the network;  $I_e$ -distortion introduced by the equipment, including packet loss;  $A$ - is the so-called advantage factor.

*Psychoacoustic quality assessment* methods take into account the peculiarities of human perception of

sound in general and speech in particular. The peculiarity of these methods is that only the subjective quality of the signal is evaluated using hardware and software. Thus, they are more related to objective methods, but are built on the basis of the characteristics of the subjective perception of sound by a person. The goal of any speech quality assessment method is to achieve a high degree of correlation with subjective-statistical tests, which are still the most accurate assessment of speech quality. Most of the methods are based on comparing the original and encoded signals using some psychoacoustic model. Using this method, the degree of visibility of distortions in the coded signal for a person is estimated. The psychoacoustic model converts the sound signal into its internal representation from the point of view of the human hearing aid, which is compared with the internal representation of the original signal.

The most common is the PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) assessment, defined in ITU-T Recommendation P.862 [5]. It is an *objective method* for determining the quality of voice communication in telephone systems, which predicts the results of the subjective assessment of the quality of this type of communication by expert listeners. To determine the quality of speech transmission in PESQ, a comparison of the input, or reference, signal with its distorted version at the output of the communication system is provided.

**The main qualitative and quantitative characteristics of quality assessment.** The result of comparing the input and output signals is a link quality score that is similar to the average subjective MOS score. The resulting PESQ scores are then calibrated using a huge database of MOS scores. To compare the methods described above, it is necessary to set parameters that affect the level of voice distortion, the naturalness of its sound, and the delays introduced by the network and the terminal. Therefore, in order to compare quality assessment methods, it is necessary to select parameters that can be used to evaluate the provided voice transmission services, as well as network and terminal parameters for a certain quality class.

The main quantitative characteristics are the overall rating of transmission quality, speech quality perceived by the listener and end-to-end delay [1].

The MOS method gives an assessment of the absence or presence of echo, voice distortion, end-to-end delay, an overall assessment of speech quality, as a subjective assessment of experts. This score is formed as an arithmetic average, where the main evaluation parameters are: intelligibility, natural sounding of the voice and the level of effort of the listener. This technique is not applicable to the mathematical comparison model and, as a result, does not make it possible to identify the influence of any individual factor.

From this point of view, the E-model method and PESQ can be considered. The E-model characterizes almost all selected parameters, except for the assessment of speech quality directly by the listener. This method evaluates the distortions introduced by the terminals and the network each separately.

When calculating the R-factor, many parameters are taken into account, the main of which are unidirectional delay, packet loss ratio, data loss due to jitter buffer overflow, distortion introduced during the conversion of an analog signal into a digital signal and subsequent compression (signal processing in codecs), the influence echo, total end-to-end delay (end-to-end), and equipment distortion. The PESQ score takes into account the following factors i.e. coding distortion, transmission errors, packet loss, packet delay time and jitter, and signal filtering in analog network components. But at the same time, its assessment does not include some factors that depend on the parameters of the network and speech perception, i.e. change in the network signal level, the presence of an echo signal and round trip delay. It follows from this that the PESQ score is similar to the E-model, but estimates fewer network factors [1,3].

Tabl. 1. Comparative characteristics of quality assessment methods

Factors	MOS	E – model	PESQ
The total delay in the transmission of voice information between subscribers	-	+	+
Connection establishment time	-	+	-
Packet Loss Probability	-	+	+
Voice distortion level	+	+	+
Absence or presence of echo	+	+	-
Distortion introduced by codecs	-	+	+
Overall rating of transmission quality	+	+	+
The quality of speech perceived by the listener	+	-	-
End to end delay	-	+	-

**Conclusion.** Thus, the MOS estimation technique gives an unambiguous assessment of the quality, but it is impossible to detect specific parameters that do not correspond to the characteristics of the network

classes. Also, when changing the parameters of networks, terminals, coding, etc., a re-set of a group of experts will be required, which is a time-consuming process. E-model and PESQ estimation methods more accurately relate the quality of the transmitted speech to the classes of services and networks provided, point to specific parameters that can be improved. Their evaluation depends on the codec used in the tests, therefore, when changing codecs, the quality evaluation must be repeated. From the point of view of the parameters used, the E-model is a more accurate method for assessing the quality of transmitted speech.

Literature

1. Yanovsky, G. G. Evaluation of the quality of speech transmission in IP networks / Communication Bulletin – № 2. – M., 2008. – S. 1–16.
2. Goldstein. B. S. IP telephony. / B. S. Goldstein, A. V. Pinchuk, A. L. Sukhovitsky. – M. : Radio and communication, 2003. – 336 p.
3. Kovtsur, M. M. IP telephony security protocols. / M M. Kovtsur // First Mile. – 2012. – № 5. – C. 18–26.
4. ITU-T Rec. P.800.
5. ITU-T Rec. P.862.

Д.Ю.ОЛЕЙНИК<sup>1,2</sup>

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СВЧ И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Авиационная инспекция», г. Минск, Республика Беларусь

Экспериментальные исследования поверхностного плазмообразования при совместном воздействии СВЧ и лазерного излучения (далее – ЛИ) начинались с определения плотности потока энергии излучения, падающего на зеркальную антенну, от СВЧ излучателя. Длительность СВЧ импульса составляла 4 мкс, скважность – 250, несущая частота 12 ГГц. Импульсная мощность приходящего на зеркальную антенну СВЧ излучения составила 130 кВт/м<sup>2</sup>. Напряженность электрического поля в фокусе зеркальной антенны составила 83,2 кВ/м. Плотность потока энергии СВЧ излучения, приходящая на поверхность зеркальной антенны, составила в импульсе 6,5 Вт/см<sup>2</sup>. Уровень накачки лазера 45,0 Дж.

Определение условий инициирования плазмообразования на мишени при воздействии только СВЧ излучения выполнялось при максимальной мощности СВЧ излучателя в фокусе зеркальной антенны, при которой напряженность электрического поля составила 83,2 кВ/м. В этих условиях при помещении вакуумной камеры с мишенью в фокусе зеркальной антенны и включении СВЧ излучателя было обнаружено возникновение плазменного образования при давлении 15 мм ртутного столба (15 Торр).

Полученные экспериментальные данные [1] хорошо согласуются с известными из литературы [2] только при использовании значения напряженности электрического поля в фокусе зеркальной антенны 83,2 кВ/м. При небольшом повышении давления до 18-20 Торр самопроизвольное поджигание приповерхностной плазмы под действием только СВЧ излучения прекращалось.

С целью установления порогов инициирования приповерхностного плазмообразования при совместном воздействием СВЧ и ЛИ, в зависимости от давления воздуха, были выполнены экспериментальные исследования при двух значениях напряженности электрического поля СВЧ излучения 45 и 83 кВ/м.

Анализ полученных данных свидетельствует о существенном снижении (трехкратном как минимум) порога инициирования приповерхностного СВЧ разряда при совместном воздействии СВЧ и ЛИ в условиях пониженного давления воздуха в интервале от 10 до 60 Торр. С учетом установленных порогов лазерного инициирования устойчивого приповерхностного плазмообразования на алюминиевой мишени при давлении воздуха 30 и 60 Торр, поддерживаемого СВЧ излучением, и аппроксимации полученных экспериментальных данных на атмосферное давление можно сделать оценку необходимой напряженности электрического поля СВЧ излучения для повторения этих экспериментов в нормальных атмосферных условиях. Такая оценка приводит к высокому значению напряженности электрического поля СВЧ излучения ~ 1 МВ/м.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исследование воздействия сверхвысокочастотного и лазерного излучения, токонесущих плазменных потоков на радиоэлектронные устройства, в том числе в защитной оболочке: отчет о НИР (заключ.) / ИФ НАН Беларусь; рук. А.Н. Чумаков. – Минск, 2010. – 176 с. – № ГР 20066301.
2. СВЧ разряды высокого давления / Г. М. Батанов и др. // Тр. ФИАН. – 1985. – Т. 160. – С. 174.

В.Г.ШЕВЧУК<sup>1</sup>, А.В.ВЕСЕЛОВ<sup>2</sup>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ТЕСТИРОВАНИЯ И УЧЕТА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ДИСТАНЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Полоцкая дистанция сигнализации и связи Витебского отделения Белорусской железной дороги, г. Полоцк, Республика Беларусь

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на три категории. К электроприемникам первой категории относятся устройства, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Устройства технологической связи (УТС) Белорусской железной дороги относятся к потребителям особой группы электроприемников первой категории электроснабжения [1]. В качестве третьего независимого источника питания в них применяются источники вторичного электроснабжения (ИВЭ) 24 В, 48 В, 60 В с аккумуляторными батареями различных типов. В настоящее время основным типом АКБ в ИВЭ УТС являются необслуживаемые свинцовые АКБ с номинальным напряжением 12 В. На крупных станциях в линейно-аппаратных залах (ЛАЗ) для обеспечения требуемой длительности автономной работы устройств связи и передачи данных могут применяться необслуживаемые свинцовые АКБ с номинальным напряжением 2 В. Как правило, такие АКБ имеют номинальную емкость 200 А·ч и более.

На рисунках 1 и 2 представлены структура и число ИВЭ и АКБ необслуживаемого типа в хозяйстве сигнализации и связи Белорусской железной дороги.

Всего в настоящее время на Белорусской железной дороге находится в эксплуатации 837 устройств электропитания и 3101 АКБ необслуживаемого типа.

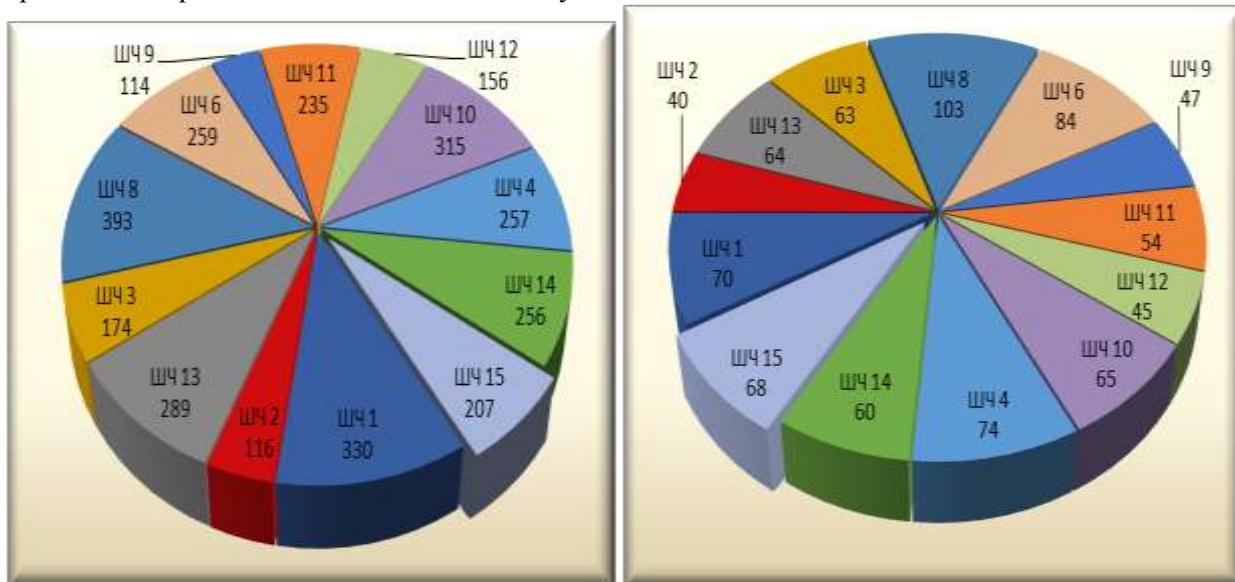


Рисунок 1 – АКБ в системах питания аппаратуры связи в хозяйстве сигнализации и связи

Рисунок 2 – ИВЭ устройств связи в хозяйстве сигнализации и связи

Основными видами работ при плановом техническом обслуживании АКБ персоналом ШЧ являются [2]:

- 1 Внешний осмотр и очистка АКБ, проверка надежности болтовых соединений.
- 2 Контроль рабочего напряжения и температурного режима АКБ и каждого элемента, входящего в нее.
- 3 Измерение сопротивления изоляции аккумуляторной батареи относительно земли.
- 4 Контрольный разряд/заряд АКБ для контроля состояния и определения фактической (резервной или остаточной) емкости. По величине остаточной емкости производится оценка технического состояния батареи и степень деградации ее элементов.

Измерение фактической емкости АКБ должно производиться один раз в год путем контрольного разряда АКБ в течение 10 ч постоянным током при постоянном контроле напряжения на АКБ. При этом, при ручном измерении параметров измерение напряжения и тока производятся ежечасно, в последний час разряда – каждые 15 мин, а при достижении определенного значения напряжения (11,3 В для АКБ с номинальным напряжением 12 В) постоянно с фиксацией результатов тестирования. После окончания тестирования, результаты работы оформляются протоколом на каждую батарею.

Для исправных, полностью заряженных АКБ цикл тестирования составляет не менее 10 часов, без учета времени на подготовку схемы тестирования, восстановления рабочей схемы питания после окончания тестирования и оформления результатов контрольного разряда и значительно превышает установленную продолжительность рабочего времени 8 часов для линейного персонала ШЧ.

При этом в соответствии с [3] типовые нормы времени на выполнение контрольного разряда одной АКБ составляют 1,58 чел·ч в год.

Таким образом, единственным способом организации контрольного разряда АКБ с выполнением всех технических требований [2], без превышения норм времени, установленных [3] и соблюдением режима труда и отдыха персонала является применение автоматизированных разрядных устройств.

Промышленные устройства, позволяющие автоматизировать процесс разряда, обеспечивающие постоянное значение разрядного тока в течение всего цикла разряда имеют высокую стоимость, представлены в только зарубежными изделиями.

Наряду с высокой стоимостью подобные устройства, как правило, предназначены для проверки только батарей номинальным напряжением 12 В, имеют дискретную регулировку разрядного тока и не производят фиксацию промежуточных результатов измерений для возможности последующего формирования протоколов установленной формы.

Разработанное автоматизированное устройство (рисунки 3) реализует все выше перечисленные функции, а также позволяет существенно снизить затраты труда обслуживающего персонала.

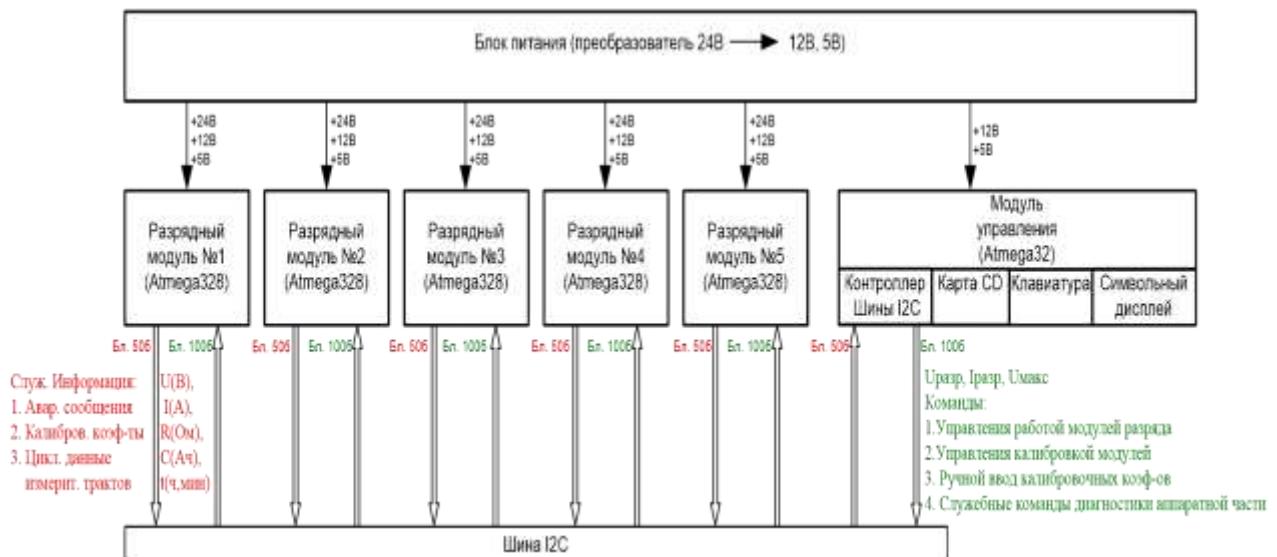


Рисунок 3 – Структурная схема разрядного устройства

Тестирование каждого аккумулятора выполняется отдельным модулем на базе ОМК Atmega328. Задание параметров тестирования, протоколирование и управление работой устройства выполняет

модуль на базе ОМК Atmega32. Проектирование и отладка разрядного устройства полностью произведены в среде Proteus VSM.

Разработанный аппаратно-программный комплекс введен в эксплуатацию в Полоцкой дистанции сигнализации и связи в 2019 г. Снижение трудозатрат по контролю АКБ в Полоцкой дистанции сигнализации и связи составило 113,8 ч в год.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Правила устройства электроустановок // Издание шестое переработанное с изменениями и дополнениями – Минск, «ЭНЕРГОПРЕСС», 2011. – 542 с.
2. Технологические карты по техническому обслуживанию электропитающих устройств связи // Белорусская железная дорога, 2016. – 37 с.
3. Типовые нормы времени на техническое обслуживание электропитающих устройств связи // Приказ начальника Белорусской железной дороги от 22.06.2017, № 192Н.

В.Г.ШЕВЧУК<sup>1</sup>, А.Н.БЕЛЬСКИЙ<sup>2</sup>

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ (PON) ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕГОННОЙ, АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ПЕРЕГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Служба сигнализации и связи Белорусской железной дороги, г. Минск, Республика Беларусь

Перегонная связь (ПГС) предназначена для служебных переговоров работников различных подразделений железнодорожной дороги, находящихся на перегоне, с дежурными раздельных пунктов, ограничивающих перегон, поездным диспетчером и энергодиспетчерами, диспетчерами дистанций пути, сигнализации и связи, а в экстренной ситуации – с диспетчерами отделения, управления и работниками МЧС.

Проведение плановых проверок, а также ремонтно-восстановительных работ в различных точках перегона может влиять на процесс движения поездов по перегону, вплоть до прекращения его на определенное время (закрытие перегона). Для ведения переговоров по всем организационно-техническим вопросам, связанным с выполнением проверочных или ремонтно-восстановительных работ, и служит ПГС [1].

Технология PON – это современный подход к организации связи с протяженными удаленными объектами [2]. Технология PON позволяет построить сеть без активных ретрансляторов, что повышает ее надежность и делает минимальной стоимость. Показано как с минимальными затратами обойти недостаток классических сетей PON – отсутствие или сложность резервирования применимо к протяженным линейным сетям доступа на объектах Государственного объединения «Белорусская железная дорога».

При проектировании сетей ПГС на базе технологии GPON необходимо проработать все аспекты организации системы доступа FTTx сети для поддержки услуг, которые будут предоставляться конечным пользователям сети [3].

Данные решения являются наиболее эффективными при применении в системе ИЦС (Интегрированная цифровая система технологической связи). Решения могут использоваться как при новом строительстве ИЦС, так и при дооснащении существующих систем связи. Решения основаны на применении технологии GPON (стандарт ITU-T G.984).

PON является эффективным решением для рассылки видео данных, благодаря своей топологии «точка-мультиточка». Широковещательное видео, аналоговое или цифровое добавляется в поток с разделением по времени (TDM). Позволяет иметь возможность предоставления трех видов информации (согласно концепции Triple Play) – голоса, видео и данных (рисунок 1).

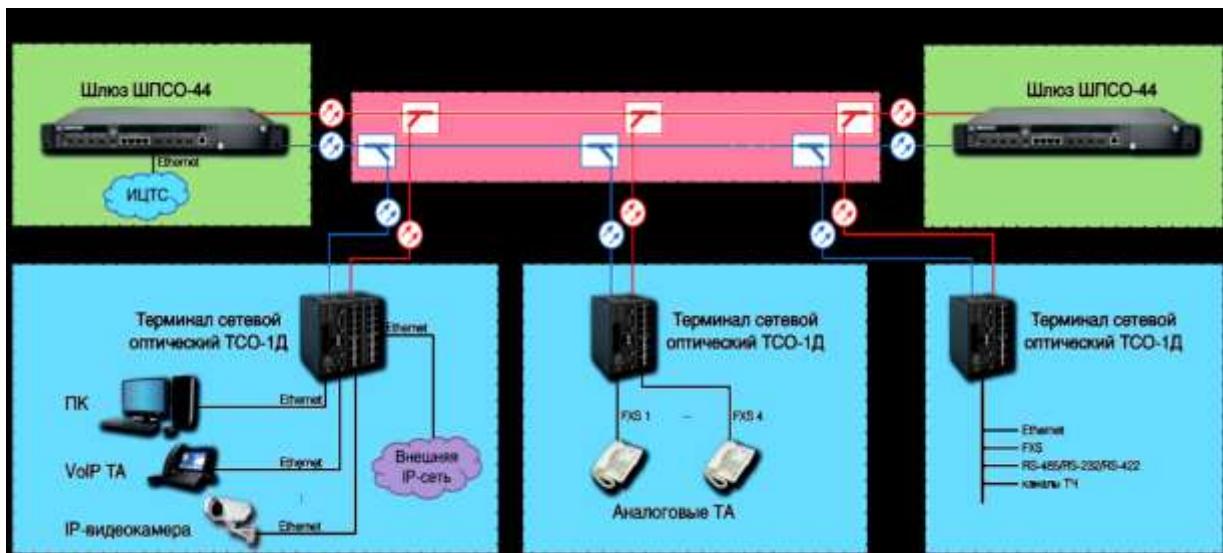


Рисунок 1 – Схема транспортной сети

Соответственно кроме предоставления голосовых видов связи сети ПГС, имеется возможность передачи видеоинформации с переездов и мест нахождения шкафов автоблокировки. Структурная схема сети связи с применением технологии GPON приведена на рисунке 2.

В качестве абонентских терминалов ONT могут использоваться трубы перегонной связи. Набор номера возможен шлейфными импульсами и в режиме DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency – режим цифрового двухтонального многочастотного набора). На оборудовании ONT расположено два порта, к одному из которых подключается линия перегонной связи, а на другом порту реализовано устройство управления тангентой.

Подключение к каналу диспетчерской связи соответствующей службы должно обеспечено набором номера кодом DTMF на телефонном аппарате ПГС или автоматически на заранее определенный диспетчерский канал через заданное время (до 30 с). При этом вызов диспетчера должен быть осуществлен голосом при подключении телефонного аппарата ПГС к групповому каналу сети.

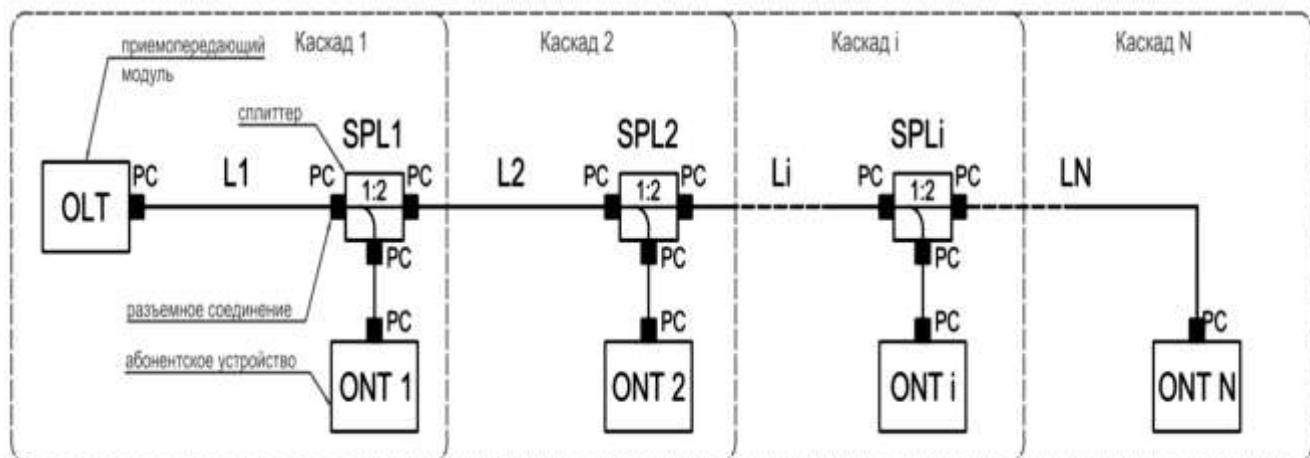


Рисунок 2 – Структурная схема сети связи с применением технологии GPON

Схема сети связи на перегоне построена по топологии «шина» с резервированием дублирующим трактом передачи, включает оборудование, которое необходимо для обеспечения связи ПГС на перегоне.

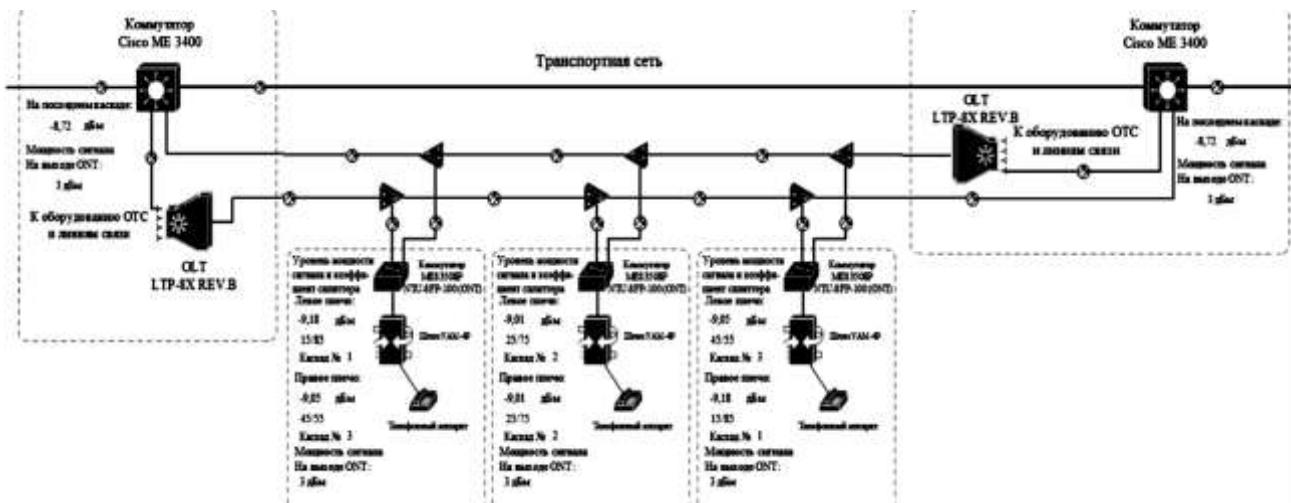


Рисунок 3 – Схема сети ПГС на перегоне

Станционное оборудование представлено центральным терминалом LTP-8X REV.B и коммутатором Cisco ME-3800X-24FS-M. Оборудование, установленное на перегоне, представляет собой промышленный коммутатор с SFP-модулем (small factor pluggable).

Для организации телефонной связи необходимо разместить на каждом OLT шлюз для взаимодействия с аналоговыми телефонами. Предлагается использовать шлюз YAM-4P, который предназначен для организации пакетной телефонной связи по протоколу SIP и имеет в своем составе четыре телефонных интерфейса FXS и два интерфейса Ethernet 10/100 IEEE802.3. Благодаря порту FXS к DVG-7111S может быть подключен обычный телефонный аппарат, что дает возможность совершать вызовы через сеть доступа, построенную по стандарту GPON. Порт FXO позволяет преобразовывать оцифрованный голосовой сигнал из IP-сети в аналоговый и передавать его пользователям аналоговых телефонных аппаратов.

В настоящее время реализация данных решений дала бы весомый эффект не только в разделе общественной безопасности, но и безопасности движения поездов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бельский, А. Н. Организация перегонной, аварийно-восстановительной и специальной связи на перегоне железной дороги с использованием технологии пассивных оптических сетей (GPON) / А. Н. Бельский, Научн. рук. доц. В. Г. Шевчук // Материалы VIII Международная научно-техническая конференция магистрантов ИТЭС 2022 «Иновации в технических и экономических системах», Гомель, 25-26 января 2022 года. [Электронный документ] – Гомель: БелГУТ, 2022. – С. 15.

2 Варданян, В. А. DWDM-SCM-PON-сети. Монография/ В. А. Варданян // Учебники для вузов. Специальная литература. / Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2020. – 304 с.

3 Попов, Д. А. Пассивные оптические сети для организации связи на перегоне / Д. А. Попов, А. С. Ванчиков, А. К. Канаев, В. В. Кренев// Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 3. – Москва : РЖД, 2012. – С. 6–10.

В.А.МАГЕРРАМОВ<sup>1</sup>, Т.М.МАНСУРОВ<sup>1</sup>

## ОБ ОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОММУТАЦИИ И МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

<sup>1</sup>Азербайджанский Технический Университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

**Введение.** В процессе разработки волоконно-оптических сетей связи приходится сталкиваться с рядом сложных научно-технических проблем. Одной из них является создание быстродействующих разветвителей оптических потоков, выполняющие функции как оптического коммутатора, так и мультиплексора информационных потоков, обеспечивающих требуемую точность пространственной модуляции, либо спектральной селекции потока и тем самым стабилизацию положения оптического потока в фокальной поверхности приемника или передатчика оптической информации [1,2].

Известно, что главным достоинством оптоволоконных сетей является их практически неограниченная пропускная способность. Практическая ценность этого свойства заключается в возможности многократного увеличения скорости передачи информации по оптоволоконным каналам связи в глобальном масштабе. И это делает исследования в области оптических сетей весьма актуальными и перспективными.

Помимо важной задачи совершенствования параметров и конструкций магистральных волоконно-оптических кабелей не менее остро стоит вопрос создания надежных и доступных по стоимости коммутаторов оптических сигналов, без которых невозможно построение разветвленных оптических сетей [3].

Коммутаторы – одни из наиболее важных узлов систем передачи информации, построенных на основе иерархических структур. Без них практически невозможно осуществлять автоматическое управление перемещением потоков данных и вопросы мониторинга по разветвленной сети.

Огромное разнообразие применяемых в технике устройств, осуществляющих функцию коммутации оптических сигналов, определяется частными особенностями их применения в конкретном типе сети [4].

Одной из таких технологий предложенный нами, как принцип распределения ключей, на основе двунаправленной мультиплексирования информационных потоков рассмотрен в [2, 3]

Как известно основой построения полностью оптических сетей является создание принципиально новых схемных решений при коммутации и мультиплексировании информационных потоков.

На рис. 1 показано варианты схемных решений коммутации и мультиплексирования информационных потоков на основе подвижных Smart зеркал.

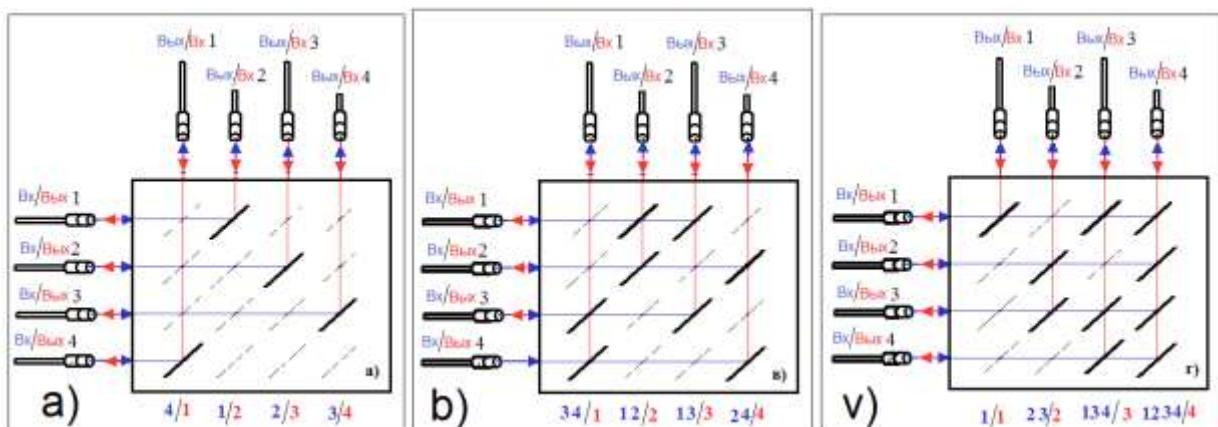


Рисунок 1 – Варианты коммутации и мультиплексирования информационных потоков на основе подвижных Smart зеркал

Подобные же коммутаторы и мультиплексоры может быть создан из собирающих оптических линзы в виде, показанном как на рис. 2. Все оптические фильтры изготовлены в виде полупрозрачное дихроическое зеркало работающие на избранном длине волны [3,4].

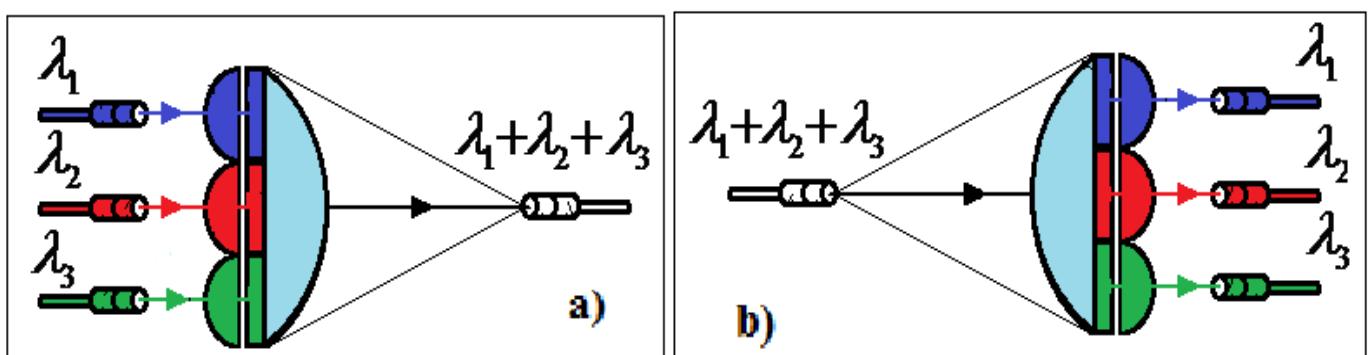


Рисунок 2 – Технология коммутация и мультиплексирования световых потоков на основе фокусирующих линз

**Заключение.** В работе показано, что возможность улучшения быстродействия коммутаторов при коммутации и мультиплексировании информационных потоков по сравнению с традиционными механическими коммутаторами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Магеррамов, В. А. Принцип оптического разветвителя / Материалы Международной НТК «Инновационные технологии в телекоммуникациях», Баку 4-6 декабря 2019. – С. 155–158.
2. Магеррамов, В. А. Польностью оптические сети на основе Smart зеркал // Научный журнал «Проблемы инфокоммуникаций» / В. А. Магеррамов. № 1(11), Минск, Беларусь, 2020. – С. 19–26.
3. Магеррамов, В. А., Мансуров, Т. М. Новый подход к построению польностью оптических сетей для квантовой системы передачи ключей шифрования / Материалы XXVI Международной НТК «Современные средства связи». 21–22 октября 2021 г. Минск, – Минск : Издательство «Поликрафт», 2022, № 1 (11). – С. 128–131.
4. Maharramov, V.A. All optical networks based on translucent mirrors / “Machine-building and Energy: New Concepts and Technologies” International Scientific-practical Conference, December 2-3, 2021, AzTU, Baku, Azerbaijan.

С.В.КИСЕЛЕВА<sup>1</sup>, А.Н.БЕЛЬСКИЙ<sup>2</sup>

#### АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ СЕТЕЙ ДОСТУПА ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Служба сигнализации и связи Белорусской железной дороги, г. Минск, Республика Беларусь

Сеть доступа (железнодорожной электросвязи) – это совокупность абонентских линий, вне зависимости от технического способа их организации, средств передачи и коммутации, обеспечивающих передачу информационных сигналов для пользователей, обмен служебными сигналами, поддержку показателей качества обслуживания при предоставлении услуг железнодорожной электросвязи между портом транспортной сети и сетевым интерфейсом каждого пользователя. Под портом транспортной сети в этом определении подразумевается порт оконечного (границочного) узла транспортной сети (Border Network Node– BNN) [1].

Существующая технологическая сеть связи ГО «БЖД» характеризуется наличием множества вторичных сетей и систем различного назначения. Каждая вторичная сеть имеет свою специфическую сеть доступа (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общая структура технологической сети связи

Во многих случаях места расположения пользователей различных сетей доступа территориально совпадают, т.е. такие сети доступа топологически параллельны. Наличие параллельных сетей доступа приводит к нерациональному использованию сетевых ресурсов.

Большинство существующих сетей доступа независимо от типа соответствующей вторичной сети в качестве физической среды передачи используют низкочастотные кабели с металлическими жилами и/или металлические провода (например, витые пары).

Состояние подземных кабелей, пары которых используются для организации доступа пользователей, расположенных в помещениях вне здания оконечного (границного) узла транспортной сети, не всегда имеют идеальное техническое состояние, тем более что нормативный срок службы большинства таких кабелей существенно превышен.

В таблице1 отражены объекты, охваченные сетями доступа, для условных крупных, средних и малых железнодорожных станций.

Таблица 1 – Объекты, охваченные сетями доступа на железнодорожных станциях.

Объекты	Железнодорожные станции		
	Крупные	Средние	Малые
Дом связи	+		
Пост ЭЦ	+	+	+
Горочный пост	+		
Товарная контора	+	+	
Вокзал	+	+	
Контрольный пост	+		
Подразделения инфраструктуры	+	+	+

Разделение станций на крупные, средние и малые имеет условный характер. Критерием такого разделения является наличие тех или иных видов обслуживаемых объектов. На реальных крупных и средних станциях может находиться по несколько однотипных объектов. Наличие таких территориально разнесенных объектов свидетельствует о том, что сети доступа могут быть протяженными и разветвленными.

Топология и физическое состояние существующих сетей доступа не обеспечивает достаточный уровень отказоустойчивости и не дает возможность организовать полноценное резервирование линий.

Наличие устаревшего оборудования (в том числе аналогового), трудность, а иногда и невозможность его дистанционного мониторинга требует наличия ЗИП и необходимых специалистов в местах установки оборудования. Низкая пропускная способность сетей доступа не позволяет обеспечить пользователей современными и перспективными сервисами.

Перечисленные выше факторы обуславливают дороговизну эксплуатации и наличие большого количества квалифицированного персонала на местах.

Указанные недостатки отражают технический уровень существующих сетей доступа. Устранение этих несоответствий в полной мере невозможно путем простого вывода из эксплуатации (отключения) поврежденных пар кабелей и простой заменой амортизированного оборудования на новое, такого же технологического уровня. Все это означает, что сети доступа требуют коренной перестройки

Организация цифровизации сети доступа на основе низкочастотных кабелей с металлическими жилами и/или на основе металлических проводов частично возможна с применением технологий xDSL.

Не все пары существующих линий пригодны для цифровизации на основе технологий xDSL, т.е. требуется предварительный отбор пар. Число линий доступа в процессе их цифровизации существенно уменьшится.

Альтернативным вариантом является создание оптической сети доступа с соответствующим расширением оптической платформы. Этот вариант требует относительно больших капитальных затрат, но позволяет существенно уменьшить эксплуатационные расходы.

Для организации сетей доступа на основе волоконно-оптических кабелей используется семейство технологий FTTx (Fiber To The x-point – волокно до точки x) [2]. Точка x – это точка перехода с оптического волокна на другую физическую среду передачи. Точка x может быть расположена на вводе в здание (building) – FTTb, в офис (office) – FTTo и т.д. (рисунок 2).

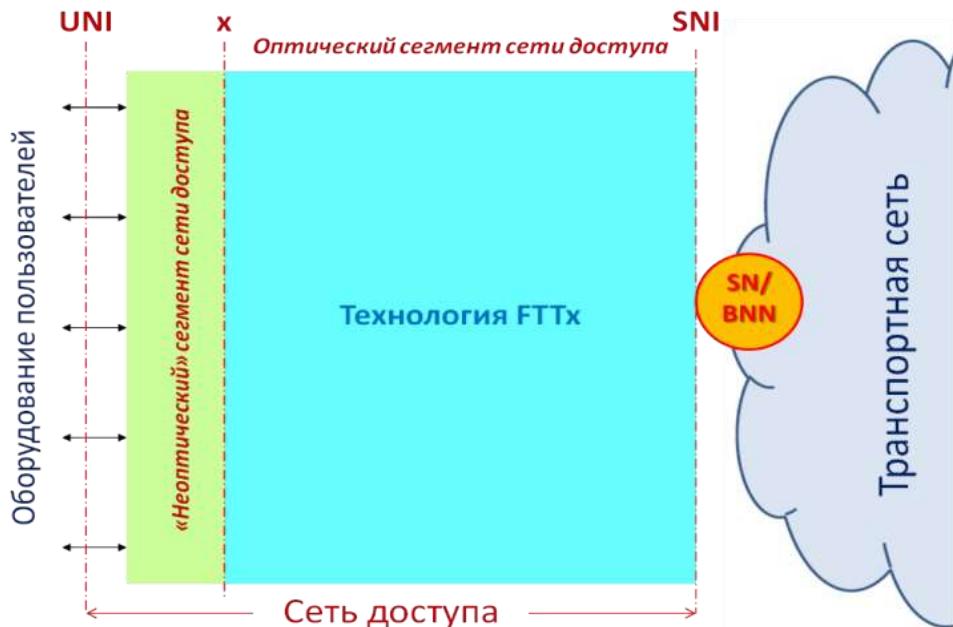


Рисунок 2 – Обобщенная схема сети доступа с применением технологии FTTx

Реализация новых решений в части развития сетей доступа обеспечит реализацию следующих эффектов:

- будет достигнута относительно низкая стоимость подключения группы абонентов за счет использования только одного ВОК;
- современное оборудование на базе IP позволит интегрировать сети доступа с транспортной сетью без лишних преобразований протокола, при этом будет обеспечено низкое энергопотребление;
- многократно увеличится пропускная способность за счет использования ВОК;
- появится возможность предоставления услуг связи на современном уровне.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 53953-2010 «Электросвязь железнодорожная. Термины и определения».
2. Будылдина, Н. В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных : учебное пособие / Н. В. Будылдина, В. П. Шувалова // Изд.: Горячая линия-Телеком. – 2016. – 343 с.

Т.А.РАДИШЕВСКАЯ<sup>1</sup>, В.А.РАДИШЕВСКИЙ<sup>2</sup>

## ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ И ВИРТУАЛЬНЫЙ ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ООО «НПП «Контактмодуль», г. Минск, Республика Беларусь

Промышленные предприятия все больше осознают значение цифровой трансформации, но при внедрении цифровых стратегий предприятия сталкиваются с противоречивыми решениями, не позволяющими одновременно повысить эффективность производства и уменьшить риски на заводе. В связи с этим возникают трудности определения наиболее эффективных технологий для предприятий. Виртуальный ввод в эксплуатацию (далее VC – Virtual Commissioning) и цифровые двойники (далее DT – Digital Twin) являются двумя наиболее часто используемыми терминами в контексте производственных инноваций, технологии которых обеспечивают моделирование и тестирование новых процессов в безрисковой среде.

Любое крупное производственное оборудование связано с процессом ввода в эксплуатацию, в ходе которого системы управления связаны с мехатронными системами. Слово мехатроника образовано из двух слов - механика и электроника. Этот термин в 1969 году предложил старший разработчик фирмы Yaskawa Electric Тецуро Мори. В 20 веке компания Yaskawa Electric

специализировалась на разработке и совершенствовании электроприводов и электродвигателей постоянного тока и в этом направлении достигла больших успехов. На этапе ввода в эксплуатацию сложные последовательности сигналов должны проходить логически и строго по графику. Затем неизбежно требуется время для решения вопросов, возникающих в связи с обеспечением связи между этими системами, что приводит к задержкам в осуществлении проектов. Так происходит виртуальный ввод в эксплуатацию. Это позволяет полностью имитировать логику управления и сигналы, которые в конечном итоге позволяют завершить работу системы управления. Проще говоря, VC – это практика использования виртуальной технологии моделирования для ввода в эксплуатацию – проектирования, установки или тестирования – управляющего программного обеспечения с моделью виртуальной машины, прежде чем вы подключите ее к реальной системе.

Хотя ввод в эксплуатацию является важной частью процесса, обычно он происходит довольно поздно в процессе разработки. И хотя на него приходится всего 25 % времени разработки, именно на этом этапе происходит большинство задержек [1]. На самом деле предсказано, что до 70 % задержек являются следствием ошибок в управляющем программном обеспечении [2]. Таким образом, цель использования VC – обеспечить раннюю проверку машинного кода. Это значительно снижает риск развертывания программы, содержащей ошибки. Наиболее трудоемкий аспект этапов ввода в эксплуатацию и ввода в эксплуатацию включает внедрение программного обеспечения или перепроектирование программного обеспечения. Таким образом, реализация VC также обеспечивает более высокое качество программного обеспечения и сокращает общее время ввода в эксплуатацию.

Виртуальный ввод в эксплуатацию был впервые представлен почти 20 лет назад как многообещающая техника для помощи в разработке машин [3]. С самого начала цель ввода в эксплуатацию в виртуальной среде заключалась в том, чтобы помочь решить проблемы, возникающие при объединении производственных систем для интеграции и работы с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК). Однако аппаратные возможности не позволяли проводить тестирование ПЛК по приемлемой цене, особенно с учетом требований к моделированию в реальном времени при использовании аппаратных ПЛК. Но технологии не стоят на месте. В 2006 г. Зах и соавторы показали [4], что виртуальный ввод в эксплуатацию может сэкономить до 75 % времени, необходимого для ввода в эксплуатацию.

Индустринг автоматизации уже давно признала потенциальные преимущества использования виртуальных моделей для имитации производительности физических систем. Однако, чтобы быть успешной, виртуальная модель предприятия должна быть точным представлением рассматриваемой системы. Хотя эти модели получили известность в аэрокосмической и автомобильной промышленности, в их реализации ранее отсутствовала автоматизация. В настоящее время многие технологические барьеры преодолены, что позволяет реализовать преимущества системной интеграции на основе моделей. Текущее состояние технологий предлагает практические методы, которые как никогда доступны для индустрии автоматизации. В связи с растущей потребностью в ускорении разработки и минимизации рисков при разработке новых инновационных продуктов DT и методы VC быстро становятся важными технологиями.

В простейшем случае DT – это виртуальная копия физического продукта, процесса или системы. Он действует как мост между физическим и виртуальным мирами, используя датчики для сбора данных в реальном времени о физическом объекте. Виртуальные модели традиционно применялись для улучшения характеристик отдельных изделий, таких как ветряные турбины или реактивные двигатели. Однако в последние годы они стали более сложными, теперь они исследуют не один объект, а скорее системы или даже целые организации. По мере того, как они объединяют все больше вещей, их способность помогать решать сложные задачи также возрастает. К созданию и вводу в эксплуатацию сложных систем в полной мере применимо эмпирическое правило (закон Парето): 20 % времени уходит на то, чтобы автоматизировать основной процесс, и 80% времени – на отработку пограничных условий и исключительных ситуаций. Цифровой двойник системы радикально сокращает затраты на 80-процентную часть проекта.

В настоящее время различают три основных вида DT.

Цифровой двойник прототип (Digital Twin Prototype – DTP) – это прототип физического объекта. Он содержит данные, необходимые для описания и создания изделия. Прототипы, в зависимости от ситуации, могут содержать информацию, касающуюся физических атрибутов, свойств, рабочих параметров, ведомости материалов.

Цифровой экземпляр (Digital Twin Instance – DTI) – это двойник физического объекта. DTI остается связанным с объектом в течение его жизненного цикла. Виртуальный экземпляр, как

правило, содержит данные, относящиеся к условиям эксплуатации, истории, прогнозируемому состоянию объекта и другие. Он может содержать список номеров деталей, которые были использованы для производства данного конкретного изделия, а также все этапы, которые были выполнены при производстве данного актива.

Агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate – DTA) – это совокупность многих виртуальных экземпляров. Они могут располагаться на одном объекте или распределяться между объектами.

При реализации метода VC возникает новый вид DT – агрегированный цифровой двойник прототип (Digital Twin Aggregate Prototype – DTAP) как совокупность прототипов физических объектов, которые в основном не имеют физических представлений. Однако DTAP может включать в себя виртуальные копии физических объектов, которые уже существуют на предприятии и будут использоваться в будущем.

Подход к моделированию аппаратного обеспечения «в контуре» (HIL, Hardware-in-the-Loop) давно зарекомендовал себя на стадии инжиниринга систем управления. Идеально этот подход легко расширяется на моделирование программного обеспечения «в контуре» (SIL, Software-in-the-Loop) на ранних стадиях проектирования. Очевидно, что он применим и к прогнозированию в реальном времени в рамках DTAP-платформ: например, совмещенное HIL/SIL моделирование в реальном времени для VC.

Такой подход к вводу в эксплуатацию позволяет улучшить качество программного обеспечения и повысить безопасность работников. Это также снижает риск повреждения оборудования, если испытания проводятся в режиме реального времени. И это только начало – ввод в эксплуатацию DTI при запуске физического объекта дает гораздо больше преимуществ. Правильное распределение задач между людьми и машинами обеспечит гораздо большую безопасность и креативность на рабочем месте, освобождая так называемые 3d-рабочие места (dirty, dull, dangerous — грязные, тупые и опасные) для машин и искусственного интеллекта.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Hoffmann, Peter et al. Virtual Commissioning Of Manufacturing Systems A Review And New Approaches For Simplification. In: ECMS. Kuala Lumpur, Malaysia, – pp. 175–181.
2. Reinhart, Gunther and Georg Wünsch. Economic application of virtual commissioning to mechatronic production systems. In: Production Engineering 1.4, – pp. 371–379.
3. Auinger, F., Vorderwinkler, M. and Buchtela, G. Interface driven domain-independent modeling architecture for ‘soft-commissioning’ and ‘reality in the loop’, Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, Phoenix, AZ, USA, 1, – pp. 798–805.
4. Zäh, M. F., Wünsch, G., Hensel, T. and Lindworsky, A. Nutzen der virtuellen Inbetriebnahme: Ein experiment, ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 101, 10, – pp. 595–599.

Е.В.КАЛИТА

## **МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ПО ПОСТЕПЕННЫМ ОТКАЗАМ ДЛЯ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Современный этап решения задач оценки надежности полупроводниковых приборов (ППП) характеризуется статистическими и физическими методами исследований. С их помощью можно исследовать физические процессы, получить модель отказов, и выполнить прогнозирование надежности конкретного экземпляра ППП интересующего типа. Для ППП, работающих в системах телекоммуникаций в устройствах длительного функционирования, принципиальными являются не только внезапные, но и их постепенные отказы, на долю которых, согласно [1], приходится примерно 80 процентов всех отказов ППП. В отличие от внезапных отказов, постепенные отказы обуславливаются постепенными изменениями электрических параметров и могут быть спрогнозированы [2].

Актуальной задачей является обеспечение надежности ППП по постепенным отказам. Эта задача может быть решена путем отбора для электронной аппаратуры длительного функционирования экземпляров, отвечающих требованию надежности по постепенным отказам. Способом отбора надежных экземпляров является метод имитационным воздействий [3–5].

В работе [6] с использованием выборки биполярных транзисторов большой мощности типа KT872A показано как экспериментально можно получить зависимость функционального электрического параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  (напряжения насыщения коллектор–эмиттер) от тока коллектора  $I_K$ , рассматриваемого в качестве имитационного фактора:

$$U_{\text{КЭнас}} = \varphi_1(I_K), \quad (1)$$

где  $\varphi_1$  – символ функциональной связи.

В статье [7] для выборки, используемой при получении зависимости (1), описано проведение ускоренных испытаний транзисторов. Такие испытания позволяют определить модель деградации электрического параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  в виде зависимости:

$$U_{\text{КЭнас}} = \varphi_2(t), \quad (2)$$

где  $\varphi_2$  – символ функциональной связи, показывающий закономерность деградации электрического параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  в процессе наработки.

Используя экспериментально найденные зависимости (1) и (2), можно получить имитационную модель надежности в виде уравнения пересчета заданной наработки  $t$  на значение имитационного фактора  $F$ , в нашем случае тока коллектора  $I_K$ , т. е.  $F \rightarrow I_K$ :

$$F_{\text{им}} = \varphi_3(t), \quad (3)$$

где  $\varphi_3$  – символ, показывающий связь между наработкой  $t$  и имитационным фактором  $F$ .

Уравнение (3) позволяет определить значение имитационного фактора, соответствующее заданной наработке  $t$ . Измерение у прогнозируемого экземпляра электрического параметра  $U_{\text{КЭнас}}$  при значении имитационного фактора  $F = F_{\text{им}}$  даст ответ на вопрос о прогнозном значении этого электрического параметра для заданной наработке  $t$ , что будет являться основанием для принятия решения о соответствии или несоответствии прогнозируемого экземпляра требованию надежности по постепенному отказу.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности : учебник для инж.-техн. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
2. European Organization of the Quality Control Glassary. – Bern : EOQC. 1988. – 24 р.
3. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадежных изделий электронной техники: монография / С. М. Боровиков. – М. : Новое знание, 2013. – 343 с.
4. Прогнозирование надежности изделий электронной техники / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Е.Н. Шнейдеров, А.И. Бересневич. – Минск : МГВРК. 2010. – 308 с.
5. Калита, Е. В. Выбор имитационных факторов для моделирования постепенных отказов биполярных транзисторов большой мощности / Калита Е. В., Бересневич А. И., Боровиков С. М. // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2021. – С. 247–248.
6. Боровиков, С. М. Моделирование электрического параметра транзисторов при прогнозировании их надежности методом имитационных воздействий / С. М. Боровиков, Е. В. Калита, А. И. Бересневич // Интернаука. – 2022. – № 7 (230). – Ч. 2. – С. 25–30.
7. Ускоренные испытания транзисторов большой мощности на длительную наработку при решении задач прогнозирования их надежности методом имитационных воздействий / В.О Казючиц, Е.В. Калита, С.М. Боровиков, А.И. Бересневич // Доклады БГУИР. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 36–43. – DOI : <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-20-4-36-43>.

О.А.ЛАВШУК<sup>1</sup>, С.Ю.МИХНЕВИЧ<sup>1</sup>

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Оператор мобильной виртуальной сети (MVNO) – это поставщик услуг, который не имеет собственной сети радиодоступа (РЧС и/или РЭС), но перепродаёт услуги беспроводной связи, как правило, под собственной торговой маркой, используя сеть основного оператора.

Сегодня на глобальном рынке существует около двухсот MVNO, среди которых есть несколько крупных игроков, работающих по всему миру и имеющих миллионные абонентские базы, – Virgin Mobile, TalkTalk Group, Giffgaff и другие. Они представляют из себя большие организации, имеющие по несколько тысяч сотрудников и функционирующие как полноценные операторы.

В Европе и США количество виртуальных операторов связи исчисляется десятками, число их абонентов – миллионами человек, выручка – миллиардами долларов. В одной только Великобритании услуги оказывают 87 виртуальных операторов, в Штатах – 73.



Рисунок 1 – Доля MVNO на мировом рынке сотовых услуг

В общей сложности, по данным Роскомнадзора, в Российской Федерации действует 98 лицензий на «услуги подвижной радиотелефонной связи при использовании бизнес-модели виртуальных сетей».

На рисунке 2 приведена динамика роста абонентов виртуальных сотовых операторов.



Рисунок 2 – Количество абонентов MVNO в Российской Федерации

Сравнение виртуальных операторов сотовой связи Российской Федерации сведено в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ виртуальных операторов связи

MVNO РФ	Колич. абонентов, 2020 г.	Стратегии развития	Мин. тарифные пакеты	Выручка за 2020 г.	Выручка за 2021 г.	Используемые сети базовых операторов
Yota	6,48 млн.	Стратегия предоставления контента и приложений	30,87 бел. руб. в месяц, 350 минут, 35 ГБ (есть возможность настройки собственного тарифа)	2,45 млрд. бел. руб.	2,318 млрд. бел. руб.	«Скартел» и «МегаФон»
Ростелеком	1,92 млн.	Стратегия предоставления конвергентных услуг	12,6 бел. руб. в месяц, 500 минут, 20 ГБ, 50 SMS	34,3 млрд. бел. руб.	36,54 млрд. бел. руб.	Tele2
Тинькофф Мобайл	1,08 млн.	Стратегия ориентации на сегменты рынка услуг	18,84 бел. руб.: 200 минут и 5 Гб интернета	138,6 млн. бел. руб.	220,5 млн. бел. руб.	Tele2, но в регионах отсутствия Tele2 работает на сетях МегаФон и Билайн
СберМобайл	840 тыс	Стратегия ориентации на сегменты рынка услуг	28,98 бел. руб. в месяц: 350 минут и 7 Гб	141,12 млн. бел. руб.	157,5 млн. бел. руб.	Tele2, МТС, «МегаФон» или «Билайн»
Газпромбанк Мобайл	130 тыс.	Стратегия ориентации на сегменты рынка услуг	15,75 бел. руб. в месяц (или 4,73 бел. руб. для клиентов Газпромбанка): 250 мин, 5 Гб и 50 SMS	9828 бел. руб.	2,047 млн. бел. рублей.	Tele2

По результатам исследования сделан следующий вывод: институт MVNO распространен в мировой практике использования РЧС, поскольку способствует конкуренции, а следовательно, для потребителей услуг сотовой подвижной электросвязи выражается в следующем:

- формировании пакета услуг по более низкой стоимости;
- предложении определенного контента выделенным группам пользователей;
- более широком охвате услугами населения или предоставление услуг без использования роуминга.

Для государства преимущества MVNO заключаются в следующем:

- реализация новых видов услуг и технологических решений, способствующих цифровизации экономики (например Internet of Things);
- большая эффективность использования радиочастотного спектра;
- сокращение сроков окупаемости инфраструктуры операторов, и, как следствие, ускорение строительства новой, более эффективной инфраструктуры;
- рост отчислений в республиканский бюджет.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. AI for Good blog [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://aiforgood.itu.int/top-5-trends-for-mobile-virtual-network-operators-mvnos/>. – Дата доступа : 27.06.2022.
2. Tele2 – оператор сотовой связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://msk.tele2.ru/about/cooperation/mvno>. – Дата доступа : 27.06.2022.
3. Comnews, новости цифровой трансформации, телекоммуникаций, вещания и ИТ / Бизнес MVNO становится все виртуальнее, 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.comnews.ru/content/220012/2022-04-27/2022-w17/biznes-mvno-stanovitsya-vse-virtualnee>. – Дата доступа : 27.06.2022.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИВЯЗНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕТРАНСЛЯЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

Ретрансляция радиосигналов может осуществляться с целью обеспечения бесперебойной радиосвязи во временных оперативных радиосетях при выполнении служебно-боевых задач вне пунктов постоянной дислокации.

Дальность связи определяется многими факторами, она зависит:

от частоты радиосигнала, так как с изменением частоты меняются условия распространения радиосигнала;

от мощности передатчика и чувствительности приемника;

от высоты подвеса антенн приемника и передатчика над уровнем земли.

Понятие радиовидимости соответствует наличию пути распространения радиосигнала между антеннами передатчика и приемника. Радиоволны обладают свойствами дифракции, интерференции, рассеивания и отражения, характерными для любых других волн. С увеличением частоты поведение радиоволн приближается к поведению светового луча, и радиовидимость приближается к оптической. Очевидно, что с увеличением высоты подвеса антенн увеличивается расстояние оптической видимости, растет и расстояние радиовидимости (Рисунок 1).

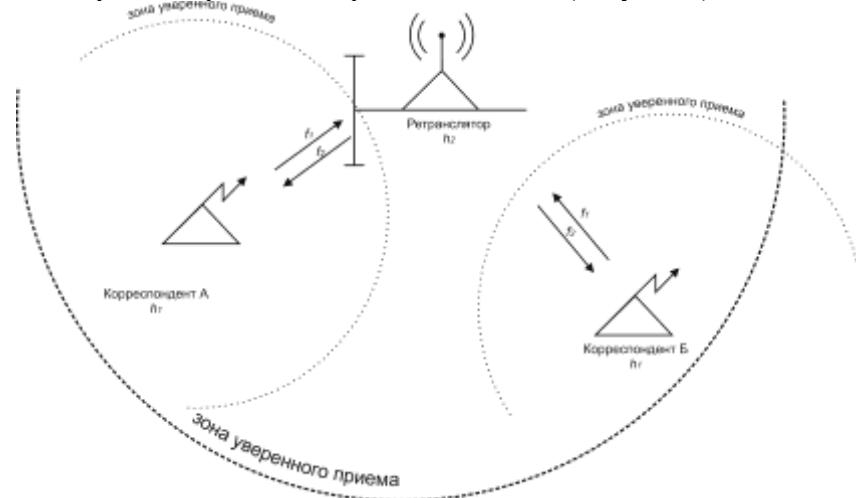


Рисунок 1 – К иллюстрации ретрансляции радиосигналов

Минимальное затухание при распространении сигнал испытывает в свободном пространстве. При распространении радиоволны вдоль поверхности земли возникают дополнительные потери. Поэтому, чем выше над землей подняты антенны, тем меньше влияние подстилающей поверхности на затухание сигнала.

Таким образом, при увеличении высоты подвеса антенн дальность связи увеличивается благодаря увеличению расстояния радиовидимости и уменьшению поглощения сигнала подстилающей поверхностью.

Несложно показать, что дальность устойчивого обмена информацией в УКВ диапазоне с учетом нахождения БЛА на высотах, значительно больших подвеса антенны, существенно увеличивается. Об этом свидетельствуют простейшие расчеты по известной эмпирической формуле (1):

$$D_{km} \approx 3,75(\sqrt{h_{1m}} + \sqrt{h_{2m}}) \quad (1)$$

где  $h_{1m}$  – высота первой антенны в метрах;

$h_{1m}$  – высота второй антенны в метрах;

$D_{km}$  – дальность связи в километрах,

Графические зависимости примерных величин дальностей УКВ радиосвязи между корреспондентом и БЛА от высоты полета беспилотного аппарата при известных значениях высот антенн, рассчитанные по (1), представлены на рисунке 2.

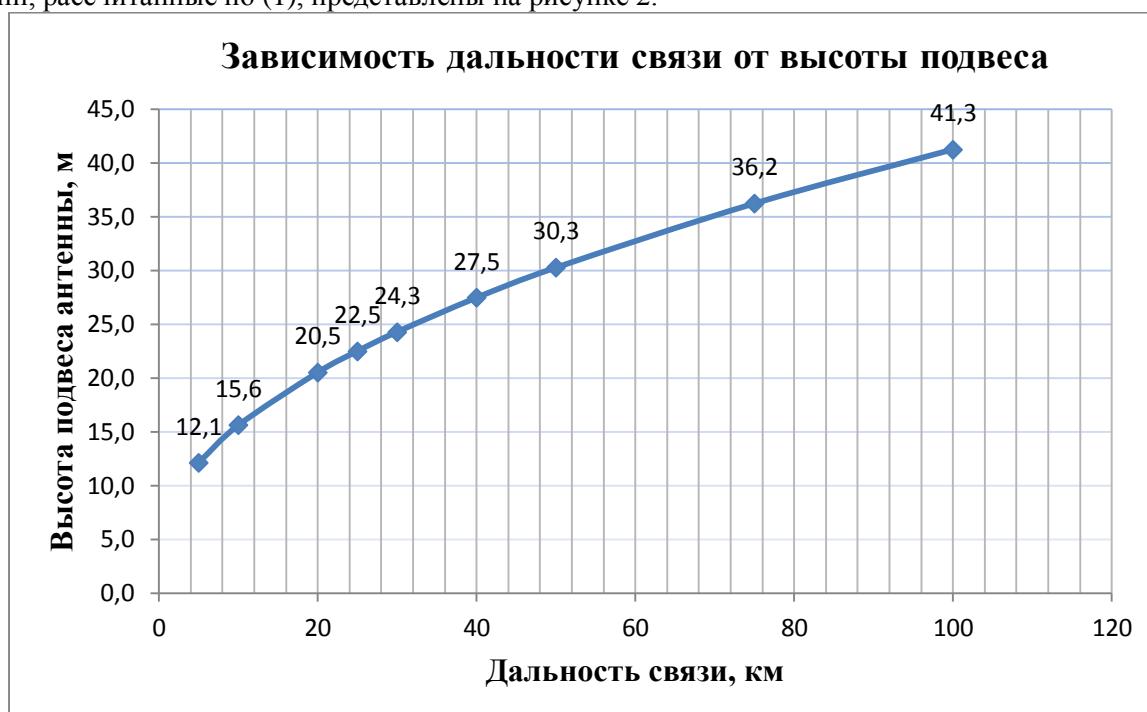


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости дальности связи от высоты подвеса антенны

Для этого в качестве целевой нагрузки (ЦН) для БЛА должны быть использованы устройства ретрансляции в соответствующих частотных диапазонах.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Устава служебно-боевой деятельности внутренних войск МВД Республики Беларусь: Приказ МВД Республики Беларусь от 28 мая 2015 г. № 46 дсп. В редакции приказа МВД Республики Беларусь, от 26 октября 2017 г., № 70 дсп.
2. О внутренних войсках Министерства внутренних дел Республики Беларусь: Закон Республики Беларусь, 3 июня 1993 г., № 2341-ХII: в ред. Закона Респ. Беларусь от 26.05.2020 г. // "Бизнес-Инфо" [Электронный ресурс] – Минск, 2020.

С.Р.РУДИНСКАЯ<sup>1</sup>, В.В.ЛОХМОТКО<sup>2</sup>

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕГРУЗКИ СЕТЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИРСЕТИЯХ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Распределение потоков (РП) в сетях пакетной коммутации является одной из основных задач, решение которой позволяет по известным пропускным способностям оборудования, топологии сети и подлежащим обработке (переносу) объемам пользовательского трафика определять интегральные и дифференциальные показатели создаваемой (реконструируемой) сети.

Решение задачи РП позволяет с системно-сетевых позиций: обоснованно выбирать готовый набор технических средств связи; формировать требования к ним в ходе проектирования (контрактной деятельности) в отношении пропускной способности и производительности сетевых элементов; осуществлять постпроверку структурно-сетевых решений, ранее принятые на этапах бизнес-планирования и инвестиционного планирования.

Ресурсосберегающий характер задачи РП, сетеориентированная предметная область и системообразующая организация, предопределяют практически неограниченные проектные возможности алгоритмов РП.

Практика создания и эксплуатации инструментальных средств РП обозначила ряд проблемных моментов [1], связанных:

- с применением критериев оптимальности, синтезированных на базе аналитических моделей СМО и СeМО (СМО, СeМО – система и сеть массового обслуживания), не адаптированных под машинную обработку и характеризующихся «непрозрачностью» точек насыщения сети трафиком;

- с распределением потоков избыточной нагрузки, возникающей в периоды перегрузки сетевого оборудования;

- с отсутствием уверенности в том, что имеющийся канальный ресурс объемом  $R$  будет способен без перегрузки отдельных каналов обслужить заданный внешний (пользовательский) трафик объемом  $\Lambda$ , а алгоритм РП не сработает вхолостую.

Отсутствие алгоритмов РП, позволяющих им надежно работать в критических условиях объясняется разрывной структурой целевой функции QoS (среднесетевой задержки пакета).

Среднесетевая задержка [1]

$$\bar{T} = \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^m \frac{\lambda_i}{\mu_i - \lambda_i}. \quad (1)$$

В (1) применяется одноиндексная нумерация, а канальные потоки  $\lambda_i$ ,  $i = \overline{1, m}$  представляются функциями «географии» неизвестных маршрутов, интенсивность обслуживания  $\mu_i$  [пакет/с],  $i = \overline{1, m}$ , в сумме представляющая пропускную способность  $R = \sum_i \mu_i$  [пакет/с] сети.

Главная компонента функции (1) – средняя задержка пакета в канале, моделируемая экспоненциальной СМО типа M/M/1/ $\infty$  [1],

$$T = (\mu - \lambda)^{-1}, \quad (2)$$

характеризуется присутствием в этой функции точки разрыва  $\lambda \approx \mu$  2-го рода, которая в операционном плане относится к области неработоспособности (на рисунке 1 затемнена), а для  $m$  – канальной сети перерастает в обширную критическую область со сложной геометрической структурой.

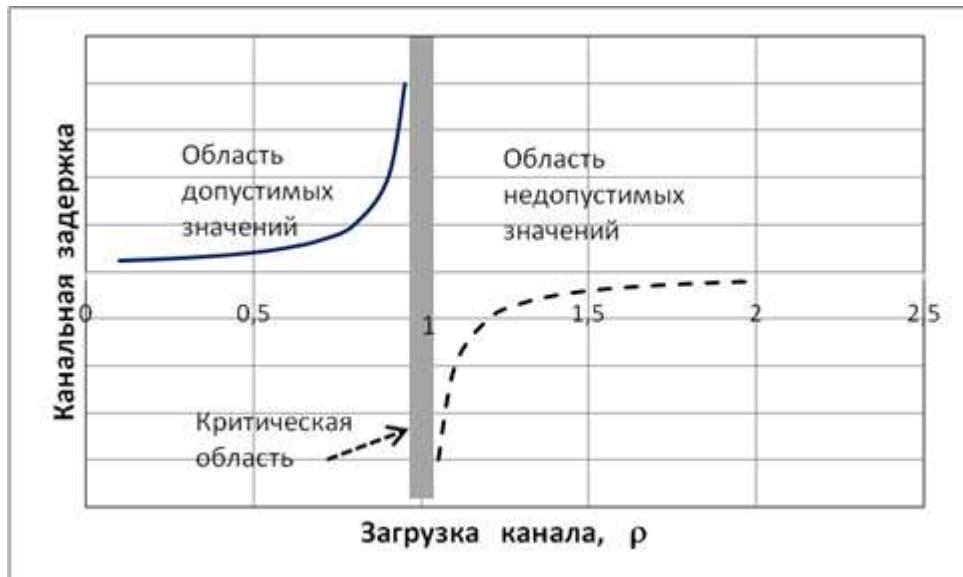


Рисунок 1 – Разрывная функция канальной задержки

Предлагаемый подход основывается на представлении стандартной задачи РП совокупностью двух связных задач распределения избыточных потоков и распределения реализуемых потоков, выполняемых в едином оптимизационном цикле без четкого разграничения момента окончания

решения одной задачи и начала решения другой. Распределение потоков осуществляется с применением выпуклых аппроксимаций.

Предлагаются выпуклые аппроксимации разрывных функций задержки пакета, позволяющие свести задачу распределения потоков (РП) в сети пакетной коммутации к задаче безусловной (без учета ограничений) минимизации. Классическую клейнрековскую модель среднесетевой задержки пакета, запрещающей перегрузку сетевых элементов, предложено заменить безразрывной машинно-ориентированной моделью Семо, описывающей зависимость задержки от потоков выпуклыми функциями с расширенной областью определения.

В математическом плане решение задачи сведено к преодолению точек разрыва функции среднесетевой задержки IP-пакета, моделируемой сетью массового обслуживания M/M/1/ $\infty$  (в обозначениях Кендалла).

Применение аппроксимаций наделяет алгоритмы РП (типа «девиации потоков») выгодными конкурентными преимуществами: устойчивостью к перегрузкам и толерантностью к начальному плану РП и позволяет создать эффективный инструмент обнаружения «узких» и «потенциально узких» по пропускной способности мест IP сети.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бахарева, Н. Ф. Аппроксимативные методы и модели массового обслуживания. Исследование компьютерных сетей / Н. Ф. Бахарева, В. Н. Тарасов. – Самара : СНЦ РАН, 2011. – 327 с.

2. Клейнрек, Л. Вычислительные системы с очередями / Л. Клейнрек. – М.: Мир, 1979. – Т. 2. – 600 с.

А.И.ПЛАВАН

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОПОДОБНОГО ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ POISSON-PARETO-BURST-PROCESS В СИМУЛЯТОРЕ NS-3**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российская Федерация*

Еще в 1993 году было установлено особое свойство трафика телекоммуникационных сетей, заключающееся в его самоподобии, то есть сохранении своего вида при разных масштабах временной оси [1]. Также он характеризуется высокой пачечностью, наличием долговременных зависимостей или памяти и медленно убывающей дисперсией. В качестве меры самоподобия обычно применяется показатель Херста, который для процессов с долговременными зависимостями принимает значения от 0,5 до 1.

Адекватное моделирование трафика, обладающего такими свойствами, важно при проверке гипотез о качестве обслуживания, производительности сети, а также для генерации реалистичных входных данных для различных систем анализа и контроля трафика. Существует множество моделей трафика (on/off, фрактальный гауссовский шум, регрессионные модели, и др.) [2] и в настоящее время среди них нельзя выделить одну наилучшую. Адекватную модель трафика можно получить с использованием метода Poisson Pareto Burst Process (PPBP).

Суть этого метода состоит в наложении множества всплесков активности, длительность которых описывается распределением с тяжелым хвостом (таким является распределение Парето), в течение которых с постоянной скоростью передаются данные. Моменты начала таких всплесков представляют пуассоновский поток событий. В нотации Кендалла такая модель может быть записана как  $M/G/\infty$  [3].

Для моделирования трафика доступно множество сред компьютерного моделирования. В данной работе использовался дискретно-событийный сетевой симулятор ns-3 с открытым исходным кодом, с лицензией GNU GPLv2, являющийся развитием предыдущей версии – ns-2. Он позволяет описывать модели в виде программ на языке C++ или Python, выполнять симуляцию и записывать результат в pcap файлы, которые можно анализировать с помощью Wireshark и многих других программ.

В ns-3 есть встроенный модуль только для генерации трафика по on/off модели с заданными параметрами. Для генерации PPBP трафика существует дополнительный модуль с открытым исходным кодом, разработанный сообществом [4, 5]. Он позволяет указывать ожидаемый показатель Херста и другие параметры модели.

В данной работе исследовалась возможность моделирования самоподобного трафика с заданным показателем Херста при помощи реализации модели PPBP в симуляторе ns-3. Для этого была написана программа на языке C++ для ns-3, в которой выполняется симуляция сети из двух узлов. Узел 1 генерирует PPBP-трафик с заданным показателем Херста и скоростью 100 Кб/с к узлу 2, на котором настроена трассировка в pcap файл.

Файл с результатами симуляции анализировался с помощью скрипта на языке Python [6], который вычисляет показатель Херста по методу анализа графика изменения дисперсии (AV) [2] для последовательностей *интервалов между поступлениями пакетов* (а) и *количество прибывших пакетов в каждые 10 мс* (б), и выводит его на экран. Реализация метода AV была предварительно проверена на записи трафика BC-pAug89 [7]. Были вычислены значения показателя Херста для последовательностей (а) и (б) – 0,7845 и 0,8284 соответственно. Вычисленные значения соответствуют тем, что были получены при сравнении различных алгоритмов оценки показателя Херста в работе [8] для алгоритма AV.

Было проведено 10 экспериментов по моделированию 30 минут трафика при заданном значении показателя Херста. Для каждого эксперимента было получено два значения оценки показателя Херста методом AV для последовательностей (а) и (б). Средние значения оценок для (а) и (б) за 10 экспериментов приведены на графике (рисунок 1).

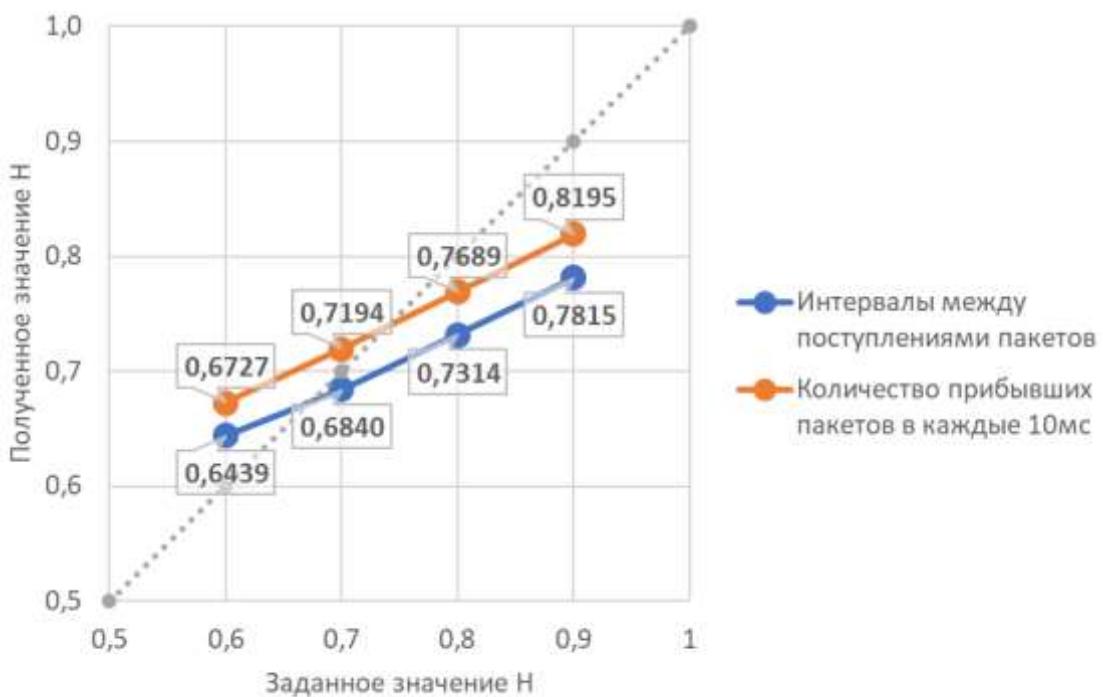


Рисунок 1 – Средние значения оценок показателя Херста.

Полученные значения оценок показателя Херста достаточно близки к заданным значениям, при этом для последовательности количества прибывающих пакетов в каждые 10 мс значения оценки являются более точными, чем для последовательности интервалов между поступлениями пакетов. В целом значения оценок получаются выше для низких значений показателя Херста и ниже для более высоких. Такой же тренд для оценки методом анализа графика изменения дисперсии наблюдался в [8]. Данные показывают, что PPBP является адекватной моделью для генерации самоподобного трафика в плане соответствия показателя Херста заданному значению.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Leland, W. E. On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version) / W. E. Leland, M. S. Taqqu, W. Willinger, D. V. Wilson // IEEE/ACM Transactions on Networking. 1994. – Т. 2, – № 1. – С. 1–15.
2. Шелухин, О. И. Мультифракталы. Инфокоммуникационные приложения // М. : Горячая линия-Телеком, 2011. – 576 с.
3. Zukerman, M. Internet traffic modeling and future technology implications / M. Zukerman, T. D. Neame, R. G. Addie // IEEE INFOCOM 2003. Т. 1. – С. 587–596.

4. Ammar, D. A new tool for generating realistic Internet traffic in NS-3. / D. Ammar, T. Begin, I. Lassous // Proceedings of the 4th International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques. 2011. – С. 81–83
5. Naribole S. Poisson Pareto Burst Process (PPBP) ns-3 traffic generator. [Электронный ресурс]. – URL. <https://github.com/sharan-naribole/PPBP-ns3> (дата обращения 15.09.2022).
6. Плаван А. И. ppbp-ns3-simulation. [Электронный ресурс]. – URL. <https://github.com/Stingray42/ppbp-ns3-simulation> (дата обращения 15.09.2022).
7. BC-pAug89.TL traffic trace. [Электронный ресурс]. – URL. <http://www.sfu.ca/~ljilja/TRAFFIC/Bellcore> (дата обращения 15.09.2022).
8. Horn, G. An empirical comparison of generators for self similar simulated traffic / G. Horn, A. Kvalbein, J. Blomskøld, E. Nilsen // Performance Evaluation. 2007. Т. 64, – № 2. – С. 162–190.

Н.Н.МОШАК<sup>1</sup>, В.А.ТАРАСОВ<sup>1</sup>, С.Р.РУДИНСКАЯ<sup>2</sup>

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УСТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛА ПО УМОЛЧАНИЮ INTERNET В СЕТИ LTE

<sup>1</sup>Учреждение образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Отличительной особенностью мультисервисных сетей связи на архитектуре NGN/LTE, естественным развитием которой является и архитектура сети IMS, - это наличие в архитектуре этих сетей трех новых функций: функции «управления соединением и резервированием сетевых ресурсов», функции «контроля резервирования» и функции «совмещения» разнотипных информационных потоков для передачи в общей физической среде [1]. Исследование особенности архитектуры IMS проводилось в [2]. Функции «управления соединением и резервированием сетевых ресурсов» в сети LTE реализована явно в виде сигнальных протоколов верхних уровней панели управления стеков протоколов радиодоступа: уровнем NAS (Non Access Stratum) и уровнем AS (Access Stratum). Уровень NAS объединяет два подуровня: управления мобильностью MM (Mobility Management) и управление сессией SM (Session Management), которые представлены соответствующими протоколами. Уровень AS представлен протоколом контроля радиоресурсов RRC (Resources Radio Control), который предоставляет вышепрежнему уровню NAS свой сервис.

Основные функции уровня RRC [3]: передача системной информации, необходимой для того, чтобы UE мог общаться с eNB; управление соединениями, включая настройку радиоканалов и мобильность в рамках LTE; функции мобильности, такие как выбор базовой станции; опрос возможностей устройства UE; передача пейджинговых сообщений, исходящих от узла управления мобильностью MME (Mobility Management Entity), для уведомления устройства о входящих запросах на соединение и др. Этапы установления радиоканала включают в себя: процедуру случайного доступа; процедуру установления RRC-соединения; процедуру формирования мер защиты радиоканала; процедуру реконфигурации RRC-соединения.

Основные функции уровня NAS [4,5]: поддержка мобильности UE; поддержка процедур управления сеансами для установления и поддержания IP-соединения между UE и пакетным шлюзом P-GW; проверка целостности и шифрование сигнальных сообщений NAS; управление звонками. NAS реализует процедуры управления мобильностью EMM (EPS Mobility Management) и процедуры управления сессиями ESM (EPS Session Management).

Протокол RRC предоставляет свои услуги для прямого диалога между оборудованием пользователя UE (User Equipment) и базовыми станциями eNB при организации радиоканала в сети радиодоступа E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) [3]. Он используется для передачи общей NAS информации (информации, которая относится ко всем UE) и специальной (dedicated) NAS информации (информации, которая относится только к определенным UE). В то время как протоколы NAS обеспечивают диалог между оборудованием UE и узлом управления мобильностью MME в ядре пакетной сети EPC (Evolved Packet Core) при организации сквозного EPS-канала [4, 5].

Процесс подключения UE к сети начинается с первоначальной процедуры установления RRC-соединения LTE. После установления RRC-соединения UE инициирует процедуру регистрации в сети (Attach). После окончания регистрации UE в ядре пакетной сети EPC создается канал «по умолчанию Internet», который остается активным, пока UE не отсоединится от сети.

Временная последовательность выполняемых во время процедуры Attach [4] действий включает в себя: идентификацию и аутентификацию в EPC, формирование криптографических ключей защиты сигнального трафика NAS-протокола; обновление информации о местоположении UE; организацию части EPS-канала по умолчанию на участке интерфейса S5/S8; формирование криптографических ключей защиты сигнального трафика RRC-протокола и пользовательского трафика в сети E-UTRAN; организацию части EPS-канала по умолчанию на участке интерфейса S1-U.

Таким образом, в процессе выполнения процедуры Attach и организации «канала по умолчанию Internet» осуществляется передача сигнальных сообщений NAS, аутентификация UE и формирование криптографических ключей защиты сигнального трафика RRC-протокола и пользовательского трафика в сети E-UTRAN [6,7]. Известно [8], что воздействование механизмов защиты порождает потоковую, временную и протокольную избыточность в информационное окружение сети и желательно оценить эту избыточность при проектировании сети LTE.

В докладе исследуются процессы воздействования услуг безопасности при организации канала «по умолчанию Internet» в рамках протокола NAS. Строится модель протокола NAS с учетом активации услуг безопасности. Приводится формула удельной загрузки радиоканала сигнальным трафиком протокола NAS, которая должна учитываться в общем балансе загрузки радиоканала базовыми информационными потоками k-го класса (GBR, non-GBR).

Приводится выражение для расчета временной избыточности, вносимой трафиком безопасности при обмене сигнальными сообщениями NAS и RRC в радиоканале и ядре сети, в предположении, что функция распределения вероятностей времени пребывания сигнального сообщения в радиоканале и каналах ядра сети имеет одинаковое экспоненциальное распределение и независимости задержек в отдельных каналах, которые моделируются системами массового обслуживания (СМО) типа  $M/M/1$ . Формализована временная избыточность, вносимая криптографическим алгоритмом для генерации векторов аутентификации в сети LTE на основе односторонних функций. Разработанные модели могут быть востребованы для оценки влияния услуг безопасности на характеристики базовых потоков в сети LTE при организации канала «по умолчанию Internet» в рамках работы сигнальных протоколов NAS и RRC.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мошак, Н. Н. Структурный метод анализа базовых функций архитектур сетей LTE и IMS // Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы VII межрегиональной научно-практической конф. Севастополь, 21-25 сентября 2021 г. / Севастопольский государственный университет; науч. ред. Б.В. Соколов. – Севастополь : СевГУ, 2021. – 201с. ISBN 978-5-6044481-1-3. С.26-37.
2. Мошак, Н. Н. Вербальная модель процесса предоставления услуги VoLTE/ Н. Н. Мошак, Л. К. Птицына, С. Р. Рудинская // Современные средства связи : материалы XXVI Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 21-22 окт. 2021 г. / редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2021. – 388 с. ISBN 978-985-585-076-3. – С.231-233.
3. 3GPP TS 36.331 V14.16.0 (2020-12): "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC) protocol specification".
4. 3GPP TS 24.301 V14.10.0 (2018-12): "Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3".
5. NAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/96-nas>. – Дата обращения: 25.02.2022.
6. 3GPP TS 33.401 V14.6.0 (2018-09): "3GPP System Architecture Evolution: Security Architecture".
7. Ульянов, М. В. Безопасность в сетях мобильной связи. Защита информационных ресурсов в сетях 4G / М. В. Ульянов, Е. Р. Годунов, А. Г. Терехов // Сборник трудов РИИБ, Россия, 2017, выпуск 4, с. 175-177.
8. Мошак, Н. Н. Формализация и оценка процессов представления механизмов защиты в мультисервисной сети. Общий подход / Н. Н. Мошак // «Электросвязь», № 3, М., 2012, с. 30-36.

## **ВИДЫ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время существует большое разнообразие волоконно-оптических датчиков (далее – ВОД), которые находят свое применение в строительной отрасли, коммунальном хозяйстве, горнодобывающей промышленности и т. д. Все ВОД можно разделить по нескольким классификационным признакам: по способу использования, по локализации измеряемого параметра, в зависимости от места воздействия на оптическое излучение измеряемой величины, по принципу действия.

По способу использования оптического волокна ВОД разделяют на датчики, где оптическое волокно (далее – ОВ) используется только как линия передачи и датчики сенсорного типа, где ОВ используются как чувствительный элемент они являются «чисто волоконными» датчиками, т.к. сигнал на линии измерение-передача не претерпевает изменений. В датчиках, где ОВ является только линией передачи оптического сигнала, используются в основном многомодовые ОВ, а в датчиках, где ОВ служит чувствительным элементом (сенсорного типа) чаще всего используются одномодовые ОВ.

По локализации измеряемого параметра датчики разделяют на:

- точечные (ОВ применяется как чувствительный элемент и для передачи информации);
- распределенные или мультидатчики (в которых ОВ является чувствительным элементом, по всей длине воспринимающим единственную измеряемую величину),
- квазираспределенные (массив из датчиков располагается на ОВ или является частью его, а само ОВ осуществляет передачу информации со всего массива датчиков) [2].

По принципу действия ВОД можно разделить на:

- интерференционные (с фазовой модуляцией) представляют собой ВОД, регистрирующие изменения фазы оптического излучения, распространяющегося по ОВ. Изменения в сигнале возникают при внешнем воздействии на ОВ и регистрируются интерферометрическим методом при наложении сигналов измерительного и контрольного ОВ [5];

- распределенные ВОД, основанные на эффекте обратного рассеяния света в ОВ, которое является распределенным чувствительным элементом, т. е. датчиком;

- люминесцентные ВОД, использующие явление люминесценции, заключающееся в температурной зависимости интенсивности люминесцентного излучения некоторых люминофоров;

- с внутренними решетками, ВОД с дифракционными решетками Брегга, сформированными внутри ОВ;

- комбинированные – использующие два или более принципов действия для измерений [1].

В соответствии с тем, какой из параметров оптического излучения в ОВ используется для получения информации об измеряемом физическом воздействии ВОД разделяют на:

- фазовые датчики, измеряющие фазу электромагнитной волны оптического диапазона, которая изменяется под действием внешнего параметра (из достоинств таких датчиков – они являются наиболее чувствительными, однако они не компактны, сложны в изготовлении, требуют специальных преобразователей, характеризуются высокой стоимостью);

- поляризационные датчики, использующие зависимость состояния поляризации световой волны, распространяющейся в ОВ от внешних воздействий. Внешнее воздействие, например, электромагнитное поле или деформация, воздействуя на ОВ изменяет его свойства, вследствие чего изменяется состояние поляризации световой волны на выходе этого ОВ (такие ВОД характеризуются высокой точностью, но требуется использование термостабильных материалов, использование дорогого ОВ с сохранением поляризации, отличаются меньшей чувствительностью);

- туннельные ВОД, используют эффект туннелирования излучения через малый зазор и представляют собой оптический модулятор «среда – воздушный зазор – среда», который образуют призма полного внутреннего отражения, закрепленная на корпусе, и чувствительный элемент. Туннелирование оптической мощности происходит через зазор между призмой и чувствительным элементом, размер которого сопоставим с длиной волны источника излучения;

- частотные, в которых регистрируемое физическое воздействие изменяет частоту генерируемого, отраженного или пропускаемого оптического излучения. Измерения проводят высокоточными методами светового гетеродинирования (интерферируют две оптические волны разной частоты, при этом сигнал разностной частоты детектируется) и спектрального анализа [5]. Частотные ВОД характеризуются высокой точностью, но и сложностью исполнения, зависят от степени когерентности лазерного источника света. При этом частотные датчики (лазерный доплеровский измеритель скорости) являются по сути датчиками, где ВО не чувствительный элемент, а излучатель и приемник оптического сигнала;

- амплитудные, в которых измеряемый параметр модулирует интенсивность проходящей или отраженной оптической волны в ОВ. Амплитудные ВОД проходного типа, реагирующие на интенсивность воздействия, как правило, имеют малые габаритные размеры, поскольку чувствительный элемент представляет собой либо специально встроенное в ОВ модулирующее устройство, либо введенную в ОВ нерегулярность (разрыв, изгиб и т.д.). Такие нерегулярности могут существенно менять амплитудную передаточную характеристику ОВ. Достоинством датчиков интенсивности является их совместимость с простыми в работе и доступными системами передачи на многомодовых ОВ. Амплитудная модуляция оказывается наиболее удобной для дальнейшей обработки сигнала. Большинство схем не требует использования когерентного источника излучения, и лишь для некоторых необходимо поляризованное излучение. Таким образом ни к источнику или фотоприемнику не предъявляются особых требований;

- комбинированные, основанные на одновременном использовании двух или более видов чувствительных оптических параметров, например и частоты и фазы [1].

Амплитудным датчикам физических величин присущ общий недостаток, заключающийся в слабой устойчивости измерительной информации к дестабилизирующему воздействию. Колебания интенсивности излучения, вызванные изменениями мощности излучателя, чувствительности фотоприемника или потерями в подводящих ОВ, воспринимаются как полезный сигнал. А, как известно изменение температуры окружающей среды приводит к изменению характеристик практически всех элементов ВОД.

Из вышесказанного можно отметить, что датчики сенсорного типа, где ВО используется и как чувствительный элемент имеют преимущество над датчиками разрывного типа, т.к. не происходит потерь сигнала и нет необходимости преобразовывать сигнал для передачи по ОВ.

Такие ВОД как интерференционные, люминесцентные, с внутренними решетками отличаются сложностью технологий изготовления и большими габаритами.

При анализе ВОД основывающихся на принципе кодирования измеряемой информации, видно, что такие датчики как фазовые, поляризационные, туннельные имеют следующие недостатки:

- сложность технологического изготовления (поляризационные, фазовые, частотные, люминесцентные ВОД);
- повышенные требования к источникам оптического сигнала (поляризационные ВОД);
- специальные требования к ОВ (поляризационные и фазовые, люминесцентные ВОД);
- необходимость специальных преобразователей (фазовые, частотные ВОД);
- применение термостабильных материалов (поляризационные ВОД);
- малый динамический диапазон (поляризационные ВОД);
- большие размеры самих датчиков (фазовые ВОД);
- высокая стоимость (фазовые, частотные, поляризационные ВОД).

На этом фоне амплитудные ВОД проходного типа на макроизгибе имеют преимущества по ряду параметров перед фазовыми, поляризационными, люминесцентными и частотными: простота изготовления, технологичность, низкая стоимость, миниатюрность чувствительного элемента, небольшие размеры самих ВОД, возможность использовать широко распространенные ОВ, нет специальных требований к источникам излучения, простота преобразования измеряемых воздействий.

К недостаткам можно отнести – чувствительность к флуктуациям входного излучения, возможность только относительных измерений, низкую точность, сильное влияние изгибов и микроизгибов ОВ (изменение потерь в них порядка 1 – 10%).

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Буймистрюк, Г. Я. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем: монография/ Г. Я. Буймистрюк. – СПб, ГРОЦ Минатома, 2004 – 198 с.

2. Бусурин, В. И. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения / В. И. Бусурин, Ю. Р. Носов. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 256с.
3. Гончаренко, И. А. Датчики контроля состояния инженерных и строительных конструкций на основе оптических волноводных структур / И. А. Гончаренко, В. Н. Рябцев // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, № 2 (18), 2013.
4. Дмитриев, С. А. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы. 3-е изд., перераб. и доп. /Сб. статей под ред. Дмитриева С. А. и Слепова Н. Н. М. : Техносфера, 2010. – 608 с.
5. Окоси, Т. Волоконно-оптические датчики. Производственное издание. / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу, Х. Нисихара, К. Кюма, К. Хататэ. Под редакцией Т. Окоси. Перевод с японского Г.Н. Горбунова. Ленинград : Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1991

А.Е.ЛАГУТИН<sup>1</sup>, Ж.П.ЛАГУТИНА<sup>1</sup>

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

При анализе структуры программно-конфигурируемых оптических сетей (ПКОС) с использованием существующих принципов, методов и математических моделей возникают следующие проблемы:

- 1) имеется прямая зависимость характеристик структуры сети от параметров сервисов, предоставляемых в ПКОС (количества сервисов в сети, реализующих их приложений, а также их расположение на виртуальных узлах сети);
- 2) отсутствие единого подхода при формировании структуры, т.к. в настоящее время применяются различные технологии проектирования сетей;
- 3) отсутствие при проведении расчетов отработанных математических методов для формального описания структуры сети.

Таким образом, требуется разработка общих принципов анализа структуры ПКОС, которые были бы инвариантны относительно используемых технологий проектирования сети, сервисов и сетевого оборудования. На практике для расчетов параметров потоков данных и загрузки сетевых узлов часто используют математические модели на основе сетей массового обслуживания (СеМО), которые сложны при общих задачах анализа ПКОС из-за того, что при моделировании требуется использование данных для конкретной реализации сети, а также описание крупных сетей создает большую размерность СеМО [1].

Указанные недостатки существующих принципов и методов являются основанием для разработки нового подхода к анализу структур ПКОС. Сформулируем основные принципы анализа структуры программно-конфигурируемой оптической сети:

- главная цель анализа – исследование потоков данных в ПКОС, которые являются основными факторами, влияющими на все характеристики сети;
- основа анализа и формирования структуры ПКОС – исполняемые и взаимодействующие приложения;
- требуется обеспечить согласованность требований к работе сервисов и к возможностям сетевого оборудования.

С учетом этого, целесообразно использовать подход для анализа структуры ПКОС, при котором исследуется взаимодействие приложений как независимых источников и приемников данных в ПКОС. Тогда возможно определить параметры потоков данных между приложениями при реализации сервисов (т.е. строится информационная модель сети). После этого, с учетом расположения приложений на виртуальных и физических узлах ПКОС, вычисляются параметры потоков данных между узлами ПКОС (т.е. строится техническая модель сети). Таким образом, учитываются абсолютно все взаимодействия между приложениями [2].

Опишем структуру фрагмента ПКОС, который может быть одним из доменов сети (рисунок). Основным элементом структуры фрагмента ПКОС является контроллер.

При настройке ПКОС администратору сети достаточно в контуре управления на контроллере определить применяемые через «северный» интерфейс приложения, настроить использование этих приложений на виртуальных коммутаторах, а контроллер затем сам загрузит всю необходимую

информацию через «южный» интерфейс в физические коммутаторы, расположенные в контуре данных. Сетевым устройствам на рисунке соответствуют мультисервисные транспортные платформы (МТП) и фотонные коммутаторы (ФК). В дальнейшем подразумевается, что все сервисы в ПКОС реализуются посредством запуска и взаимодействия приложений на виртуальных сетевых элементах в контуре управления.

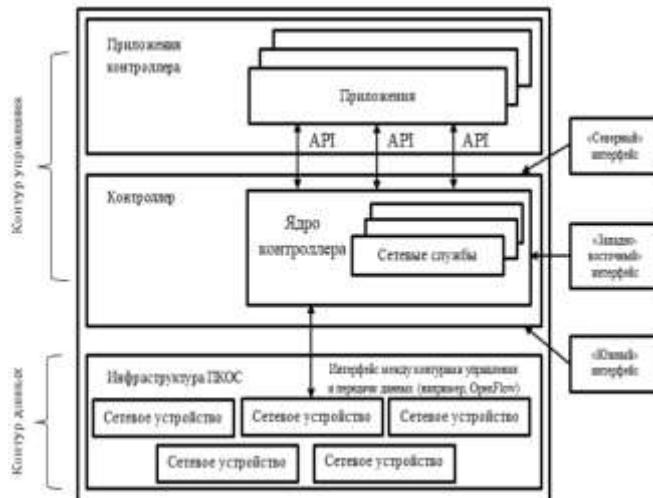


Рисунок – Структура фрагмента (одного домена) программно-конфигурируемой оптической сети

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антоненко, В. А. Концепции программного управления и виртуализации сетевых сервисов в современных сетях передачи данных / В. А Антоненко, Р. Л Смелянский. – учеб. пособие. М.: КУРС, 2020. – 160 с.
2. Леохин, Ю. Л. Оценка возможности предоставления гарантированной скорости передачи данных в программно-конфигурируемой оптической сети // Ю. Л. Леохин, Т. Д. Фатхулин. – Вестник РГРТУ. 2020. № 71. – С. 45–59.

А.Е.ЛАГУТИН<sup>1</sup>, Ж.П.ЛАГУТИНА<sup>1</sup>

#### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Агентные технологии, которые появились в 60-х годах предыдущего столетия наряду с распределенным решением задач и коллективными методами, потеряли значимость и смысл к концу 20-го века. С развитием технологий ИИ (нейронные сети, генетические алгоритмы поиска, нечеткая логики и NoSQL-запросы) возникает вопрос, что будет дальше, как применять технологические решения, полученные в ходе разработки и исследования возможностей искусственного интеллекта. Мультиагентные технологии являются наиболее перспективным направление для дальнейшего развития и применения технологий искусственного интеллекта.

Для корпораций-гигантов, которые занимают солидную нишу в мировой экономической системе, применение мультиагентных систем имеет существенное значение. С точки зрения аналитики, сокращается время на получение и обработку данных, сокращается средний срок выполнения задачи, при этом информационный поток становится более оптимальным. Применение мультиагентных технологий для достижения локальных и стратегических целей бизнеса является сегодня необходимостью, а их постоянное совершенствование и адаптация под новые рыночные условия – методом достижения лучших результатов. С точки зрения задачи распределения и поддержания товарных остатков для компаний ритейлеров, применение интеллектуальных агентов позволяет осуществлять контроль в online-режиме, адаптировать ассортимент под нужды клиентов с минимальными затратами. С точки зрения бизнеса, сокращение времени на принятие решений и получение результатов – это существенное преимущество, которое могут и обеспечивают мультиагентные системы.

В соответствии с концептом агента, как независимого ИИ-модуля со своим набором информации и деятельности для мультиагентной системы управления можно выделить несколько аспектов:

1. Задача может быть поставлена любому агенту в сети.
2. Агент будет взаимодействовать со всеми агентами в сети, что вытекает из независимости каждого агента.
3. Агент может занимать несколько ролей.
4. Агент будет искать наиболее подходящее и наименее затратное решение, чтобы предоставить результат в кратчайшие сроки.
5. Агент поставит задачу, другим агентам в сети, если не в состоянии решить ее самостоятельно.

В настоящее время наблюдается развитие агентных систем, возникших в результате технической эволюции информационных и программно-аппаратных средств современной инфосферы. Для эффективного использования агентных приложений необходимо освоить методологию и инструменты их проектирования и эксплуатации. К числу наиболее широко используемых относится агентная платформа JADE (*Java Agent DEvelopment Framework*) и соответствующая среда разработки агентных приложений. Платформа разработки мультиагентных систем JADE включает в себя динамическую среду, где могут «жить» JADE агенты; библиотеку классов, которую программисты могут использовать для разработки собственных агентов; набор графических инструментов, позволяющих управлять активностью запущенных агентов.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Симонова, Е. В. Использование платформы JADE для разработки мультиагентных приложений: [Электронный ресурс]: метод. указания / Е. В. Симонова. – Самара : издательство Самарского университета, 2017. – 62 с.

Е.А.КОЗАК

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ВИДИМОГО СВЕТА ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время, в эпоху цифровизации, на смену устоявшимся, традиционным процессам обучения приходят современные технологии, позволяющие открывать перед студентами и учащимися инновационные подходы к обучению, которые бы вовлекали их в процесс усвоения новых знаний. Технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) находят широкое применение в различных сферах жизни общества, в том числе и в образовании [1].

Изначально виртуальную и дополненную реальности развивали для военных и медицинских нужд, но со временем эти технологии стали прогрессировать в игровой индустрии. Однако в настоящее время наблюдается переход из развлекательной сферы в образовательную.

Адаптация и массовое внедрение VR и AR технологий в образовательный процесс, открывает новые возможности получения практического опыта без влияния на основные технологические процессы. В виртуальных лабораториях можно осуществлять эмпирические исследования, безопасно используя виртуальную среду. При этом совершение ошибок не повлечет за собой серьезных последствий. Применение такого рода устройств целесообразно, когда альтернативные методы являются трудновыполнимыми, неэффективными или затратными.

Из очевидных преимуществ применения виртуальной и дополненной реальности в образовательных технологиях можно выделить:

- Обеспечение глубокого погружения в изучаемый материал, вовлеченность;
- Визуализация сложных задач;
- Экономия времени и пространства;
- Обеспечения безопасной учебной среды.

Важно улучшать визуальные качества виртуальной реальности. Достигние этих целей возможно при использовании высокопроизводительного программно-аппаратного обеспечения, для функционирования которого может появится необходимость применения высокоскоростных технологий передачи данных. Решением может послужить использование технологии *Li-Fi* (Light

Fidelity), которая предусматривает применение устройств видимого света в качестве беспроводных маршрутизаторов (рисунок 1). Видимая часть спектра, расположенная в диапазоне от 400 до 800 ТГц, в десятки тысяч раз шире спектра радиоизлучения и не требует лицензирования на использование [2].



Рисунок 1 – Применение Li-Fi технологии для VR и AR устройств

Преимущества технологии *Li-Fi* по сравнению с Wi-Fi не только в более высокой скорости передачи информации, а также:

- Конфиденциальность передаваемых данных – световые волны в отличие от радиочастотного излучения распространяются только в пределах помещения, не проникая сквозь стены, поэтому не могут быть перехвачены снаружи.
- Невосприимчивость к электромагнитным помехам, в связи с чем, возможность применения там, где не допускается использование радиочастотных технологий.
- Снижение затрат на электроэнергию за счет объединения точек доступа с системой освещения [3].

Помимо перечисленных достоинств, технология *Li-Fi* открывает множество дополнительных возможностей использования. Учитывая то, что технология поддерживает высокие скорости передачи данных, она может применяться для развития и развертывания Интернета вещей (IoT), который требует обработки большого количества данных и эффективного подключения.

Не смотря на такие недостатки как короткий диапазон передачи данных и восприимчивость к световым помехам, технология Light Fidelity имеет достаточный потенциал для применения в самых различных областях и в образовательных технологиях, в том числе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разнообразный потенциал приложений виртуальной и дополненной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.statista.com/chart/4602/virtual-and-augmented-reality-software-revenue> – Дата доступа : 10.09.2022.
2. Зотин, О Беспроводные технологии. / О Зотин // Санкт-Петербург: Файнстрит. – 2016. – 84 с.
3. Li-Fi – оптическая передача данных для беспроводного доступа в Интернет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sipower.ru/stati-i-obzory-2/item/265-li-fi-opticheskaya-peredacha-dannykh-dlya-besprovodnogo-dostupa-v-internet.html> – Дата доступа : 11.09.2022.

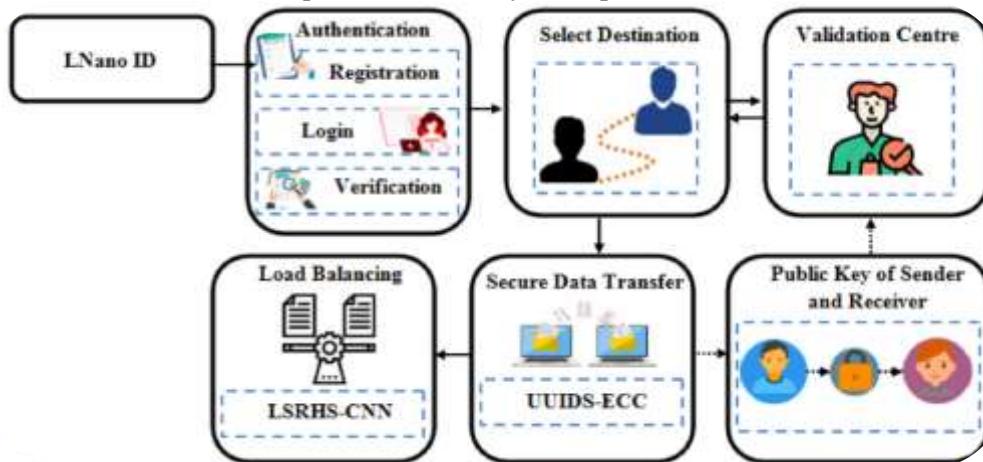
В.В.ДУБРОВСКИЙ<sup>1</sup>, А.И.ДУЛЬКЕВИЧ<sup>1</sup>

#### БЕЗОПАСНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ И ИХ БАЛАНСИРОВКА В IoT- СИСТЕМАХ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ (5G)

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Различные услуги развиваются с совершенно разными функциями и потребностями, которым не помогает существующее пятое поколение mobile cellular networks (далее – MCN) (5G) с ростом Интернета вещей. Способность поддерживать как новые, так и неизвестные сервисы с различными

требованиями обеспечивается грядущим шестым поколением MCN (6G). В то же время безопасность и балансировка данных играют ключевую роль при увеличении данных internet of things (далее – IoT). Недостаточный уровень безопасности присущ исследовательским методологиям [1]. Для решения указанной проблемы разработан исследовательский метод для безопасной передачи данных, включающий UUDIS-ECC (universally unique identifier short input pseudo-random (SiP) hash-based elliptic curve cryptography) и сверточную нейронную сеть на основе роя Rock Nutraxes с линейным масштабированием (linear scaling Rock Nutraxes swarm-based convolutional neural network, LSRHS-CNN). Предлагаемый метод включает в себя процедуры аутентификации, выбора пункта назначения, проверки, безопасной передачи данных (DT) и балансировки нагрузки (LB). Блок-схема предлагаемого метода представлена на рисунке 1. Идентификатор длины Nano ID (LNanoid) также считается именем пользователя и паролем на этапе аутентификации [2].



Для защиты данных, наряду с контролем доступа при передаче информации через небезопасную сеть, такую как Интернет, аутентификация IoT является моделью для создания доверия к машинам IoT, а также к идентификации устройств. Регистрация, вход в систему и проверка – это три протокола, предлагаемые в протоколе аутентификации.

Используя алгоритм UUDIS-ECC, данные безопасно передаются в пункт назначения после процесса проверки. Одним из наиболее эффективных методов шифрования данных является ECC, основой которого являются закрытые ключи для расшифровки веб-трафика и обеспечивающий сервисы безопасности более короткими ключами. Указанный подход приводит к экономии места для хранения ключей, уменьшению арифметических затрат и времени обработки, что вызвано использованием более короткой последовательности при передаче ключей.

С помощью алгоритма LSRHS-CNN данные IoT балансируются после безопасного DT до места назначения. Разделение веса каждым нейроном на конкретной карте признаков – это совместное использование параметров [2]. Понятие каждого нейрона, связанного только с подмножеством входного изображения, представляет собой локальную связность. Это помогает уменьшить общие параметры в системе и делает вычисления более эффективными. Алгоритм оптимизации роя Rock Nutraxes (RHSO) используется в этой предлагаемой методологии для оптимизации значений веса. Техника RHSO тестируется с использованием 48 тестовых функций, которые широко используются в области оптимизации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сети 6G. Путь от 5 к 6 глазами разработчиков / Тонг Вэнь [и др.]. – М. : ДМК-Пресс, 2022. – 624 с.
2. Yadav, K., Jain, A., Alharbi, Y., Alferaidi, A., Alkwai, L.M., Ahmed, N.M.O.S., Hamad, S.A.S. : A secure data transmission and efficient data balancing approach for 5G-based IoT data using UUDIS-ECC and LSRHS-CNN algorithms. IET Commun. 16, 571–583 (2022). – URL. <https://doi.org/10.1049/cmu2.12336> (дата обращения 19.08.2022).

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ

<sup>1</sup>*Государственное учреждение «Национальная библиотека Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Республиканское унитарное предприятие «Белтелеком», г. Брест, Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Эволюция технологий беспроводной связи привела к широчайшему проникновению услуг беспроводной радиотелефонной связи и беспроводного доступа в жизнь человека. Рост плотности абонентов, внедрение новых услуг и улучшение качества уже существующих приводят к значительному росту интенсивности передаваемого трафика. В ряде случаев это ведет к снижению качества обслуживания (QoS) на уровне доступа. Для предотвращения такого нежелательного явления прибегают к уменьшению зоны обслуживания базовых станций (БС) и увеличению их числа [1].

Аналитические решения и результаты моделирования показывают, что кластеризация пользователей сотовой связи для ретрансляции трафика друг к другу приводит к снижению трафика сигнализации, дает более высокую спектральную эффективность и лучшую энергоэффективность, чем в традиционных сотовых системах. Разработка гибких алгоритмов кластеризации сетей NGN, поможет повысить эффективности использования ограниченного ресурса энергии/спектра, а также добиться более эффективного использования сетевых ресурсов, и параметров QoS трафика для членов кластера.

При формировании кластеров могут применяться различные сценарии и критерии в зависимости от желаемой цели. Целью кластеризации может быть экономия сетевого ресурса, повышение QoS трафика, приспособление под уже существующие сети, а также под полное либо частичное изменение структуры сети.

В общем случае, задача кластеризации может рассматриваться как задача невыпуклого программирования, т.е. оптимизации невыпуклой функции. Поэтому, в общем случае может не найтись единственного решения этой задачи. Поэтому, методы кластеризации, как правило, позволяют найти частное решение, которое, в большинстве случаев, можно рассматривать как решение близкое к оптимальному или не самое плохое решение [2].

Также получаемое частное решение может зависеть от начальных условий решения задачи, поэтому получаемое решение следует рассматривать как одно из возможных решений.

В связи с тенденциями развития сетей беспроводной связи, оптимальным решением будет разработка алгоритма, который будет выбирать необходимый метод кластеризации исходя из заданных параметров. Алгоритм выбора метода кластеризации можно представить в виде блок-схемы (Рисунок 1). Данный алгоритм учитывает положение узлов связи относительно друг друга и на основе полученных данных выбирает оптимальный алгоритм кластеризации в данном конкретном случае [3].

На основе изложенной выше концепции была разработана программно-аналитическая система способная производить формирование кластеров определенным методом с возможностью изменения параметров характерных для данного алгоритма, а также параметров самой моделируемой области в виде изменения количества кластеризуемых узлов связи, их распределения в пространстве и размера области, ограничивающей положение данных узлов.

Проведем моделирования подобной ситуации. Объекты кластеризации будут подчинены нормальному закону распределения с двумя центрами сгущения. В качестве исходных параметров области примем: S=2000, N=1000. Радиус кластера для алгоритма FOREL составит R=300, исходные данные для метода k-средних выбираются исходя из результатов, полученных после работы алгоритма FOREL. Помимо уже рассмотренных алгоритмов также будет использован алгоритм DBSCAN сущность которого заключается в поиске мест наибольшего сгущения и выделении их в отдельные кластеры. Исходные параметры для данного алгоритма: минимальное количество соседей M=4, радиус окрестности поиска соседей E=50.

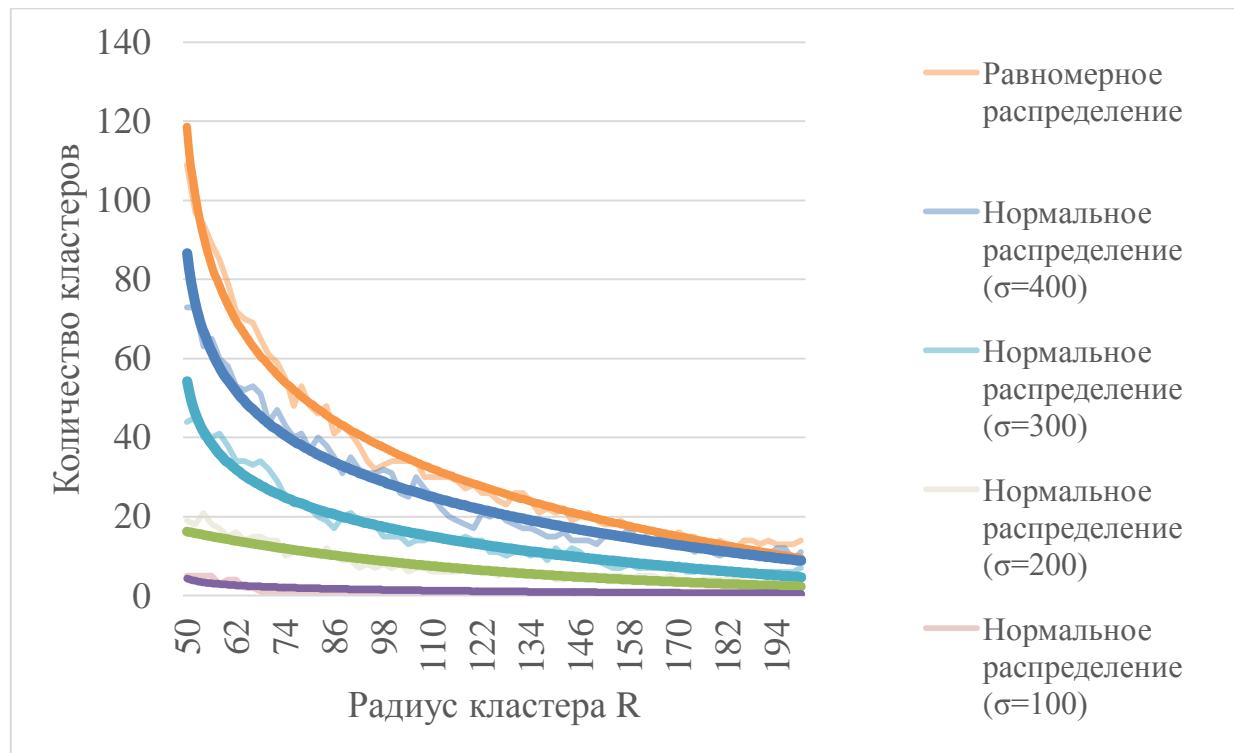


Рисунок 1 – График зависимости количества кластеров от закона распределения узлов

Анализ результатов, полученных в результате имитационного моделирования, позволяет выделить ключевые параметры организации сети на основе подвижных узлов связи. К таким параметрам относятся:

– радиус кластера, который определяется мощностью передатчика и соответственно емкостью и уровнем заряда батареи;

– количество узлов в сети, которое непосредственным образом влияет на объем передаваемого трафика и на качество управления сетью, при чем большое число узлов позволит увеличить объем передаваемой информации и одновременно затруднит управление ей, поэтому требуется искать разумный баланс между скоростью и характеристиками управления.

Особенность алгоритма k-средних в начальном определении только количества кластеров без учета радиуса кластера, а значит мощности передатчика узла связи что может привести к сбоям в работе всей сети либо потере данных при передаче.

Алгоритм DBSCAN использует в качестве входных параметров минимальное расстояние до ближайшего соседа и минимальное количество соседей на заданном радиусе. Данный алгоритм будет предпочтителен к использованию при организации децентрализованной сети, для повышения эффективности работы сети при возникновении отдельных специфических «сгущений» узлов связи в небольшом пространстве. Использование данного алгоритма позволит создать полносвязный кластер без учета «шума» в виде более удаленных узлов, что позволит обеспечить покрытие большей территории и гарантировать стабильную связь.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бузюков, Л. Б. Проблемы построения беспроводных сенсорных сетей / Л. Б. Бузюков, Д. В. Окунева, А. И. Парамонов // Труды учебных заведений связи. 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 5–12.
2. Asadi, A. Network-assisted Outband D2D-clustering in 5G Cellular Networks: Theory and Practice. / A. Asadi, V. Mancuso // IEEE Transactions on Mobile Computing December 2016. – PP. 16.
3. Hussein, O. Clustering Optimization for Out-Of-Band D2D Communications. / A. Paramonov, O. Hussein, A. Koucheryavy, Samouylov K, Kirichek R, Koucheryavy Y. // Hindawi. Volume 2017, ArticleID 6747052.11 p.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЕМА ПОСЫЛОК**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Перед тем как отправить посылку отправитель заполняет адресный ярлык либо адресные данные получателя и отправителя, а также указывает сумму объявленной ценности (при необходимости может написать на самой оболочке почтового отправления).

Данная технология занимает немало времени, особенно если клиент вручную заполняет бланки, а зачастую ему необходимо выдавать дополнительный бланк для заполнения.

Один из главных факторов, создающий очереди – это необходимость ручного заполнения документов.

Предлагается на сайте РУП «Белпочта» добавить возможность не только заполнить бланки, но также и выбрать при необходимости дополнительные параметры посылки (ценность или хрупкость), а также выбрать способ доставки (обычная, ускоренная или доставка курьером). После чего сформируется трек-номер по которому специалист почтовой деятельности сможет найти заполненный клиентом бланк и распечатать его в отделении почтовой связи.

Клиенту необходимо лишь прийти в ближайшее отделение почтовой связи и подать посылку оператору в операционное окно, которая уже будет упакована, но это не обязательно, оператор за дополнительную плату сам может ее упаковать в соответствующую упаковку.

Оператор должен будет ввести трек номер и выбрать тип посылки – «Предзаполненная посылка» – заполнен только адресный ярлык, но оплата еще не произведена.

Оператор будет иметь возможность распечатать данный адресный ярлык на принтере этикеток и наклеить его на посылку, при этом адресные данные будут находиться в системе – что избавляет оператора от процесса ввода адресных данных в систему самостоятельно, после чего продолжить прием посылки: взвесить, указать массу на адресном ярлыке, проставить оттиск календарного штемпеля, определить плату за пересылку и подать бланк отправителю, чтобы он расписался в установленном месте, тем самым подтвердив, что опасных и запрещенных к пересылке предметов нет.

Предлагается также добавить возможность оплатить посылку онлайн через сайт. Что убирает из схемы шаг с оплатой в отделении и позволяет делать все быстрее. Клиенту необходимо лишь прийти в ближайшее отделение почтовой связи и подать посылку оператору в операционное окно.

Для приема почтового отправления без очереди его необходимо будет заранее оформить и оплатить онлайн на сайте в личном кабинете. Затем клиенту нужно упаковать посылку, распечатать и наклеить бланк, на котором уже указан номер для отслеживания, и в течение 72 часов отнести в любое почтовое отделение. Постылки, оформленные на портале, должны будут приниматься сразу же, вне зависимости от числа клиентов в зале – нужно просто будет передать посылку оператору.

После обработки отправления на электронный адрес клиента, оставленный при регистрации на сайте, поступит письмо с уведомлением о приеме и чеком.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Окулич, Е. Н. Технология почтовой связи: учеб. пособие / Е. Н. Окулич, Н. А. Пархоменко. – Минск : РИПО, 2017. – 579 с.

## **МАРКЕТИНГ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ И ЕГО РАЗВИТИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г.Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада Ал-Хоразмий, г.Ташкент, Республика Узбекистан*

В соответствии с постановлением Министерства связи и информатизации от 16 января 2021 г. № 1 функции по обязательному оказанию универсальных услуг почтовой связи на всей территории

Республики Беларусь возложены на республиканское унитарное предприятие почтовой связи «Белпочта» (далее – РУП «Белпочта»). Разветвленная сеть почтовой связи Республики Беларусь, охватывающая всю территорию страны, позволяет обеспечивать повсеместную доступность почтовых и иных социально значимых услуг для физических и юридических лиц, постоянно расширяя их спектр. Важное значение на предприятии почтовой связи имеет проектирование и развитие маркетинга взаимоотношений.

Современные тенденции развития партнерских отношений обусловили появление и быстрое развитие маркетинга отношений, т. е. вида маркетинга, в основе которого лежит построение взаимовыгодных долгосрочных отношений с ключевыми партнерами: потребителями, поставщиками, оптовыми и розничными торговцами. Целью маркетинга отношений является максимизация конечных результатов своей деятельности за весь период контактов с ключевыми клиентами.

В своей основе концепция маркетинга отношений (его также называют «маркетинг партнерских отношений») базируется на тех же действиях, что и обычный маркетинг: поиске и удовлетворении потребностей клиентов. Маркетинг отношений отличается тем, что в нем гораздо больше внимания уделяется выстраиванию отношений с клиентами. Маркетинг отношений можно использовать как основной принцип для маркетинговой стратегии компании, а можно – как один из инструментов для улучшения отношений с клиентами.

С точки зрения усиления значимости стратегической ориентации в целом и маркетинга в частности следует отметить тенденцию развития различных партнерских отношений и прежде всего с существующими потребителями. Гораздо тяжелее завоевать новых потребителей, нежели повысить степень лояльности существующих. Имеющихся потребителей легче заинтересовать новыми продуктами и методами их продвижения.

При этом вероятность, что постоянный клиент совершил покупку, намного выше, чем вероятность, что товар купит случайный человек. Согласно исследованию Bain & Company, компания может увеличить свою прибыль на 25%, если увеличит показатель удержания клиентов хотя бы на 5%. Это связано с тем, что постоянные клиенты готовы делать более дорогие покупки, кроме того, они покупают больше.

Для реализации маркетинга взаимоотношений применяются различные стратегии. В маркетинге взаимоотношений можно выделить три стратегии:

**Массовая персонализация.** С помощью программного обеспечения компания собирает данные клиентов, информацию об их поведении. На основе этого выделяются разновидности покупателей и для каждого типа покупателя формируются свои рекомендации.

**Массовая адаптация** продукции к требованиям покупателей. В группе потребителей всегда есть клиенты, которые готовы платить больше: за расширенный функционал товара, решение специфических задач. Создать товар, который отвечает конкретным потребностям клиента, – хороший способ выстроить с ним долгосрочные отношения.

**Стратегия управления отношений с клиентами (CRM, Customer Relationship Management).** Это стратегия, когда бизнес выстраивается вокруг взаимодействия с клиентом: его привычек совершать покупки и так далее.

Важное значение отводится инструментам маркетинга взаимоотношений. Маркетинговые инструменты используют, чтобы выстроить с клиентами долгосрочные отношения. Наиболее распространенные инструменты маркетинга взаимоотношений:

– CRM-система. Это программное обеспечение для управления отношениями с клиентами. Такое программное обеспечение позволяет собирать и обрабатывать данные клиентов.

– Email-маркетинг. Рассылка – гибкий инструмент, чтобы сделать отношения с клиентами более индивидуализированными.

– Чат-боты. Нужны, чтобы оперативно отвечать на любые вопросы клиента и выстраивать с ним отношения.

Таким образом, применение рассмотренных стратегий и инструментов на предприятии почтовой связи позволит повысить эффективность его деятельности.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Акулич, И. Л. Маркетинг : учебник / И. Л. Акулич. -7-е изд.,перераб.и доп. – Минск : Выш.шк. 2010. – 525 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА (НА ПРИМЕРЕ БОБРУЙСКОГО РУПС)**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Существует ряд наиболее важных направлений повышения эффективности использования персонала, каждый из которых имеет свое значение: совершенствование работы с персоналом, обучение, повышение квалификации, аттестация персонала, внедрение новых технологий в производственный процесс, повышение мотивации работников, внедрение информационных технологий, мероприятия по оздоровлению персонала и т.д.

Согласно опросу, проведенного в Бобруйском региональном узле почтовой связи (далее – РУПС) Могилевского филиала Республиканского унитарного предприятия почтовой связи «Белпочта» (далее – РУП «Белпочта») в апреле 2022 г., помимо заработной платы для работников важен коллектив, в котором они работают, а также возможность карьерного роста, свободы выбора, добросовестно выполненной работы с признанием и оценкой результатов со стороны руководства. Более 50 % опрошенных соискателей одним из основных мотивирующих факторов в опросе выбрали проявление заботы о сотрудниках со стороны организации.

Для достижения более высокого уровня мотивации на предприятии, как за счет мер нематериальной мотивации, так и за счет мер материального стимулирования, рекомендуется:

- обеспечение на предприятии климата взаимного доверия, уважения и поддержки;
- установление четких целей и задач, а также справедливые нормы выработки;
- возможности для роста сотрудников и раскрытия их потенциала;
- компенсация усилий сотрудников на базе оценки их вклада в результаты, достигнутые предприятием, посредством повышения заработной платы и премий по результатам года;
- демонстрация работникам, что им нужно делать, чтобы продвигать свою карьеру.

Система аттестации работников организации должна находиться в тесном взаимодействии с другими подсистемами управления, в частности, с системой мер поощрения и наказания. Новая система аттестации должна предполагать адаптацию и использование, в ходе проведения и анализа результатов аттестации таких методов, как:

- оценка эффективности работы сотрудника;
- индивидуальное и групповое психологическое и эргономическое тестирование;
- заполнение и анализ опросников;
- структурированные тематические дискуссии и т.п.

Повышение эффективности персонала реализуется на основе использования современных методов оценки, в частности автоматизированных систем оценки персонала (People Force, HRIS/HRM-система HURMA, Хантфлоу, Experium и другие программы и сервисы).

Функциональные возможности систем:

- отслеживание производительности – обеспечивает руководству прозрачность прогресса сотрудников;
- управление целями – позволяет согласовывать конкретные, достижимые, актуальные, цели во всей организации и устанавливать дедлайны;
- обзоры и отзывы – обзоры производительности можно создавать с помощью шаблонов или библиотек, они могут быть представлены в виде обзора за часть года, ежегодного обзора эффективности, обратной связи, формы самооценки и т.д.;
- планирование преемственности – управление кадровым резервом для обеспечения подготовки ключевых сотрудников к ключевым ролям;
- планирование карьеры и развития – помогает руководителям определять пути карьерного роста для сотрудников, а также разрабатывать учебные программы и курсы для получения компетенций и сертификатов, необходимых для продвижения по карьерной лестнице и т.д.

Преимущества систем оценки персонала:

- развитие культуры, привлекая и удерживая лучших специалистов, при этом без ущерба для прибыли;
- оперативное получение отчетов;

- позволяет менеджерам предоставлять членам команды обратную связь о результатах работы в режиме реального времени;
- возможность сотрудникам оставлять отзывы, что гарантирует возможность руководству узнать об областях, которые нуждаются в улучшении;
- совмещение выбранной автоматизированной программы (системы) оценки персонала и программного обеспечения, которое уже используется в офисе;
- возможность корректировать методы оценок, инструменты и критерии оценивания, создание собственных тестов с учетом специфики функционирования компании. Простота использования, понятное меню, многопрофильность.

С целью повышения эффективности оказания услуг и удовлетворения клиентов Бобруйского РУПС предлагается внедрение системы автоматизации процессов Customer Relationship Management (далее – CRM). Система управления взаимоотношениями с клиентами – это прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с клиентами, в частности для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов.

Стандартная функциональность любой CRM-системы включает в себя базу данных по продуктам, услугам и ценам компании, информацию о состоянии рынка и конкурентах; систему планирования деятельности; модули управления контактами, управления оперативными взаимодействиями с клиентами, управления заключенными сделками и потенциальными сделками.

Внедрение системы будет способствовать выявлению и устранению существующих потерь рабочего времени, более эффективному его использованию, вследствие чего можно ожидать повышения производительности труда и уровня дохода в подразделении. Система будет полезна в период повышенного спроса на новые или наиболее востребованные клиентами услуги, когда возрастают нагрузка на ключевые должности – специалистов. CRM система будет способствовать, таким образом, грамотному и осмысленному привлечению персонала.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Зарубежный опыт оценки персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docplayer.com/117628093-Zarubezhnyy-orput.html>. – Дата доступа : 23.05.2022.
2. Экономическая эффективность внедрения CRM-систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://blogic.ru/blog/kak-rasschitat-ekonomichesku.html>. – Дата доступа : 23.05.2022.
3. Использование CRM-системы в управлении персоналом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/ispolzovanie-crm-siste>. – Дата доступа : 23.05.2022.

С.А.ШИБЕКО

## **СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

*Витебский филиал учреждения образования «Белорусская государственная академия связи»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

В современной стеганографии, в целом, можно выделить два направления [1-2]: технологическую стеганографию и информационную стеганографию. При этом методы технологической стеганографии (химические и физические) используются с момента зарождения почтовых сообщений (невидимые чернила, камуфляж и т.п.).

Наиболее интенсивно развивающейся в последнее время, является информационная стеганография. Стеганографические методы, которые реализуется на основе компьютерной техники в рамках коммуникационных или управляющих систем, составляют отдельный раздел информационной безопасности - компьютерной стеганографии.

В рамках компьютерной стеганографии рассматриваются вопросы, связанные с скрытием информации, которая хранится на носителях или передается по локальным сетям коммуникаций.

В стегосистемах в качестве массива данных может быть любая информация. Контейнер – любая информация которая предназначена для скрытия тайных сообщений. Контейнером называется несекретная информация, которую можно использовать для скрытия сообщения. В качестве сообщения и контейнера могут выступать как обычный текст, так и файлы мультимедийного формата.

Наибольшее распространение получили следующие возможные контейнеры:

- контейнер выбирается из множества существующих
- контейнер создается самой стегосистемой
- контейнер с помощью моделирования шумовых характеристик

Пустой контейнер (или так называемый контейнер-оригинал) — это контейнер с, который не содержит скрытой информации.

Заполненный контейнер (контейнер-результат — контейнер с, который содержит скрытую информацию). Одно из требований, которое при этом ставится: контейнер-результат не должен быть визуально отличим от контейнера-оригинала.

Рассматривается возможность создания контейнера с заданным распределением шума, которое мало отличается от шумов передающих каналов связи. Шум контейнера может моделироваться скрываемым сообщением с помощью процедур, которые кодируют скрываемое сообщение под шум и сохраняют модель первоначального шума. Здесь наиболее простыми выглядят алгоритмы моделирования корреляций шума, особенно высоких порядков. В предельном случае по модели шума может строиться целое сообщение.

Основным методом создания такого стегоконтейнера с «вирусной» криптозащитой может быть генерация последовательности псевдослучайных чисел в виде марковского процесса. Задавая матрицу интенсивностей процесса генерации псевдослучайных чисел в фиксированные моменты времени, можно задать алгоритм чтения контейнера. Учитывая дискретность времени появления случайного числа и вычисляя первые два момента, можно восстановить всю марковскую последовательность. В случае немарковости процесса необходимо учитывать моменты до четвертого порядка. Это сразу, экспоненциально, увеличивает объем вычислений.

Предложенный метод позволяет осуществить защиту информации, содержащуюся в сообщении. Более высокий уровень защиты может быть обеспечен при использовании немарковости процесса, который, как правило, имеет место при передачи сообщения.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Конахович, Г. Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика. / Г. Ф. Конахович, А. Ю. Пузыренко. – К. : МК-Пресс, 2006. – 288 с.
2. Аграновский, А. В. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ : Монография / Аграновский А.В., Балакин А.В., Грибунин В.Г., Сапожников С.А. – М. : Вузовская книга, 2009. – 220 с.
3. Голубев, Е. А. Стеганографические технологии – новое направление защиты информации / Т-Comm. – 2012. – № 6. – С.49–53.

В.В.СОЛОВЬЕВ<sup>1</sup>, Е.В.СЕРАФИМОВИЧ<sup>1</sup>

#### **АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПОЧТОВОМ СЕКТОРЕ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В 1999 году была принята Пекинская декларация по защите окружающей среды, кроме того эти вопросы обсуждались на 23 Конгрессе в Бухаресте, где были приняты резолюции: «Работа по защите окружающей среды», «Роль почтовых служб в вопросах окружающей среды».

Антropогенное вмешательство в климатическую систему и их последствия для каждой страны представляют собой серьезную проблему, с которой сталкивается наше поколение, и имеющую первостепенное значение для будущих поколений, отмечая, что Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций приняла в 2015 году Повестку дня в области устойчивого развития до 2030 года, которая включает пять целей, касающихся защиты климата, сокращения выбросов парниковых газов и экологической устойчивости, что делает эту область политики крайне важной для Союза как специализированного учреждения Организации Объединенных Наций, также, принимая во внимание, что назначенные операторы стран-членов Союза наряду с другими организациями почтового сектора, используют более полумиллиона транспортных средств, тысячи зданий и имеют более 5,3 миллиона работников, поэтому почтовый сектор через свою трансграничную транспортную сеть, глобальный охват самых удаленных районов и ежедневную интенсивную транспортную доставку до двери

является значительным участником глобальных выбросов парниковых газов, что делает усилия по их сокращению в этом секторе особенно актуальными.

Союз через свою программу по онлайн-решениям для анализа и отчетности по выбросам углерода уже ведет активную деятельность в области отчетности по выбросам углерода, но, тем не менее, существует жизненная необходимость в выявлении дальнейших возможностей для сокращения выбросов и проверки успеха таких инициатив, кроме того, учитывая, что многие назначенные операторы и другие организации почтового сектора стран-членов Союза уже имеют комплексную стратегию для оценки и сокращения своего собственного углеродного следа, принимая во внимание различные инициативы почтового сектора, предпринимаемые для решения этих проблем, и необходимость обмена знаниями и передовой практикой, а также согласованности политики, осознавая, что любые действия, которые должны быть выполнены, должны учитывать политические, эксплуатационные и финансовые требования, а также признавать неоднородность стран-членов Союза и их соответствующих почтовых рынков, отмечая, что многие клиенты, особенно в быстрорастущей области электронной коммерции, все чаще нуждаются в услугах почтовой доставки с полной прозрачностью их углеродного следа и мер по минимизации последствий.

На основании вышесказанного Конгресс поручает Административному совету: оценить, сообщить и вынести рекомендации следующему Конгрессу о целесообразности принятия почтовым сектором добровольных целевых показателей по сокращению выбросов парниковых газов в результате своей деятельности в течение определенного периода времени; рассмотреть и отчитаться перед следующим Конгрессом о путях, с помощью которых страны-члены Союза могут обеспечить обмен знаниями между назначенными операторами и другими участниками почтового сектора по вопросам стратегий в области сокращения выбросов, финансирования изменения климата и мер по адаптации к изменению климата, особенно в рамках почтовой технической помощи и связанных с этим инициатив в области международного технического сотрудничества, а Совету почтовой эксплуатации: дать рекомендации Административному совету в отношении вышеупомянутых добровольных целей на основе соответствующего изучения и анализа выбросов парниковых газов почтовым сектором, а также эффективных мер по смягчению последствий и адаптации.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Решения Абиджанского конгресса 2021 г. (включая заявления, сделанные при подписании Актов), Берн, 2021 г.

С.И.МИНЬКО

## **ПРОБЛЕМАТИКА ОСВЕЩЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУП «БЕЛПОЧТА» В СМИ РБ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Развитие общества тесно связано с обменом информацией, в котором важную роль играет общение - передача и прием информации различными техническими средствами. Одним из ее направлений является почтовая служба.

Также хотелось бы отметить, что услуги, оказываемые Белпочтой, пользуются большим спросом у населения и остаются актуальными и востребованными не только гражданами Беларуси, но и иностранными гостями, пребывающими в Республике Беларусь, но остаются слабо освещенными в СМИ.

Не только по моей субъективной оценке, но и по оценке международных экспертов, РУП «Белпочта» держит высокую планку не только среди государств СНГ, но и европейских стран.

Республика Беларусь, является членом Всемирного почтового Союза с 1947 года. Сегодня в ВПС – 192 страны. Эта международная организация формирует единое почтовое пространство для взаимного обмена почтовыми отправлениями.

Согласно исследованию, проведенному Всемирным почтовым Союзом, «Белпочта» вошла в Топ-10 почтовых служб мира, в которых наибольшее развитие получили электронные почтовые услуги, заняв почетное второе место. Это говорит о тесном взаимодействии Беларуси и Всемирного почтового союза (ВПС).

О том, как стремительно развивается почтовый сервис в Беларуси, рассказывают журналисты ведущих СМИ. Например, информация об открытии нового почтового отделения в районе «Каменная горка» города Минска, появилась на страницах газет «Звязда», «Аргументы и факты», «СБ. Беларусь сегодня», в эфире телеканала СТВ, на сайте информационного агентства «БелТА». А вот, о том, что Беларусь избрана заместителем председателя Всемирного почтового Конгресса в Стамбуле (председателем в 2016 году является Турция), который прошел с 19 сентября по 7 октября 2016 года, узнали, далеко не все белорусские медиа. Это, не единственный важный момент, который прошел мимо внимания средств массовой информации.

В апреле 2016 года стало известно, что Белпочта присоединилась к акции Всемирного почтового союза «Обеспечение сохранности посылок – гарантия своевременной доставки». Информационное сообщение появилось на сайте РУП «Белпочта» в разделе «Пресс-центр». А вот в СМИ эта тема не освещалась.

Высшим органом Всемирного почтового союза, является Всемирный почтовый конгресс, который созывается один раз в 4 года для рассмотрения стратегических вопросов почтовой связи и определения общей программы деятельности. Накануне съезда принято обсуждать новую стратегию на уровне региональных профсоюзов ВПС.

Таким образом, Минск стал площадкой для проведения Региональной конференции, которая состоялась 16–17 июня 2015 года. В конференции, приняли участие более 50 делегатов из 22 стран. «Я был поражен уровнем развития почтовой связи в Беларуси, особенно тем, как у вас обстоят дела с электронной коммерцией», – отметил директор Международного бюро Всемирного почтового Союза г-н Бишар Хуссейн [1].

Именно поэтому Всемирный почтовый конгресс выбрал местом проведения конференции Республику Беларусь. 25-й Конгресс Всемирного почтового союза, прошедший в Дохе в 2012 году, стал площадкой, позволяющей участникам ознакомиться с последними достижениями отрасли, объективно оценить свои возможности и определить вектор развития на ближайшие четыре года с учетом учитывать текущую экономическую ситуацию в мире и национальные особенности.

Всемирный почтовый конгресс играет ведущую роль в определенных видах деятельности, таких как применение технологий электронного обмена данными почтовыми государствами и контроль качества почтовых услуг во всем мире.

Вспомогательным инструментом для исследования тем, связанных с почтовой службой, на мой взгляд, может стать ведущий журнал Всемирного почтового союза «Почтовый союз», который выпускается на 7 языках и издается Международным бюро Всемирного почтового Союза. В журнале публикуются тщательно отобранные статьи по ключевым проблемам почтового сектора, а также интервью с лидерами отрасли. Издание распространяется среди 192 стран-членов Всемирного почтового Конгресса, в том числе среди принимающих решения государственных лиц, руководителей почтовых служб и всех тех, кто оценивает журнал, как важный источник информации [2].

Сегодня главная задача – использовать огромный потенциал почты, освещать их белорусскими СМИ, наряду с активацией уже оказанных услуг, искать и внедрять новые их виды. В условиях растущей конкуренции должны пониматься и учитываться требования клиентов. Концепция сервиса должна перейти к концепции партнерства, где почта выступает связующим звеном между потребителями и производителями услуг, товаров и информации.

В настоящее время необходимо четко понимать не только цели и задачи деятельности, но и использовать все средства массовой информации и связи для эффективного функционирования почтовой отрасли.

Одной из основных целей стратегии развития почтовых связей, является предоставление услуг, максимально отвечающих потребностям клиентов. Услуги, которые приносят больше удовлетворения, чем другие, будут более конкурентоспособными, чем их аналоги.

Обобщая и интегрируя вышеизложенное, сделаем основные выводы и заключения. На сегодняшний день РУП «Белпочта» представляет собой единый производственно-технологический комплекс, в состав которого входят 6 региональных отделений, филиал «Центр специальной связи», производственно-автомобильное производство «Минская почта», 117 региональных почтовых отделений, около 4000 почтовых отделений (из них почти 3000 в сельской местности), 11800 станций доставки и 11200 почтальонов.

Почтовая связь играет важнейшую роль для экономического и социального прогресса общества.

Проблема освещения деятельность Белпочты, в средствах массовой информации, остается востребованной и актуальной, так, как без должного подхода и понимания к этой проблеме, будет сохраняться дистанция от самого клиента почтовых услуг и самой почты, во избежание этого, нужна тесная взаимосвязь почты с местными СМИ.

Освещение деятельности белорусской почты и результатов тесного сотрудничества Всемирного почтового Союза с Белпочтой Беларуси в средствах массовой информации, позволит жителям Беларуси быстрее освоить новые почтовые технологии и повысить уровень доверия граждан к своему почтовому национальному сервису.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Всемирный почтовый союз // Организация объединенных наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.un.org/ru/ecosoc/ipur/>. – Дата доступа : 10.09.2022.

2. Дежнёва, О. Региональная конференция по Стамбульской всемирной почтовой стратегии // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minsknews.by/v-minske-startovala-konferentsiya-po-stambulskoy-vsemirnoy-pochtovoy-strategii/>. – Дата доступа : 10.09.2022.

Т.И.ХЛЕБЕЦ<sup>1</sup>, Е.Г.КОВАЛЁВА<sup>1</sup>

## **ПЕРЕВОЗКА ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Важнейшее место в деятельности почтовой службы страны занимает совершенствование обслуживания клиентов, повышение степени удовлетворенности клиентов услугами почтовой связи. Для того чтобы завоевать клиентов, необходимо изучать их потребности. Одной из потребностей клиентов является получение почтовых отправлений в целостности.

С ростом интернет-торговли и индивидуальных предпринимателей, которые занимаются продажей товаров, пересылка которых осуществляется через РУП «Белпочта», общее количество почтовых отправлений увеличилось.

Одним из важнейших этапов в работе почтовой связи является перевозка почты. Перевозка почты – это производственный процесс оказания услуг почтовой связи, путь прохождения почтового отправления от отправителя до адресата. Процесс перевозки почты включает в себя погрузочно-разгрузочные работы и непосредственно транспортировку почты между объектами почтовой связи с использованием транспортных средств. Почтовый транспорт относится к средствам почтовой связи и является одним из элементов материально-технической базы лицензиатов.

Важнейшая задача организации перевозки почты состоит в обеспечении экономичной, своевременной и бесперебойной пересылки почтовых отправлений от отправителя до адресата при обеспечении полной сохранности почтовых отправлений и их вложений. Бесперебойность и своевременность перевозки почты достигается за счет выполнения расписания движения транспортных средств. Соблюдение контрольных сроков пересылки почтовых отправлений и экономичность перевозок достигаются выбором соответствующих видов транспорта и почтовых маршрутов [1].

Все предметы, которые подвержены легкому разрушению во время обработки и перевозки, считаются хрупкими. Они обладают специфическими характеристиками – ломаются при механическом воздействии, падении, неаккуратном обращении, сильном давлении.

Упаковка должна быть без признаков повторного применения: проколов, вмятин, потертостей, без масляных и грязных следов, не допускается наличие сторонней информации, не относящейся к этому отправлению: маркировка, логотипы, надписи, штрих коды и т.д.

Размеры вложения не должны превышать допустимый вес и габарит упаковки, недопустимо выступание частей отправления за пределы упаковки.

Качественная упаковка выполняет такие функции:

- защищает вложение от повреждения и потери ценности;
- не препятствует обработке и сортировке;
- способствует правильному размещению в кузове авто, обеспечивая оптимальную эффективность перевозки.

В качестве упаковки почтовых отправлений рекомендуется применять:

- 1 для писем – почтовые конверты;
- 2 мелких пакетов и бандеролей – почтовые конверты (пластиковые, с пузырьковой прослойкой), картонные коробки;
- 3 для посылок – ящики (картонные, фанерные, полимерные, пенопластовые), мешки из ткани (мягкая упаковка) [2].

Помимо тщательной упаковки важное внимание необходимо уделять размещению груза в транспортном средстве, правильной его фиксации, отсутствию пустоты между коробками. Это гарантия, что груз будет зафиксирован, не повредится при тряске, резких ударах, случайном падении.

Правильно выбранная тара – гарантия, что почтовое отправление будет доставлено без повреждений, потери первоначальных характеристик. Упаковка выбирается отправителем и должна соответствовать характеру вложения, а также должна исключать возможность причинения вреда жизни и здоровью работников операторов почтовой связи, повреждения (порчи) вложения при обработке и пересылке, доступа к вложению без нарушения упаковки, повреждения (порчи) других почтовых отправлений.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Организация перевозки почты различными видами транспорта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ref.by/refs/47/077688/1.html>. – Дата доступа : 17.09.2022.
2. Требования к упаковке почтовых отправлений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studylib.ru/doc/106394/trebovaniya-k-upakovke-pochtovyh-otpravlenij>. – Дата доступа : 17.09.2022.

Т.И.ХЛЕБЕЦ<sup>1</sup>, Д.В.ЛЮЛЯК<sup>1</sup>

### **УСЛУГИ ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ НА САЙТЕ РУП «БЕЛПОЧТА» ДЛЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

РУП «Белпочта» – современное, технически оснащенное предприятие Беларуси по оказанию большого спектра услуг почтовой связи. В период компьютеризации и новых технологий РУП «Белпочта» идет в ногу со временем и активно работает над цифровизацией услуг, улучшая и оптимизируя их качество, делает их более доступными потребителю, предоставляя многофункциональный и удобный сервис для пользователей услуг почтовой связи.

Сайт РУП «Белпочта» предоставляет возможность юридическим лицам, не выходя из дома или офиса, воспользоваться удобными и быстрыми онлайн-сервисами.

Курьерская доставка – важный инструмент современного бизнеса и удобный, а порой – необходимый способ передачи документов и отправлений с товарным вложением. Преимущества курьерской доставки – быстрота и надежность – позволили данной услуге достичь успеха и доверия со стороны пользователей за счет качества оказания данной услуги.

Услуга «Почтовый курьер» позволяет произвести отправку/получение почтового отправления, не выходя из дома или офиса.

Услуга «Экспресс-курьер» – это доставка в течение 3-4 часов срочных документов и товаров весом до 7 кг в пределах города Минска или областного центра.

Услуга абонемент «Почтовый курьер каждый день». Пакет услуг предполагает абонементное комплексное обслуживание юридических лиц в офисе на выгодных условиях.

Для юридических лиц в отделениях почтовой связи, оборудованных факсимильными аппаратами, введена услуга – оформление подписки на периодические издания по факсу. Для этого организациям, желающим оформить подписку, необходимо заполнить форму РП-16 и переслать ее по факсу в обслуживающее почтовое отделение. В целях сокращения времени и быстроты обслуживания, на сайте РУП «Белпочта» представлены бланки для онлайн заполнения.

Отправить электронное письмо по средству Национальной почтовой электронной системы. Национальная почтовая электронная система позволяет оцифровать пересылку простых и заказных писем, в том числе с уведомлением о получении, и подтвердить факт их вручения (доставки). Система предназначена для сокращения издержек, уменьшения бумажного документооборота и оперативной пересылки документов (постановления, уведомления, повестки, счета, извещения,

справки, выписки и др.) государственных органов, юридических лиц, банковских и страховых компаний, служб жилищно-коммунального хозяйства, труда и социальной защиты, учреждений образования, здравоохранения и др.

Почтовый интернет-магазин предлагает товары с доставкой по Беларуси и в страны зарубежья. На сайте представлено более чем 15 000 наименований товаров[2].

В целях привлечения наибольшего количества потребителей, нужно постоянно рекламировать какими функциями обладает почтовый сайт «<https://belpost.by/>» в средствах массовой информации, а также проводить работы по маркетингу. Только постоянное движение вперед с применением новейших разработок и технологий даст шанс к развитию и экономической стабильности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальная почтовая электронная система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://etalonline.by/novosti/mnenie/natsionalnaya-pochtovaya-elektronnaya-sistema/>. – Дата доступа : 17.09.2022.

2. Официальный сайт Республиканского унитарного предприятия почтовой связи «Белпочта». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belpost.by/>. – Дата доступа : 17.09.2022.

Г.Е.КОБРИНСКИЙ<sup>1</sup>, И.А.СТОЛЯРОВА<sup>1</sup>

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ АТОМАТИЗАЦИИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Сфера услуг представляет собой один из самых динамичных сегментов рынка. Характерной тенденцией развитых стран мира является опережающий рост сферы услуг по сравнению с другими отраслями экономики. Это свидетельствует об увеличении вклада сферы сервиса в обеспечение роста экономики на национальном и глобальном уровнях, повышении благосостояния и качества жизни населения посредством получения доступа к более широкому спектру услуг) [4; 5; 21].

Стимулирование развития почты Республики Беларусь осуществляется посредством развития ИКТ. Качественное обслуживание клиентов на доставочном участке почтальоном обеспечит существенный вклад в основные направления перспективного развития почтовой связи в условиях происходящих изменений.

На данном этапе функционирования программ на основе автоматизации на доставочных участках функционируют: мобильный почтальон, электронный ходовик.

Объем доставляемых почтовых отправлений, печатных СМИ, пенсий и пособий каждый день не имеют постоянных объемов на доставочных участках. На сегодняшний день движение почтальона на доставочном участке осуществляется, согласно схемы движения почтальона на доставочном участке.

В рамках услуг почтовой связи повышение их качества посредством автоматизации предполагает объединение программ мобильный почтальон, электронный ходовик с добавлением функции навигатора.

Это позволит установить работу почтальонов на доставочном участке, согласно объемов, на каждый рабочий день, не допуская пустых проходов, позволит контролировать работу почтальонов на любом этапе следования на доставочном участке. С помощью навигационной системы руководитель объекта связи всегда сможет отследить, где на данный момент находится почтальон, а также, сколько времени потрачено на обслуживание клиента. В виду того, что не каждый день объемы доставляемых печатных СМИ одинаковы, объединение мобильного почтальона и электронного ходовика позволит рассчитать маршрут пути следования почтальона на доставочном участке согласно объема выполняемых работ на текущий день. Позволит вновь принятому работнику беспрепятственно осуществлять рабочую деятельность.

Объединение мобильного почтальона, электронного ходовика с добавлением функции навигатора позволит:

- качественно и максимально быстро выполнять трудовые обязанности почтальоном на доставочном участке;

- повысить качество обслуживания пользователей;

- решить проблему трудозатрат, исключив пустые проходы почтальонов;

- повысить безопасность персонала.

- позволит фактически производить расчет за выполненную работу.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волкова, А. А. Индикативный подход к прогнозированию и планированию в сфере услуг / А. А. Волкова // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2014. – № 3. – С. 45–49.
2. Волкова, А. А. К вопросу о стратегии развития региональных компаний (на примере предприятий сферы услуг) / А. А. Волкова, В. А. Плотников // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2014. – № 4 (55). – С. 38–43.
3. Пирогова, О. Е. Возможности применения методов оценки конкурентоспособности в системе управления стоимостью торгового предприятия / О. Е. Пирогова // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2015. – № 4 (26). – С. 60–64.

Д.В.ЯКОВЛЕВА<sup>1</sup>, С.Н.НЕФЁДОВ<sup>1</sup>

## ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Облачные технологии – это технологии обработки данных, в которых компьютерные ресурсы (сервера, базы данных, хранилища, программное обеспечение и т. д.) предоставляются Интернет-пользователю как онлайн-сервис [1]. Также оказываются услуги электронной почты и сервисы хранения данных. Впервые идея облачных технологий в современном понимании былазвучена Джоном Маккарти в 1960 году. Его идея заключалась в том, что вычислительные мощности будут предоставляться пользователям в качестве услуги. В настящее время облачные сервисы обеспечивают ресурсами множество приложений, которые одновременно используют большое количество пользователей.

Существуют следующие модели развертывания: частное облако, публичное облако, гибридное облако и общественное облако.

Частное облако – это внутренняя инфраструктура предприятия, предназначенная для использования несколькими потребителями, такими как подразделения, клиенты и подрядчики. Данное облако может управляться организацией самостоятельно или с участием третьих лиц.

Публичное облако – это модель развертывания облака, в рамках которой поставщик услуг владеет и управляет вычислительными ресурсами и может использоваться большим количеством потребителей.

Общественное облако – вид инфраструктуры, предоставляемый по требованию для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи. Общественное облако может находиться в совместной собственности, управлении и эксплуатации одной или более из организаций сообщества или третьей стороны.

Гибридное облако – сочетание нескольких различных инфраструктур, таких как частные, публичные и общественные, остающихся уникальными объектами, но связанных между собой стандартизованными или частными технологиями передачи данных и приложений.

В настящее время по модели обслуживания облачных технологий выделяют три основных слоя – услуги инфраструктуры, платформы и приложений.

К услугам инфраструктуры (Infrastructure as a Service – IaaS) относится возможность предоставления клиентам физических ресурсов (серверы, сетевое оборудование, накопители). Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака осуществляется облачным провайдером.

Услуги платформы (Platform as a Service – PaaS) – это модель обслуживания, в которой потребителю предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры с целью размещения программного обеспечения, разработанного на заказ, и собственных приложений. Имеется возможность создания, тестирования, выполнения, подключение систем баз данных. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, операционных систем, хранения осуществляется облачным провайдером, исключением являются разработанные сторонним исполнителем приложения.

Инфраструктура как услуга (IaaS, Infrastructure-as-a-Service) предоставляет возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения, сетями и т.д. Потребитель имеет возможность устанавливать и запускать произвольное программное обеспечение, а также может осуществлять контроль над виртуальными системами хранения данных и установленные приложения, операционными системами. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, типов используемых операционных систем, систем хранения осуществляется облачным провайдером [2].

Использование облачных технологий имеет ряд преимуществ:

- доступность и отсутствие привязанности к определенному рабочему месту;
- сокращение расходов на аппаратное обеспечение;
- предоставление веб-сервисом необходимых инструментов и программного обеспечения;
- обеспечение информационной безопасности;
- большие вычислительные мощности.

К недостаткам можно отнести необходимость постоянного соединения с сетью, вопросы конфиденциальности, ограничение использования программного обеспечения под нужды пользователя.

Концепция облачных систем на сегодняшний день охватывает различные типы услуг и успешно используется в образовании, медицине, логистике, банковской сфере, бизнесе и почтовой связи.

Использование компьютеров и сети интернет способствовали усовершенствованию системы образования, упростили подачу материала, позволили организацию дистанционного обучения.

В области медицины облачные технологии способствуют точной и быстрой диагностики, систематизации медицинской документации, в перспективе обеспечат доступ и хранение данных о пациентах, заболеваниях, результатах анализов.

В логистике облачные технологии объединяют отправителя, получателя, компанию-перевозчика, оператора. Сервис позволяет отслеживать маршрут отправлений, обеспечивает связь между работниками, что сопутствует оперативному решению проблемы, связанными с перевозками.

В банковском секторе наблюдается высокая конкуренция, вызывающая необходимость внедрения инноваций с целью повышения качества оказываемых услуг и сокращения собственных расходов. Использование облачных технологий позволяет автоматизировать финансовые процессы и решать задачи с минимальными издержками.

Сотрудники виртуальных офисов не привязаны к конкретному рабочему месту, обеспечивая тем самым экономию на аренде офисных площадей и оплате коммунальных услуг. Все данные для экономического планирования воспроизводятся в облаке [3].

В почтовой связи облачные также имеют пути развития. Обсуждается внедрение технологии блокчейн для контроля отправлений. Это позволит оптимизировать логистическую работу почты. Не исключено, что в будущем она заменит текущие механизмы учета и отслеживания отправлений, что также должно привести к общему повышению скорости и качества работы. Роботизация в почтовой связи позволяет снизить стоимость обработки заказа, увеличивает производительность работников и снижает число ошибок при комплектации посылок [4]. Некоторые страны уже работают над роботизированной системой доставки посылок с помощью фургона и группы квадрокоптеров: робот-манипулятор помещает заказы в фургон, на крыше которого находятся две платформы для посадки дронов. Беспилотники могут взлететь прямо с автомобиля с посылкой, вес которой не должен превышать 2 кг, а доставить багаж они способны в радиусе 10 км. На сегодняшний день уже внедрен робот-почтальон на колесах, разработанный компанией Starship Technologies. С помощью такого устройства можно доставлять посылки весом до 18 кг на расстояние до 5 км. Робот может ориентироваться на местности на базе алгоритма, обходить препятствия, и реагировать на светофор. Клиенты могут отслеживать местонахождение робота, установив на смартфон специальное приложение. Кроме того, программа поможет им разблокировать отделение, в котором находится посылка, и забрать ее [5].

Облачные технологии предоставляют возможность сокращения затрат организаций на программное обеспечение, а также способствуют улучшению качества услуг и развития во многих сферах.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Губарев, В. В Введение в облачные вычисления и технологии / В. В. Губарев, С. А. Савульчик. – Новосибирск : НГТУ, 2013. – 48 с.

2. Батура, Т. В. Облачные технологии: основные модели, приложения, концепции и тенденции развития / Т. В. Батура [и др.]. – Новосибирск : ФГБУН, 2014. – 65 с.
3. Облачные технологии: история, применение и безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://qwizz.ru/облачные-технологии/>. – Дата доступа : 15.09.2022.
4. Использование роботизированных стеллажей на складах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Логистический\\_почтовый\\_центр](https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Логистический_почтовый_центр). – Дата доступа : 15.09.2022.
5. Технологии в доставке: как будет выглядеть почта будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://psm7.com/technology/innovacii-kotorye-prevrashhayut-sovremenennyyu-pochtu-v-servis-budushhego.html/](https://psm7.com/technology/innovacii-kotorye-prevrashhayut-sovremenennyyu-pochtu-v-servis-budushhego.html). – Дата доступа : 15.09.2022.

В.Д.МАЧУЛЬСКАЯ

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

*Республиканское унитарное предприятие «Белпочта», г. Минск, Республика Беларусь*

Почтовая связь является неотъемлемым элементом социальной инфраструктуры общества и одним из важнейших механизмов обеспечения экономических, социальных интересов в государстве.

Важнейшее место в деятельности РУП «Белпочта» занимает совершенствование обслуживания клиентов, повышение степени удовлетворенности клиентов услугами почтовой связи.

Сервис «On-line оформление почтовых отправлений» – сервис, который позволяет пользователям услуг почтовой связи в личном кабинете на интернет-портале РУП «Белпочта» создать информацию о почтовом отправлении для последующей отправки в объекте почтовой связи/посредством почтомата, сгенерировать штрихкод почтового отправления, распечатать адресный ярлык самостоятельно или в объекте почтовой связи, загрузить информацию о почтовом отправлении в программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий работу отделения почтовой связи.

Данный сервис предоставляется физическим и юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям.

В настоящее время реализована возможность создания информации о внутренних почтовых отправлениях – мелкий пакет с объявленной ценностью, посылка, отправление ускоренной почты для последующей отправки в объекте почтовой связи.

Внедрение онлайн-сервиса отправки почтовых отправлений для корпоративных клиентов позволит автоматизировать подготовку и отправку партий отправлений, в автоматическом режиме обеспечить проверку правильности заполнения адресов, а также интегрировать информацию из систем РУП «Белпочта» в бизнес-процессы отправителя с помощью программного интерфейса.

Внедрение Электронной авансовой системы для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей посредством личного кабинета позволило обеспечить переход от бумажной технологии в цифровую, оптимизировать затраты времени на их оформление, обработку, списание и учет денежных средств.

Система предназначена для оплаты в объектах почтовой связи стоимости:

услуг по пересылке почтовых отправлений, в том числе партионных (за исключением почтовых денежных переводов и отправлений письменной корреспонденции с оттиском маркировальной/франкировальной машины);

услуг по пересылке писем в электронной форме через Национальную почтовую электронную систему;

непрофильных и дополнительных услуг;

почтовой упаковки, конвертов, марок, открыток, лотерей, газет, журналов, товаров потребительского спроса и др.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Порядок оказания услуг корпоративным клиентам с использованием электронной авансовой системы.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОРТИРОВКОЙ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ RFID ТЕХНОЛОГИИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Целью данной статьи является улучшение работы сортировочного центра, уменьшение потерь почтовых отправлений. Для достижения цели разработаны структуры данных хранения информации на метке RFID и алгоритм функционирования сортировочного конвейера

В таблице 1 отображены все поля для заполнения личных данных отправителя, получателя, № почтового отделения отправителя/получателя, индексы, вес и статус отправления (заказное, обычное), записываемые в RFID-метку.

Таблица 1 – Структура записей в RFID - метке

№ поля	Название поля	Тип поля	Размер поля
1	Уникальный № RFID- метки	Int	8 символов
2	Область отправителя	String	10 символов
3	Область получателя	String	10 символов
4	№ почтамта(отправителя)	Int	5 символов
5	№ почтамта (получателя)	Int	5 символов
6	Индекс отправителя	Int	6 символов
7	Индекс получателя	Int	6 символов
8	Статус отправления	String	8 символов
9	Вес отправления	Float/Int	5 символов

Алгоритм функционирования сортировочного конвейера представлен на рисунке 1.

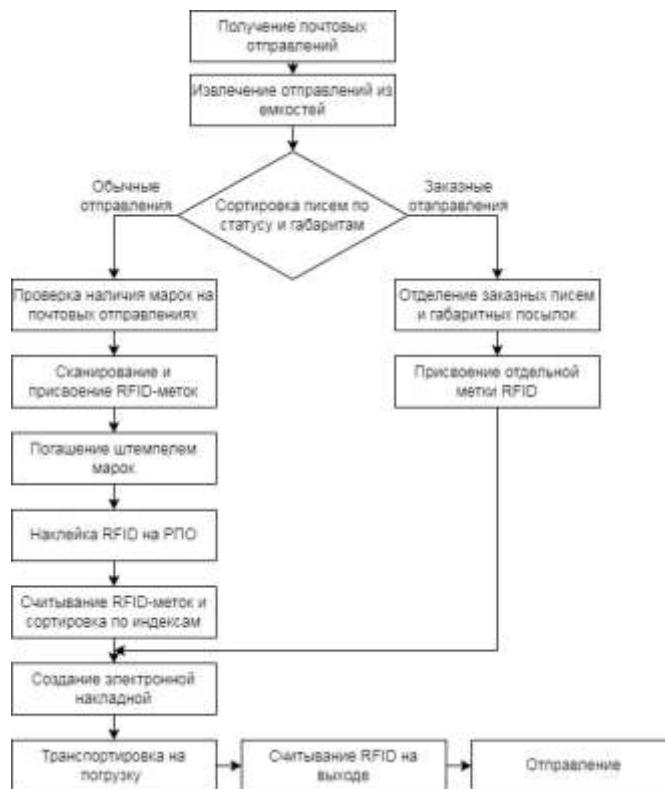


Рисунок 1 – Алгоритм функционирования сортировочного конвейера с применением RFID системы

Как видно на рисунке 1, рабочие сортировочных узла получают накладные, в которых размещается вся информация, которую необходимо будет внести позже в память RFID-меток. Затем вся почтовая корреспонденция, собранная в мешках, извлекается и начинается отправка ее на конвейер для проведения сортировки и определения типа и статуса отправления. Далее происходит отслеживание заказных писем и габаритных посылок. После окончания сортировки заказных отправлений происходит присвоение каждому из них, RFID-метки с отметкой “заказное”.

Для обычной корреспонденции осуществляется проверка наличия марок на письмах. Затем проверяется, соответствуют ли марки, наклеенные на конверте, оплате, которую необходимо было произвести отправителю.

Если оплата соответствует, письмо идет далее, иначе изымается и отправляется назад отправителю с указанием причины. После этапа проверки марок происходит сортировка всех поступивших региональных почтовых отправлений по городам. Лицевочно-штемпельные машины гасят марки на почтовых отправлениях. Марки гасятся специальным ультра-фиолетовым лучом с двух сторон, в случае, когда отправление “лежит” не так, как нужно машине. Эта процедура выполняется для того, чтобы марки на данном отправлении не использовалось дважды и более раз.

Далее выполняется наклейка метки RFID с уже заполненной информацией об отправителе и получателе. Происходит считывание RFID-меток уже отсортированных по габаритам почтовых отправлений. Затем следует сортировка по полю “индекс”.

На рисунке 2 изображен принцип работы сортировки, синхронизированной с RFID-считывателями, где каждый считыватель, обрабатывая метку, определяет, к какому региону относится почтовое отправление.

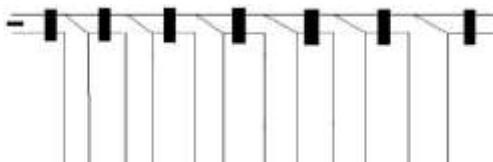


Рисунок 2 - Работа сортировки, синхронизированной с RFID-считывателями

■ - Считыватели RFID- меток, установленные на конвейер

— - Почтовое отправление.

↖ - Сдвижущее устройство

Происходит создание новой электронной накладной, которая хранится в метках, или бирках RFID. Почтовые отправления следуют на этап транспортировки в почтовый автомобиль. Перед тем, как почтовые отправления покинут пределы сортировочного узла, происходит считывание RFID-меток на выходе почтовых отправлений и информирование следующего по порядку узла почтовой связи. Это делается для сверки информации с накладными. И в самом конце почтовые отправления покидают территорию сортировочного узла.

Принцип работы сортировки почтовых отправлений заключается в определении уникального кода, проходящего через считыватель, RFID -метки.

Первые 2 цифры кода представляют собой код города. После того, как на конвейер поступило почтовое отправление, проходя через 1-ый этап проверки, считыватель получает информацию, синхронизируя ее с конвейером и в определенный момент, после прохождения нужного считывателя, конвейерный “кулак” сбрасывает считанное ранее почтовое отправление в ячейку.

Каждый считыватель запрограммирован на определенный регион (область) и при считывании информации, которая подходит, сдвижущее устройство переправляет почтовое отправление в ячейку, соответствующую конкретному региону.

**Выводы.** Применение RFID системы позволит ускорить работу сортировочного центра, минимизировать количество человеческих ошибок. Для практического использования системы, необходимо разработать программное и техническое обеспечение данной системы и провести ее внедрение.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Клаус Финкенцеллер - “Справочное пособие по RFID технологиям”, 2010.- 256с.
2. Клаус Финкенцеллер - “Справочник по RFID. Теоретические основы и практическое применение радиоустройств, транспондеров и бесконтактных чип-карт.”, 2010.- 304с.
3. В. Даниэль Хант. “Руководство по радиочастотной идентификации”, 2007.- 199с.
4. Рой Вонт. “Радиочастотная идентификация. Учебник для начинающих.”, 2008.- 204с.

5. Вайли. “RFID Системы”. 2009.- 564с.
  6. Штриховое кодирование/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gs1ru.org/technologies/codes/>.
  7. Сортировочные конвейеры/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://texnlit.ru/oborudovanie/sortirovochnye-konveiery-s-prodolnvm.html>.
  9. Сравнение RFID и штрих-кода [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.rfid.ru/about\\_rfid/48.html](http://www.rfid.ru/about_rfid/48.html).
- 10 О внесении изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь от 17 нояб. 2015 г. № 462 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. – № 1/16111.

Т.В.ПАВЛОВСКАЯ

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОРТИРОВКИ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время темпы автоматизации производства ускоряются во всем мире. Традиционные автоматизированные сортировочные системы используют тщательно разработанное конвейерное оборудование. По сравнению с ручной сортировкой такой подход позволяет увеличить производительность работы, но его реализация и обслуживание очень сложны и дороги. Он почти полностью не имеет гибкости и не обеспечивает защиты финансовых вложений. Часто технически полностью функциональная конвейерная система устаревает после нескольких лет эксплуатации из-за изменения ассортимента сортируемых отправлений.

В настоящее время роботизация стала общей тенденцией и внедряется различными крупнейшими зарубежными и отечественными компаниями. Применение роботов обходится дешевле, так как их легко масштабировать при вводе в эксплуатацию дополнительных роботов, а также можно использовать в новом помещении. Автоматическая сортировка осуществляется роботами-сортировщиками, работающими совместно с устройствами для считывания штрих-кодов. Это позволяет быстро доставлять почтовую корреспонденцию в нужный пункт отгрузки. Для достижения высокой эффективности и точности операций система сортировки может использовать большое количество роботов.

Рассмотрим последовательность выполнения операций сортировочной роботизированной системой. Сортировочные роботы – это парк быстро движущихся роботов, которые работают на основе технологии предотвращения столкновений. Они выполняют операции сортировки по маршруту, считывая штрих-коды в области, где они работают. Процесс полностью автоматизирован, что обеспечивает безопасность, эффективность и точность.

Рабочие помещают посылку на сортировочного робота, после чего он проносит ее через рамку портала и считывает информацию о заказе. Затем робот автоматически взвешивает посылку и выводит всю необходимую информацию на систему интерфейса оператора. Система управления руководит этой армией роботов в координации друг с другом и управляет всеми процессами контроля и планирования. Каждый робот движется по наиболее оптимальному пути на основе используемого алгоритма. Роботы-сортировщики используют автоматическое обнаружение препятствий, чтобы уклоняться друг от друга во время операции сортировки. Когда сортировочный робот достигает места назначения, он прекращает свою работу, останавливается и сталкивает посылку в сортировочный бункер. Посылка падает в сортировочную корзину, и на этом операция сортировки подходит к концу. В зависимости от объема работы может использоваться несколько сортировочных бункеров.

Первой робототехнической фирмой, разработавшей интеллектуальную роботизированную систему сортировки, была Hikrobot. Быстрая сортировка после считывания кода небольших посылок стала возможной благодаря интеграции сортировочных роботов с технологией быстрого считывания кода промышленной камеры и интеллектуальной системой сортировки.

Интеллектуальная роботизированная система сортировки состоит из информационной системы сортировки, системы планирования сортировки, системы управления оборудованием и системы

мониторинга операций, в которой система управления оборудованием состоит из служб управления планированием и служб считывания штрих-кода.

Эта система может осуществлять расшифровку мест доставки, точную доставку экспресс-посылок, а также запись и отслеживание информации о маршруте экспресс-посылки. Единая служба управления может обеспечить управление расписанием для сотен устройств, создание моделей карт, оптимизированное планирование нескольких маршрутов, разумное распределение задач и динамическое управление трафиком.

Такие сортировочные роботы могут перевозить посылки весом до 8 кг и двигаться с максимальной скоростью 3 м/с. Известно, что роботы высотой 19 см повысили эффективность работы на 30%. Эти самозаряжающиеся интеллектуальные сортировочные роботы могут непрерывно работать в течение 8 часов от литий-ионной батареи, а для полной зарядки которой необходимо 1,5 часа. Работникам потребуется пять часов, чтобы рассортировать такое же количество посылок, которое роботы сортируют за три часа. Кроме того, они могут совершать ошибки или испытывать стресс и усталость от перегрузок.

В 2018 году компания Geek Plus Robotics разработала робота для сортировки посылок под названием S20. Он служит инновационным и экономичным инструментом для повышения эффективности сортировки посылок. В отличие от традиционного сортировщика с поперечной лентой и обычной роботизированной системы сортировки, S20 очень гибок и прост в использовании, что приводит к экономии средств и времени. S20 сочетает в себе высокий уровень стандартизации и быстрое внедрение. Он применяет надежный алгоритм и гибкое планирование системы, чтобы найти наиболее эффективный путь.

В 2019 году Geek plus выпустила первую в мире систему сортировки роботов без стальной платформы. Высокоинтеллектуальное и гибкое планирование системы позволяет максимально сократить количество пересечений путей робота, а данные об эффективности могут превышать пиковое значение сортировки на стальной платформе. Роботы S20 используют навигацию по QR-коду, определяют направление посылки, сканируя QR-код на посылке, а затем он перемещает посылку в соответствующий рулонный контейнер для сортировки. Он может сортировать посылки больших размеров и обладает хорошей гибкостью и масштабируемостью.

Компания Amazon разработала нового робота под названием Pegasus для сортировки. На нем есть небольшая конвейерная лента, которая позволяет ему принимать посылку и размещать ее в требуемом месте в центре. Он повышает точность на 50% по сравнению с другими решениями для сортировки, сохраняя при этом функции безопасности существующей приводной системы. Роботы Pegasus также рассчитывают наиболее эффективный маршрут для каждого привода, чтобы избежать пробок на сортировочном этаже, максимально увеличить пропускную способность и плотность сортировки и улучшить контроль качества. Приводы Pegasus позволяют снизить количество ошибок при сортировке, свести к минимуму ущерб и сократить время доставки.

Преимуществами роботов для сортировки посылок являются легкая масштабируемость системы, низкая ошибка сортировки, высокая надежность системы, энергосбережение и защита окружающей среды. По сравнению с обычной системой сортировки значительно сокращается время установки оборудования и благодаря меньшей зависимости от человека обеспечивается безопасность работы для обслуживающего персонала.

Таким образом, роботизированная система сортировки может значительно снизить потребность в ручном управлении процессом сортировки, повысить эффективность и уровень автоматизации, а также увеличить точность выполнения операций.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Лукашик, Т. М. Информационные технологии в почтовой связи : учеб. пособие / Т. М. Лукашик, Т. Г. Коваленко. – Минск : РИПО, 2021. – 165 с.
2. Автоматическая сортировка. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://nissa-eng.ru/systemnye-reshenija/avtomaticheskaja-sortirovka.html>. – Дата доступа : 10.09.2022.
3. Являются ли роботы для сортировки посылок следующей важной технологией в автоматизации? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://medium.com/robosera.info/are-parcel-sorting-robots-the-next-major-technology-in-warehouse-automation.html>. – Дата доступа : 17.09.2022.

## **МЕТОДЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТРУДОВОЙ АКТИВНОСТИ РАБОТНИКОВ ПОДОТРАСЛИ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В рамках дипломного проектирования на кафедре ОТПС в дипломной работе на тему «Улучшение условий труда в Центре по обработке международной почты производства «Минская почта» рассматривался ряд социально-психологических факторов условий труда, влияющих на работоспособность работников. Под действием этих факторов формируется морально-психологический климат на предприятии, выражающийся в уровне стабильности персонала, его сплоченности, характере взаимоотношений между группами работников, настроениях, дисциплине труда, трудовой активности и творческой инициативе. Одно из предложений по улучшению условий труда на рабочих местах – проводить социально-психологические тренинги с руководящими работниками, которые позволяют обучаться эффективному межличностному взаимодействию, умению руководить, разрешать конфликты в цехе, укреплять групповую сплоченность. Однако, возникает необходимость обучения и каждого работника несложным методам саморегуляции.

В процессе деятельности любого рода возникает утомление, которое поначалу носит слабо выраженный характер. Именно в этот момент необходимо оптимизировать состояние, не допуская перегрузки нервной системы, с которой бороться уже намного труднее. Проблемы социально-психологического характера несомненно отражаются на работоспособности работников.

Современный человек испытывает колоссальные нервные перегрузки, вызванные обилием информации. И не только на производстве, но и дома (компьютер, телевизор, телефон). Все это способствует истощению нервной системы. Наше время, таким образом, отмечено возникновением или усилением целого ряда факторов, разрушительно влияющих на психическое и физическое здоровье. Борьба с негативными явлениями и является целью психической саморегуляции.

Необходимость саморегуляции возникает в следующих случаях:

1. Столкновение с трудноразрешимой, новой и необычной проблемой.
2. Проблема не имеет однозначного решения. Его или нет на данный момент времени, или имеется несколько альтернативных вариантов, из которых трудно выбрать оптимальный.
3. Состояние повышенного эмоционального и физического напряжения, которое побуждает к импульсивным действиям.
4. Решение о том, как действовать, приходится принимать, не раздумывая, в условиях жесткого дефицита времени.

5. Действия работника оцениваются со стороны, он постоянно находится под пристальным вниманием коллег, клиентов и других людей.

Для оптимизации психического состояния в саморегуляции существуют самые разнообразные методы – гимнастика, самомассаж, нервно-мышечная релаксация, аутотренинг, дыхательная гимнастика, медитация, ароматерапия, арттерапия, цветотерапия и другие. В данном тексте рассмотрим два метода.

Метод «Ключ» Хасая Алиева. Области применения: улучшение концентрации внимания и создание благоприятного психологического климата; на производстве – сокращение времени освоения новых видов деятельности; в творчестве – устранение психологических барьеров; в спорте – поддержание оптимальной физической формы и ускорение восстановительных процессов; в трудовом коллективе – нормализация межличностных отношений; еще одна область – лечение глаз. Метод не имеет аналогов во всем мире. Благодаря скорости действия, он используется для выведения детей и взрослых из стресса, полученного в результате терактов и чрезвычайных ситуаций. Даже там, где традиционная психология бессильна, метод оказывается эффективным. Метод «Ключ» – это комплекс упражнений, основанных на идео-рефлекторных приемах. В день придется тратить на занятия не более 20 минут. Его преимущество в том, что данный метод не требует отрыва от работы или дугой основной деятельности. Упражнения можно выполнять и стоя, и сидя, и даже лежа. Первое упражнение – это «Расхождение рук». Второе – это противоположность предыдущего. Третье – «Левитация рук». «Полет» – это главное упражнение комплекса. Получается что-то вроде игры, которая поможет отвлечься от переживаний.

Нейрографика – это разновидность работы с подсознанием, которая идеально подходит для улучшения внутреннего душевного состояния человека. Его основателем является Павел Михайлович Пискарев, который совсем недавно открыл это понятие для общества. Метод содержит в себе значения двух независимых слов: первое слово – это нейро, которое означает работу головного мозга человека; второе слово – графика, которое подразумевает рисование различных элементов и изображений в целом. В основу метода Павлом Пискаревым положено отображение объективной реальности посредством рисунка. Применять его просто и результат характеризуется положительной динамикой. Этот метод эффективно работает во всем мире. Его часто используют в таких сферах как: образование, терапия, педагогика, искусство. Метод раскрывает большое количество психологических проблем, решения которых можно достичь нейрографикой, а именно: избавление от разного рода стрессов; снятие напряжений; достижение поставленных целей; раскрытие человеческого потенциала; сглаживание конфликтных ситуаций в семье и коллективе; избавление от страхов; изменение восприятия окружающего мира и множество других проблем.

Чтобы рисовать изображения в нейрографике пользуются такие правила:

изложение эмоций на бумаге, так называемая спонтанность – продумать суть проблемы и очень быстро изобразить ее с помощью рисунка; любой результат рисования идеален, особенно доработанный, другими словами отсутствие оценивания – не каждый человек обладает художественными способностями, а данному шедевру не требуется оценка посторонних, таким образом, человек избавляется от закомплексованности и становится более уверенным в себе;

усовершенствованное изображение занимает все пространство на листе, так называемая неограниченность рисующего человека – изображение не имеет изначально установленных размеров;

в процессе рисования все элементы имеют свой энергетический заряд, поэтому существует такое понятие как устранение острых углов, которые являются элементом негативной энергии – в момент использования данного метода нужно иметь хорошее расположение духа, чтобы избежать на изображении острых углов, в противном случае придется их «сглаживать»; одно изображение рисовать можно бесконечно, постоянно дополняя его новыми элементами, которые способны передавать человеческие ощущения;

человеческое настроение ложится в виде линий и фигур на лист бумаги, выплескивая туда все внутренние проблемы.

Нейрографика – это специальная методика, которая помогает человеку познать себя и скорректировать свое состояние. В ее основе лежит, на первый взгляд, простой рисунок. Но, именно благодаря нему, человек способен оценить свое состояние, справиться со страхами, а также определиться в направлении дальнейшего пути.

Овладение способами саморегуляции необходимо для управления своим состоянием, для обретения уверенности, возможностью разрешать проблемные и конфликтные ситуации, обретать новые смыслы в кризисные периоды своей жизни.

Саморегуляция обеспечит работнику почтовой связи эффективное взаимодействие с окружающей средой, обретение психологической устойчивости, адаптацию в изменяющихся условиях жизнедеятельности, самосовершенствование и самореализацию.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Краткий психологический словарь. /Под общ. Ред. А.В Петровского, М.Г. Ярошевского. – М., 1985.
- 2 Шагивалеева Г.Р., Бильданова В.Р. «Психология педагогической саморегуляции». Региональный сборник научных трудов. З выпуск [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.egpu.ru/>. – Дата доступа : 10.09.2022.
- 3 Метод «Ключ» Хасая Алиева как способ саморегуляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://fb.ru/article/293797/metod-klyuch-hasaya-alieva-kak-sposob-samoregulyatsii/>. – Дата доступа : 15.09.2022.
- 4 Пискарев, П. Нейрографика: алгоритм снятия ограничений / Павел Пискарёв. – Москва: Эксмо, 2020. – 224 с.

## **РЕОРГАНИЗАЦИЯ РАЙОННЫХ УЗЛОВ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ В ФОРМЕ СЛИЯНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПУХОВИЧСКОГО РУПС)**

<sup>1</sup>*Республиканское унитарное предприятие почтовой связи «Белпочта» Минский филиал Дзержинского РУПС Пуховичского УПС*

<sup>2</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Пуховичский районный узел почтовой связи (далее Пуховичский РУПС) был создан приказом Министерства связи и информатики РБ от 18.10.95 года № 126 «О реорганизации РУС и создании районных узлов электросвязи и почтовой связи» как структурная единица Минского областного производственно-технического управления связи и информатики.

Приказом Министерства связи и информатики РБ от 12.03.1996 года № 31 «О реорганизации ОПТУС и создании областных предприятий электрической и почтовой связи» создано Республиканское унитарное предприятие почтовой связи «Минскоблпочта». Пуховичский РУПС был включен в состав в качестве обособленного структурного подразделения.

С 1 января 2004 года Пуховичский РУПС являлся структурным подразделением Минского филиала республиканского унитарного предприятия почтовой связи «Белпочта». С 01 октября 2017 года произошла реорганизация Червенского районного узла почтовой связи путем присоединения к Пуховичскому районному узлу почтовой связи, соответственно Червенский узел почтовой связи был переименован в участок почтовой связи (далее Червенский УПС). 1 марта 2021 года произошло полное присоединение Червенского УПС к Пуховичскому РУПС. Таким образом, главная касса и группа по обработке и обмену почты находятся в настоящее время в Пуховичском РУПС.

С 1 января 2022 года был реорганизован Пуховичский региональный узел почтовой связи в Пуховичский участок почтовой связи (далее Пуховичский УПС) путем присоединения к Дзержинскому региональному узлу почтовой связи. Таким образом, по состоянию на 1 апреля 2022 года Пуховичский и Червенский участки почтовой связи имеют одну группу по обработке и обмену почты, главную кассу и совмещенные внутрирегиональные маршруты, поэтому анализ маршрутов движения автотранспорта будет проводиться по двум участкам почтовой связи. Перевозка почты и печатных средств массовой информации осуществляется по 13 маршрутам, включающих 2 городских маршрута, 2 передвижных отделений почтовой связи, 9 маршрутов моторизированной доставки. На рисунке 2.1 приведена структура Пуховичского УПС.

Работниками участков почтовой связи обслуживается 507 населенных пунктов с численностью населения 96,7 тысяч человек, в том числе городское население составляет 45,2 тыс. человек, сельское – 51,5 тыс. человек. Площадь обслуживания составляет 4041,1 кв. км. Количество обслуживаемых организаций – 505.

В состав участков почтовой связи входят 58 объектов почтовой связи (далее ОПС), в том числе: 54 отделений почтовой связи (8 городских, 44 сельских, 2 передвижных); 3 пункта почтовой связи и 1 Бизнес-почта при ОПС Марьина Горка-1.

Численность населения, обслуживаемого одним отделением почтовой связи, составляет 1,61 тыс. чел.

Почтальонами Пуховичского УПС обслуживаются 134 доставочных участка, из них 25 городских и 109 сельских.

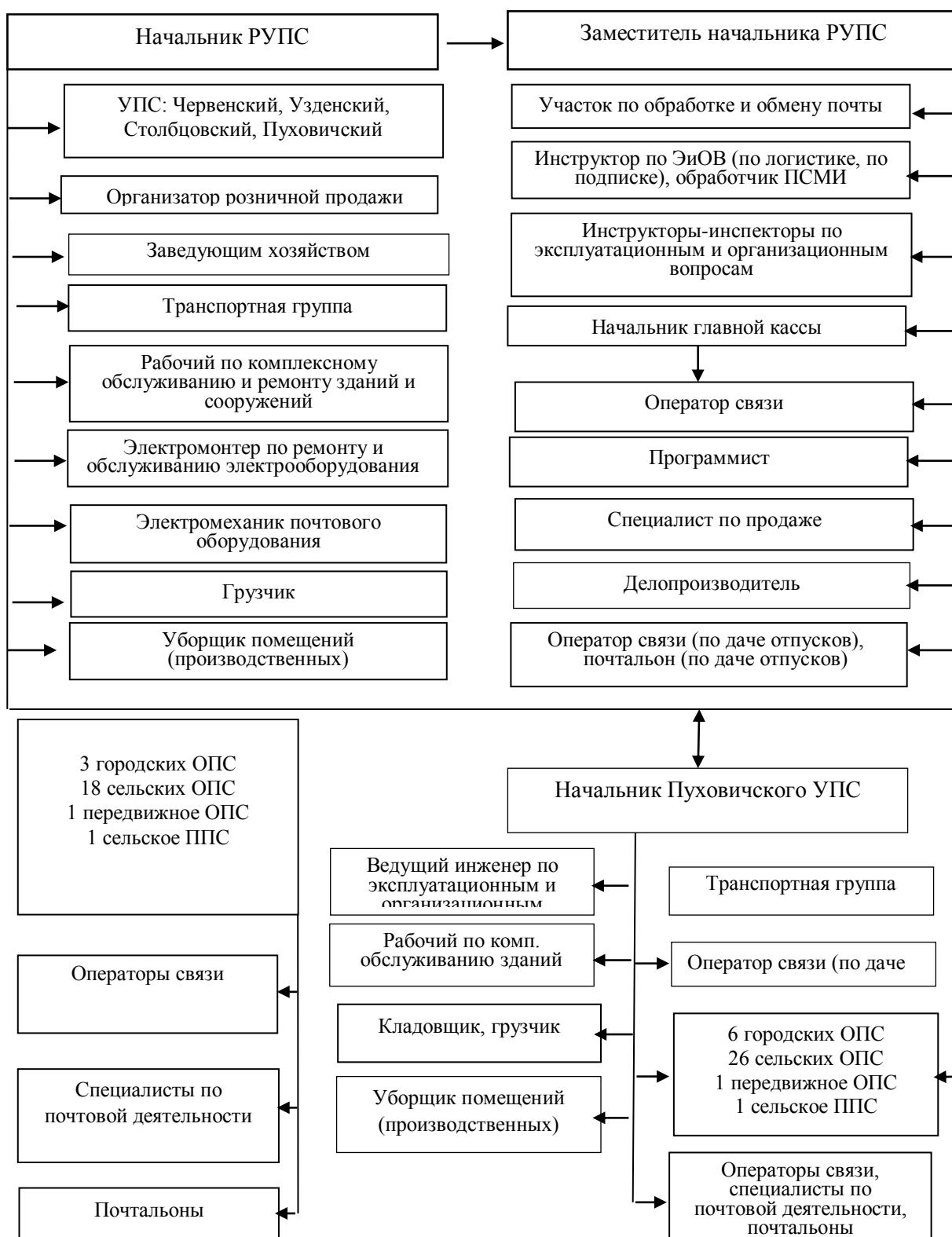
Почтальонами Червенского УПС обслуживаются 50 доставочных участков, из них 11 городских, 39 сельских.

В том числе в состав Червенского участка почтовой связи входят 18 сельских отделений почтовой связи, в том числе 1 передвижное и 1 пункт почтовой связи, 2 городских отделения связи (г. Червень и г/п Смиловичи).

На неполном рабочем дне работает 47 почтальонов (84 % от общего количества почтальонов) и 16 начальников сельских отделений почтовой связи (89,5 % от общего количества начальников);

Режим работы отделений почтовой связи устанавливается с учетом расчета численности штата отделений почтовой связи и согласовывается с местными исполнительными комитетами. Государственный социальный стандарт в области почтовой связи выполняется. В городах Марьина Горка и Червень, а также в сельских населенных пунктах, доставка почты осуществляется 1 раз в день не менее 5 дней в неделю.

**Структурная схема  
Пуховичского участка почтовой связи Дзержинского РУПС Минского филиала РУП «Белпочта»**



По состоянию на 01.04.2022 года в Пуховичском и Червенском УПС 360 сельских населенных пунктов обслуживаются моторизованным способом, что составляет 67,1 процента от общего количества населенных пунктов. Обслуживание производится по 13 маршрутам, включающих 2 городских маршрута, 2 передвижных отделений почтовой связи, 9 маршрутов моторизированной доставки. Червенский район обслуживают 4 маршрута, которые включают 1 городской маршрут, 1 передвижное отделение связи и 2 внутрирайонных. Пуховичский район обслуживают 8 маршрутов: 1

городской, 1 передвижное отделение связи и 6 внутрирайонных. Один маршрут совмещенный, в который входят населенные пункты и Пуховичского и Червенского районов.

Таким образом, реорганизация объектов почтовой связи является более или менее привлекательным средством преодоления проблем для предприятия, позволяющим избежать таких неблагоприятных последствий кризиса, как банкротство или ликвидация.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Сайт РУП «Белпочта». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://belpost.by/Okompanii/>. – Дата доступа : 20.05.2022.

Л.П.ПАЦКЕВИЧ<sup>1</sup>, Е.К.ИВЛЕВИЧ<sup>1</sup>

## **РАЗВИТИЕ УСЛУГ РУП «БЕЛПОЧТА» ПО ТАМОЖЕННОМУ ОФОРМЛЕНИЮ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В зависимости от субъектов международного почтового обмена международные почтовые отправления (МПО) могут пересыпаться для различных целей. Для физических лиц возможность пересылки покупок в МПО – удобный способ доставки импортных товаров. МПО для организаций и предприятий – это возможность осуществлять коммерческую деятельность за рубежом, пересыпать важные документы другим организациям. Независимо от целей пересылки товаров в МПО, как и любые товары, перемещаемые через таможенную границу, подвергаются таможенному контролю и осуществлению таможенных операций.

Для развития услуг РУП «Белпочта» по таможенному декларированию предлагается внедрение автоматизированной системы программной поддержки процесса коммуникации и документооборота с клиентами по таможенному оформлению международных почтовых отправлений МПО (международные почтовые отправления). Задачи проекта: создание онлайн формы заказа таможенных услуг РУП «Белпочта» в сети Интернет и системы управления содержимым web-ресурса; обеспечить Заказчику интерфейс управления информационным содержимым страниц web-ресурса в пределах установленных шаблонов страниц с авторизацией администраторов системы при внедрении проекта на сайте автоматизированной системы программной поддержки процесса коммуникации и документооборота с клиентами организации. Предлагается следующая схема автоматизации: при заключении нового договора по таможенному оформлению международных почтовых отправлений с клиентом, заявка автоматически с помощью email коммуникации и поступает в отдел Витебск-9, где она обрабатывается и составляется договор по таможенному оформлению международных почтовых отправлений, после чего договор регистрируется в программе. Данные поступают в бухгалтерию и с помощью email коммуникации клиенту на согласование и подпись.

Внедрение системы позволит: повысить эффективность договорной работы по таможенному оформлению международных почтовых отправлений в организации; организовать коммуникации с клиентами с помощью email-коммуникации (покупателями, посредниками); обеспечить ведение полного досье по контрагенту в единой базе данных; обеспечить лояльность существующих клиентов;

Процесс создания договора по таможенному оформлению международных почтовых отправлений можно разделить на 6 этапов: зайти на сайт; зарегистрироваться; авторизоваться в личном кабинете; создать новый договор; отправить договор по таможенному оформлению международных почтовых отправлений на обработку; получить подтверждение о создании договора по таможенному оформлению международных почтовых отправлений. Также с целью совершенствования процесса таможенного оформления международных почтовых отправлений предлагается усовершенствовать работу оператора внедрив онлайн-переводчик. Для этого необходимо установить в аппаратный комплекс ПАК дополнительный продукт, как функцию.

Реализация программы будет осуществляться за счет собственных средств предприятия.

В качестве направлений повышения эффективности рекламной деятельности РУП «Белпочта» Витебскому филиалу также могут быть предложены мероприятия по стимулированию персонала, разработке рекламной стратегии, реализации PR-мероприятий, модернизации сайта РУП «Белпочта» Витебский филиал.

**ОНЛАЙН ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ  
АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ В БЕЛАРУСИ: ОПЫТ  
ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА**

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В последние годы экономические исследования с использованием онлайн технологий стали представлять огромный интерес среди ученых и практиков в различных странах. Наиболее активно эти технологии подвигались при обзорах, рейтингах и оценок финансовой прозрачности муниципалитетов и регионов. Так, на основе анализа бюджетных документов, представленных в сети интернет, Beales и Thompson оценили финансовую прозрачность 134 муниципалитета в штате Вирджиния (США) по 100-балльной шкале, используя 16 критериев, сгруппированных по четырем категориям: представленная бюджетная документация, дополнительная информация, информация о расходах бюджета и информация о заключенных контрактах. Акцент в исследовании делался именно на доступности документов online [2]. Подобные исследования проводились и проводятся в Европейских странах. Примеры подходов к оценкам и рейтингам финансовой прозрачности, используемых в различных странах стали определенным вызовом к использованию онлайн технологий оценки прозрачности местных финансов и бюджетов в Беларуси.

В этой связи в период с ноября 2019 по февраль 2020 года по инициативе белорусских ученых-исследователей реализован пилотный проект оценки открытости и прозрачности местных бюджетов 128 административно-территориальных единиц базового уровня (районов и городов областного и районного подчинения) в Республике Беларусь по веб-сайтам органов местной власти [1]. Настоящее исследование было призвано оценить онлайн открытость и прозрачность местных бюджетов в Беларуси на базовом уровне, то есть в рамках районных бюджетов (118 единиц) и бюджетов городов областного подчинения (10 единиц), признанных административно – территориальными единицами (далее - АТЕ). При этом, ранее в Беларуси подобные оценки не проводились. Пилотный проект проводился с использованием упрощенной методики “snapshot assessment” («оценка моментальных снимков»), охватывающей 16 показателей (плюс два качественных критерия – глубины и актуальности представленной информации), объединенных в «индекс прозрачности» (Online Local Budget Index of Transparency – далее по тексту OLBIT);

Все это потребовало большой подготовительной работы, связанной с формулировкой критериев открытости и прозрачности местных бюджетов. Были исследованы подходы и методики разных стран в проводимых ими оценках. За основу был принят подход к оценке прозрачности бюджетных систем на основе индекса открытости бюджета (OBI), который составляется Международным бюджетным партнерством (International Budget Partnership, IBP). При этом оценивалась не только информация, непосредственно связанная с бюджетом, но и сопутствующие развитию местных территорий вопросы, например, наличие программ социально-экономического развития территории, политика заимствований, реализация инвестиционных проектов и другие. В результате в качестве 16 наиболее важных блоков информации, или оценочных показателей определились следующие, которые имели место на сайтах местных органов власти: 1) наличие раздела «Экономика»; 2) наличие отдельного раздела «Бюджет» и/или «Финансы»; 3) программа социально-экономического развития территории; 4) проект бюджета на текущий год; 5) бюджет для граждан на текущий год; 6) протоколы общественных слушаний по бюджетным вопросам; 7) наличие принятых решений об утверждении годового бюджета; 8) наличие принятых решений об утверждении отчета о годовом исполнении бюджета; 9) ежеквартальные, (полугодовые) отчеты об исполнении бюджета; 10) заявление о политике заимствования; 11) сведения о текущих заимствованиях и их погашении; 12) Информация "Инвестиционный атлас" ("Инвестиционный паспорт района"); 13) информация о реализации текущих инвестиционных проектов; 14) отчеты об исполнении бюджетных программ; 15) наличие интерфейса обратной связи (возможности написать запрос или обращение); 16) наличие статей (информационных сообщений) по тематике местного бюджета в местных СМИ.

Нами оценивался факт наличия данного раздела в структуре веб-сайта вообще и какой-либо информации, отвечающей данной тематике, в частности. Наличие соответствующей информации на веб-сайтах местных органов власти АТЕ базового уровня было оценено на 1, его отсутствие - на 0.

Таким образом, критерий соответствия показателей OLBIT для любой АТЕ может быть в пределах от 0 до 16.

Дополнительно к этой части оценки открытости и прозрачности местных бюджетов были представлены блоки информации, касающиеся широты и актуальности бюджетной информации на сайтах АТЕ. Среди них выделены следующие: глубина представленных на сайт бюджетных данных в разрезе временных диапазонов: 1 год, 1-2 года, 1-3 года, 1-4 года и более; степень актуальности информации по тематике бюджета района в разрезе публикаций с давностью (на момент проведения исследования): до 1 месяца, в период 2-3 месяцев, 3-6 месяцев и более 6 месяцев.

Для нивелирования субъективности в оценках значимости факторов открытости и прозрачности бюджетного процесса было привлечено 11 экспертов, которые оценили все 16 блоков информации по степени важности бюджетной информации для населения по 10-ти балльной системе.

Результаты оценки открытости и прозрачности местных финансов и бюджетов АТЕ показали, что обобщающий индекс OLBIT, измеряющий раскрытие информации о бюджетах локальных образований, показывает, что в среднем мы получили 43,7% от ожидаемой информации о местных бюджетах в пределах 100%-й возможной оценки. Это демонстрирует, на наш взгляд, еще недостаточный уровень бюджетной прозрачности местных бюджетов во всех АТЕ Беларусь.

Наивысшее значение индекса OLBIT получили бюджеты АТЕ Могилевской области - 62,92%, Гродненской области 57,52%, Витебской области – 51,04%, а наименьшее значение в открытости и праздничности имели бюджеты АТЕ Гомельской области – 44,09%, Брестской области 42,19%, Минской области – 32,31%.

Исследование позволило также определить наиболее открытые и прозрачные местные бюджеты АТЕ. Среди них лидерами стали: бюджет Миорского района Витебской области – 86,1% из 100% (140,82 балла), бюджет Мстиславского района 76,6% (125,18), бюджет городов Бобруйска и Могилева 75% (122,64) и 74,2% (121,32) соответственно, Бобруйского района и города Барановичи по 73,5% (120,2), Шкловского района 70,6% (115,36), Лидский и Слонимский районы 70,4% (115,18). Внизу списка с показателями уровня прозрачности менее 20% оказались Чечерский, Пуховичский, Смолевичский и Березинский районы. Характерной особенностью результатов оценки, стало то, что уровень прозрачности местных бюджетов в городских АТЕ оказался выше на 10,6 процентных пункта чем в сельских. Так, среднее значение индекса прозрачности местных бюджетов в городах составило 57,6%, а в сельских районах 47,0%.

Результаты оценки властей их усилий по полноте раскрытия бюджетной информации, выраженные в баллах, также показало большую дифференциацию. Разрыв между усилиями властей и достигнутым уровнем открытости оказался больше в отстающих регионах. Так, разрыв у лидера - Могилевской области он составляет 10%, тогда как у замыкающей список Минской области он уже превышает 17%. Получается, что соблюдение формальных подходов в наполнении сайтов бюджетной информацией обходится дешевле и проще для районов и городов, тогда как усилия по большей информированности не приносят такого же прироста в показателях открытости и прозрачности местных бюджетов. Такое положение вещей безусловно не мотивирует АТЕ к большей открытости. Распределение усилий раскрытия бюджетной информации в обеспечение открытости и прозрачности местных бюджетов по каждой из областей в разрезе среднего значения по республике позволил определить коэффициент усилий, который по своей сути показывает относительную продуктивность в раскрытии бюджетной информации всех АТЕ каждой области. Если принять средний коэффициент усилий властей за 1, то лидером стала Могилевская область -1,30, чуть меньше он составил по Гродненской области – 1,19, по Витебской области - 1,05. По Гомельской, Брестской и Минской усилия властей в обеспечении открытости и прозрачности местных бюджетов оказались менее средних - 0,92; 0,89; 0,66, соответственно, которые можно представить, как недостаточные.

Результаты реализованного пилотного проекта показали, что многие экономические исследования, касающиеся экспресс – анализа, рейтинговых оценок, обзоров можно проводить в режиме онлайн с использование несложных, упрощенных методик “snapshot assessment”, при условии качества размещенной информации на веб-сайтах, единобразия и структурированности информации, доступности, видимости, удобочитаемости, а также культуры ее размещения.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Криворотко, Ю.В., Сокол Д.В. Оценка открытости и прозрачности местных бюджетов в Республике Беларусь. Социально-экономические исследования», № 2, 2021.
2. Alt, J. and Lowry, R., 2010. Transparency and accountability: empirical results for US states. Journal of Theoretical Politics, 22(4), pp. 379-406. Режим доступа : <https://doi.org/10.1177/0951629810375641>.

## **ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАТЫ ЗА РАДИОЧАСТОТНЫЙ СПЕКТР СЕТЕЙ 5G НА ПРИМЕРЕ ВЕЛИКОБРИТАНИИ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

На начало 2022 года мобильные сети пятого поколения предлагали 200 операторов из 78 стран, и вдвое большее число операторов и стран осуществляло инвестиции в данный стандарт телекоммуникаций. Общие стратегические подходы построения и использования сетей пятого поколения в Республике Беларусь находятся в стадии разработки, поэтому столь актуально изучение мирового опыта в данной области.

В настоящее время в мире наметилось два подхода к управлению использованием радиочастотного спектра – европейский подход и североамериканский, которые различаются в особенностях лицензирования, обеспечения гармонизации и реализации стандартов [1].

Европейский подход характеризуется учетом совместных (коллективных) интересов при реализации стандартов и вмешательстве государства только в случае возникновения помех, формированием общих правил по использованию оборудования и применением единого подхода к гармонизации стандартов. Представителем европейского подхода является Великобритания. Преимущество такого подхода заключается в создании режима наибольшего благоприятствования, в стимулировании внедрения новой современной технологии 5 G со стороны государства, что позволяет существенно ускорить данный процесс. Такой подход также предусматривает создание равных условий для всех мобильных операторов, свободный доступ для всех на рынок 5 G, а сам рынок остается конкурентным, что позволяет регулировать цены на услуги по законам рынка.

Одним из вариантов управления радиочастотным сигналом, который используется в Великобритании, является применение стимулирующих цен при продаже лицензий.

Национальная стратегия «Мобильные технологии следующего поколения: 5G. Стратегия для Великобритании» была разработана в 2017-ом году (4). Стратегия предусматривала увеличение пропускной способности сети, поддержку конкуренции и инвестиций для содействия в строительстве сетей 5G, облегчение доступа к радиочастотному спектру и упрощение процедуры его лицензирования. Распределение частот осуществлялось с помощью аукционов.

В Великобритании первый аукцион по распределению частот для развития сетей связи пятого поколения прошел весной 2018 г. Процедура торгов состояла из двух этапов. На первом этапе определялся объем спектра, который получал каждый из победителей. На втором этапе определялись конкретные лоты, выигранные победителем.

В мае 2019 года Великобритания стала одной из первых стран Европы, начавшей использование 5G-сетей, до той поры они были запущены только в Швейцарии и нескольких маленьких странах, включая Монако и Сан-Марино. В то же время 5G-сети уже действовали в США и некоторых азиатских странах, например в Южной Корее.

Последний аукцион по продаже 5G-частот состоялся в Великобритании в середине марта 2021 года, на котором в общей сложности было собрано 1,356 млрд фунтов стерлингов (около \$1,8 млрд). Задержанный почти на год из-за пандемии коронавируса COVID-19, аукцион занял всего несколько дней. В рамках аукциона были распроданы частоты в диапазонах 700 МГц и 3,6–3,8 ГГц для расширения сетей 5G. Второй раунд торгов будет проведен для операторов, подавших заявки на конкретные места в диапазоне 3,6–3,8 ГГц (3).

The Office of Communications (Ofcom) является регулятором в сфере телекоммуникаций Великобритании и отвечает за аукцион по распределению частот в новой сети среди провайдеров, которые должны обеспечить сигнал и взимать плату с пользователей. Аукционы предлагают каналы на низких, средних и высоких частотах, обладающие разными характеристиками и предоставляющие разные преимущества пользователям. Однако, даже после проведения аукциона по частотам, для полного тестирования и внедрения новой технологии проходит некоторое время для обеспечения покрытия во всех точках страны и написания программ и приложений, чтобы пользователи смогли в полной мере ощутить преимущества 5G.

Для сокращения такого временного периода внедрения Ofcom упрощал доступ к спектру. Это осуществлялось на основе использования безлицензионного доступа, а также совместного

использования частот. Срок действия лицензий, выданных для коммерческого внедрения сетей 5G в Великобритании в лицензируемом диапазоне радиочастот 3400–3800 МГц бессрочно (по состоянию на 1 января 2020 года). Кроме того, операторам связи было разрешено при строительстве мобильных сетей устанавливать базовые станции в любой точке лицензионной зоны (в том числе на уровне всей территории страны). Применялся динамический доступ к спектру, когда операторы связи могли использовать лицензионный спектр, если первичный пользователь его не задействует.

Многие страны меняют налогообложение для операторов, строящих сети 5G, в том числе снижая налоговую нагрузку через повышение скорости амортизации оборудования 5G. Подобные меры применяются и в Великобритании для оборудования как оптоволоконных сетей, так и сетей 5G (4).

Великобритания планирует к 2033 году постепенно отключить сети 2G и 3G, чтобы освободить частоты для 5G. Все четыре мобильных оператора Великобритании (EE, Vodafone, O2 и Three) уже согласовали график выведения оборудования из эксплуатации для отключений 2G и 3G-сетей. British Telecom, владеющая оператором EE, объявила, что выведет из эксплуатации оборудование для 3G уже к началу 2023 года. Это должно облегчить выход на рынок новых производителей оборудования для мобильной связи 5G и впоследствии 6G, поскольку их электроника не будет обязана поддерживать устаревшие технологии.

Департамент цифровых технологий, культуры, средств массовой информации и спорта Великобритании также ведет собственные проекты разработки и тестирования цифровых сервисов на базе сетей 5G. Такие программы по внедрению и развитию сетей 5G в Великобритании фактически полностью финансируются из национального бюджета (3).

Государственная поддержка и государственное финансирование проектов обеспечивает дополнительное стимулирование использования возможностей сетей 5G, что приносит выгоду как потребителям, так и бизнесу по всей стране. Осуществляется переход от использования аукционов для распределения частот к прямому бюджетному финансированию долгосрочных проектов в сфере телекоммуникаций.

При решении вопроса оплаты за радиочастотный спектр, важно оценить влияние финансовой нагрузки в виде прямой и косвенной платы за спектр на инвестиционные возможности операторов сотовой связи и проанализировать, возможно ли вообще увеличение платы за спектр для сетей 5G. Критерием оценки расходов на спектр предлагается сделать соотношение всех косвенных и прямых затрат, связанных с доступом к спектру, и доходов операторов. Мировой опыт показывает, что для успешного развития сетей и сервисов, как правило, необходимо удерживать это соотношение на уровне менее 5%. Превышение этого уровня ведет к замедлению развития и стагнации отрасли. За десятилетний период 2008-2018 гг. усредненная доля совокупных платежей за спектр от доходов операторов Великобритании составляла 8,4%. Таким образом, несмотря на то что для сетей 5G будут распределяться гораздо более широкие полосы частот, чем для сетей предыдущих поколений, общие затраты операторов на доступ к радиочастотному спектру 5G должны быть сопоставимы с затратами на полосы радиочастот для предыдущих поколений или не должны превышать их. При этом общая нагрузка платежей за спектр должна сохраняться на приемлемом уровне, не отнимая у операторов значительные средства на развитие информационной инфраструктуры и сервисов сетей 5G. Это позволит избежать негативных последствий для отрасли и экономики в целом (5).

Великобританию можно назвать примером гибких регуляторных процедур по присвоению частот. По мнению властей, решение поможет освободить частоты для связи, используемой для высокотехнологичных устройств: беспилотных автомобилей, летательных аппаратов и устройств с доступом к виртуальной реальности.

Опыт Великобритании показывает необходимость сохранения конкуренции на рынке услуг подвижной связи при выведении 5 G. При этом важно не допустить роста платежей за использование радиочастот, так как мировой опыт показывает, что это ведет к сокращению инвестиций в сети. Главным условием для ускорения процесса перехода к самой современной технологии цифровой экономики выступает обеспечение государственной поддержки и режима наибольшего благоприятствования для операторов связи.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. H.Mazar. Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques. Изд-во Wiley, 2015
2. <http://www.ofcom.org.uk>.
3. TADVIZER Государство Бизнес Связь Технологии (рынок Британии)  
<http://www.tadvizer.ru/index.php/>.

4. Review of the authorization regime for spectrum access), декабрь 2017 года, Ofcom.
5. <https://digital.gov.ru/uploaded/files/kontseptsiya-radiokontrolja-prilozhenie-5.pdf>.

Е.С.РОМАНОВА

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕФИНИЦИИ «ПОТЕНЦИАЛ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

*Учреждение образование «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), объединяющие методы, процессы и программно-технические средства, интегрированные с целью сбора, обработки, хранения, передачи и представления информации, быстро распространяются по миру. По данным Международного союза электросвязи в 2021 году более 90 % мирового населения располагало мобильными средствами связи, 95 % - имело доступ к сети подвижной широкополосной связи, из них 88 % - по технологии 4G. Проникновение абонентов мобильной сотовой связи во всем мире достигло рекордных 110 абонентов на 100 жителей. Интернетом пользовалось около 4,9 миллиарда человек, или примерно 63 % от всего населения [1]. В условиях пандемии COVID-19, ИКТ и Интернет сыграли жизненно важную роль в обеспечении непрерывности деловой активности, трудоустройства, образования, предоставления основных услуг гражданам, развлечений и общения. Цифровые платформы и услуги позволили внедрить множество инноваций, которые помогли снизить медицинские, социальные и экономические издержки и повысить устойчивость к будущим кризисам. Однако, несмотря на это, потенциал ИКТ в полной мере не реализован, причиной чего, в числе прочего, является отсутствие понимания содержания как самой дефиниции «потенциал информационно-коммуникационных технологий», так и источников его формирования и механизмов воздействия на экономику субъектов различного уровня. Исходя из этого, уточнение понятия «потенциал информационно-коммуникационных технологий», указание его сущностных признаков и ограничение от всех иных родственных понятий, можно считать одной из актуальных научных и практических задач.

Базовый термин «потенциал» является производным от латинского слова «potentia», которое переводится как «сила», «мощь». В различных науках данное понятие трактуется по-разному. При этом, если в точных науках понятие потенциала и родственных к нему дефиниций являются однозначными и общепринятыми, то в гуманитарных науках (и, в частности, в экономике) данным понятием часто обозначают существенно отличающиеся друг от друга категории. Исследование и обобщение теоретических взглядов ученых показало, что вопрос о природе потенциала является одним из наиболее дискуссионных в современной науке, что стало причиной формирования нескольких концепций в рамках общей теории потенциалов. Приверженцы одной концепции считают, что «потенциал» представляет собой конгломерат ресурсов. Сторонники другой - трактуют потенциал как результат экономических и производственных отношений между субъектами хозяйственной деятельности. Последователи третьей концепции под потенциалом понимают способность экономического субъекта обеспечивать свое долговременное функционирование и достижение стратегических целей при данном количестве, качестве и структуре ресурсов. Однако, при всем многообразии научно-методических подходов, их ретроспективный анализ указывает на устойчивую тенденцию к смещению акцентов от ресурсной концепции потенциала в сторону результ ativной концепции (разделяемую и авторами данного исследования), в рамках которой потенциал трактуется как *способность экономического субъекта обеспечивать максимально возможный результат от своей деятельности*.

Современной наукой также принципиально не решен вопрос о идентификации и упорядочиванию носителей потенциала и, как следствие, построению системы их иерархии. Исходя из понимания потенциала как некого признака (свойства) объекта, неотделимого от него, авторы многочисленных публикаций придают потенциальные способности практически любым объектам, процессам или явлениям. Анализ публикаций показывает, что в качестве носителей потенциала рассматриваются как субъекты экономики, так и их отдельные компоненты (основные средства, технологии, материально-технические, трудовые, финансовые ресурсы), функции или виды деятельности (инвестиционная, инновационная, маркетинговая и т. п.). Придание потенциальных свойств отдельным элементам экономических систем характерно для сторонников ресурсной

концепции потенциалов, в рамках которой понятие потенциала отождествляется с понятием совокупности ресурсов. В исследованиях, разделяющих точку зрения на определение потенциала как способности субъекта к осуществлению определенной деятельности, разнообразные ресурсы рассматриваются не как носители потенциалов, а как факторы, определяющие возможности осуществления произвольного вида деятельности [2].

ИКТ, наряду с трудовыми, финансовыми, материально-техническими и другими ресурсами, является фактором практически любого вида деятельности. В современной экономике ИКТ рассматриваются как основа совершенствования процессов производства, организации и управления, главенствующий фактор воспроизводственной деятельности, драйвер информационного и финансового обмена, снабженческой и логистической деятельности. Информационно-коммуникационные технологии имеют глобальный характер распространения и используются субъектами экономики любого уровня практически во всех отраслях экономики.

Так, например, в рамках сформулированного выше результативного подхода к пониманию экономического содержания потенциала, производственный потенциал, присущий любому субъекту хозяйствования, может быть определен как его способность обеспечивать выпуск разнообразной продукции в необходимом потребителю количестве и качестве, т.е. получать максимально возможный производственный результат. Основой производственного потенциала предприятия выступают технико-технологические ресурсы, т.к. именно они заключают в себе способность или возможность производства. Материально-вещественные, трудовые и финансовые ресурсы являются неотъемлемой составляющей производственной деятельности любого экономического субъекта, а их состав, количество и качество – одним из факторов, определяющих результаты этой деятельности. Именно данные ресурсы в совокупности с внешними факторами (конъюнктурой рынка, политической и демографической обстановкой и др.) и формируют базовые условия результативности данного вида деятельности. Вместе с тем, наряду с базовыми факторами, в настоящее время значительное влияние на производственный потенциал предприятия в части ускорения процессов создания, накопления и использования материальных и финансовых ресурсов оказывают информационно-коммуникационные технологии. Они становятся основным источником организации производственного процесса, связывающим звеном между другими видами ресурсов, поэтому также должны рассматриваться в качестве фактора обеспечения максимального результата от производственной деятельности субъекта хозяйствования, т. е. в данном случае потенциал информационно-коммуникационных технологий можно определить как максимально возможный результат производственной деятельности субъекта экономики, обусловленный имеющимися информационно-коммуникационными технологиями. Т. е. рассматривать его как частный случай (производную) от производственного потенциала.

Таким образом, в наиболее общем виде, под потенциалом ИКТ следует понимать максимально возможный результат произвольного вида деятельности субъекта экономики, обусловленный имеющимися методами, процессами и программно-техническими средствами, объединенными с целью сбора, обработки, хранения, передачи и представления информации, а также использования ее в интересах пользователей.

Такое понимание обеспечивает согласованность дефиниции «потенциал информационно-коммуникационных технологий» с родственными понятиями, позволяет определить его место в иерархии потенциалов, дает возможность разработать методику оценки как самого потенциала ИКТ, так и определяемых им предельных возможностей потенциалов более высокого уровня и, соответственно, обосновать направления практического использования потенциальных величин в управлении различными экономическими субъектами.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Measuring digital development «Facts and figures 2021» [Electronic resource] // ITU. – Mode of access : <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>. – Date of access : 15.06.2022.
2. Карапейчик, И. Н. Классификация потенциалов экономических субъектов: методологические аспекты и возможные решения / И. Н. Карапейчик // Актуальні проблеми економіки. – 2013. – № 1. – С. 20–31.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАТЫ ЗА ВЫДЕЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА ОПЕРАТОРАМИ СЕТЕЙ 5G**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Для любого ресурса, включая радиочастотный спектр, основной экономической целью является максимизация выгод для общества, которые могут быть получены от этого ресурса. В качестве важного механизма обеспечения эффективного использования ресурсов спектра выступают цены [1].

Могут быть выделены следующие задачи ценообразования на спектр 5G:

- эффективное использование ресурсов спектра путем обеспечения достаточных финансовых стимулов;
- покрытие расходов на деятельность по управлению использованием спектра;
- содействие достижению социально-экономических и культурных выгод для страны, полученных за счет использования спектра;
- получение доходов государством от использования спектра операторами.

Принципы ценообразования на спектр 5G:

- спектр должен использоваться с наибольшей ценностью;
- при существовании избыточного спроса на спектр ценообразование является инструментом, стимулирующим использование спектра с максимальной отдачей;
- цены могут определяться с помощью рыночных механизмов или в административном порядке регулирующим органом;
- справедливость и объективность – цены должны основываться на объективных факторах и ко всем владельцам лицензий в данной полосе частот следует относиться на справедливой основе;
- прозрачность – должна быть ясна основа, на которой рассчитываются цены или сборы;
- при отсутствии дефицита следует устанавливать цены, позволяющие возместить затраты на управление спектром.

5G в конечном итоге будет развернут в нескольких диапазонах – низких (ниже 1 ГГц), средних (1-6 ГГц), высоких (> 6 ГГц).

Основное внимание уделяется С-диапазонам (3,3-3,8 ГГц) и mmWave (26/28 ГГц).

На сегодняшний день более 20 стран используют С-диапазон (рисунок 1).

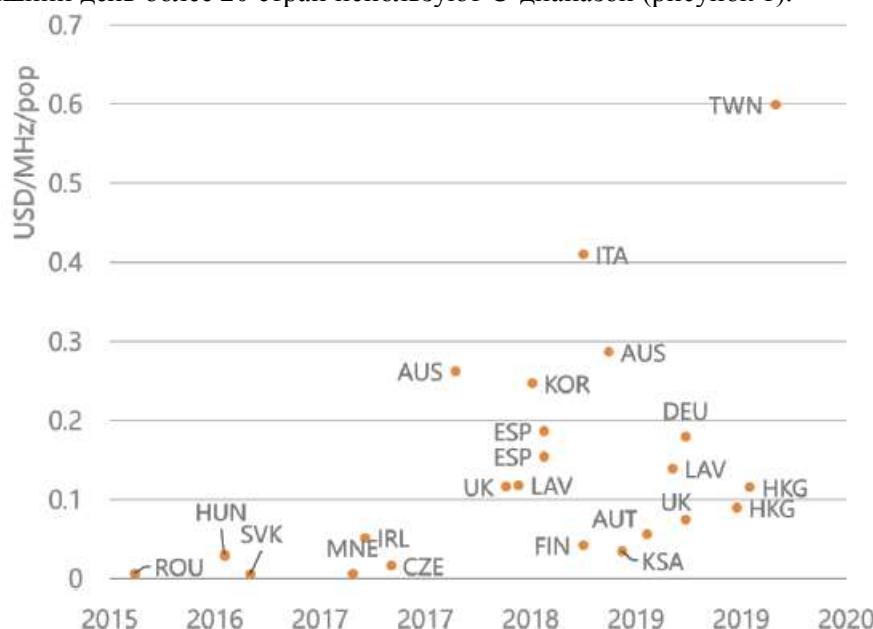


Рисунок 1 – Использование С-диапазона различными странами

При ценообразовании на спектр 5G учитываются следующие факторы:

- инвестиции, необходимые для развертывания сети 5G; как правило, более низкие аукционные резервные цены и более открытый подход к совместному использованию сети;
- баланс между возможностью доступа к большой полосе пропускания (80-100 МГц) и поддержанием адекватной конкуренции на уровне сети и услуг;
- восприимчивость к использованию сравнительных тендеров или гибридных решений с акцентом на неценовые критерии.

Сравнение резервных цен и аукционной премии на аукционах с частотой 3,5 ГГц приведено на рисунке 2:



Рисунок 2 – Сравнение резервных цен и аукционной премии на аукционах

Различные подходы к присуждению аукционных премий и ценообразованию наблюдаются в разных странах, и эти подходы также различны в зависимости от диапазонов спектра.

Регулирующим органам следует сосредоточиться на устраниении препятствий на пути инноваций и обеспечении гибкости нормативно-правовой базы для обеспечения доступа к спектру.

Технические решения, обеспечивающие более гибкий доступ и улучшенное использование спектра, могут изменить характер управления спектром, в том числе и ценообразование [2].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. МСЭ, ИКТ Инструментарий регулирования.
2. Spectrum pricing for 5G: a global perspective [Electronic resource]. – Mode of access : plumconsulting.co.uk. – Date of access : 14.03.2022.

О.В.ПОЛИТЕВИЧ

## РАЗВИТИЕ СЕТЕЙ 5G В ЛАТВИИ

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Одной из стран, развивающей на своей территории сеть 5G, является Латвия. Ее преимуществами в этой сфере являются: наибольшие объемы экспорта ИКТ в Прибалтике; развитие ИТ-индустрии как стратегического приоритета политики государства; специализированные городские инновационные зоны для тестирования решений для умных городов; наличие базовых станций 5G.

Прекращение аналогового вещания в середине 2010-ых годов позволило высвободить частоту в диапазоне 800 МГц для использования в сфере мобильных услуг. Утверждение Европейской

*Цифровая экономика, система менеджмента качества, организация, управление и маркетинг  
в отрасли связи*

комиссией финансирования оптоволоконных сетей помогает осуществлению правительственной программы по строительству национальной сети.

Крупнейшими мобильными операторами (по количеству клиентов) являются: Bite Latvija (GSM), Latvijas Mobilais Telefons (GSM) и Tele2 (GSM). Согласно последнему исследованию Tefficient AB Латвия занимает 9-ое место в мире по пользованию мобильными данными; на одну SIM-карту в месяц приходится 22,4 Гб.

В Латвии насчитывается 20 баз 5G, 13 из которых располагаются в Риге. Также провайдер LMT, в сотрудничестве с компанией Mikrotik, создал маршрутизатор для 5G. Это один из немногих мобильных операторов в Восточной Европе, предлагающих доступ к новейшей сети «NB IoT».

С 2014 года все действующие в Латвии мобильные сети обязаны соблюдать единые тарифы на связь между собой, которые регулярно обновляются Комиссией по регулированию общественных услуг. Верхний предел тарифов установлен на уровне EUR 0,0105 в минуту.

Подключение к интернету через DSL, оптическую линию или LAN предлагается некоторыми операторами. В Латвии 97% домохозяйств с доступом к интернету пользуются широкополосными подключениями со скоростью более 2 Мбит/сек. [1].

Государственным регулированием частот в Латвии занимается «Elektroniskie sakari», по мнению руководства которой в Латвии для мобильных сетей пятого поколения наиболее вероятно использование полосы 700 MHz, диапазона 3,5 GHz и полосы выше 6 GHz, которые используются интернет-провайдерами, государственными службами и которые придется освобождать под нужды 5G. Наиболее перспективной для использования сетями 5G является полоса 700 MHz, но и она сейчас применяется для передачи телевизионного сигнала. Чтобы ее освободить, нужно перепланировать план ТВ-частот и обновить оборудования операторов [2].

В первой части аукциона в декабре 2021 г. были проданы права на использование трех основных полос. Начальная цена каждой основной полосы составляла 2,2 млн.евро, каждый участник мог получить одну основную полосу. В ходе восьми аукционов права на использование каждой из трех основных полос за 8,803 млн.евро получили три латвийских оператора мобильной связи. Во второй части аукциона были проданы права на использование дополнительных полос. Начальная цена каждой полосы составляла 150 тыс.евро, а каждый участник аукциона мог приобрести до двух дополнительных полос (табл. 1).

Таблица 1 – Итоги аукционов в Латвии [3]

Оператор	Полоса частот, МГц	Срок использования	Начальная цена (млн.евро)	Цена (млн.евро)	Дата аукциона
LMT	713-723; 768-778	01.02.2022- 31.01.2042	2,2	3,523	16.12.2021
Tele2	703-713; 758-768			2,42	
Bite	723-733; 778-788			2,86	
LMT	748-758			2,235	
Tele2	738-748	01.02.2025- 31.01.2042	0,15	2,235	16-17.12.2021

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бизнес-справочник по Латвии 2021/2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.liaa.gov.lv/lv>. – Дата доступа : 15.02.2022.
2. Что такое мобильная связь 5G и готова ли Латвия к ее внедрению [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gorod.lv/novosti>. – Дата доступа : 25.02.2022.
3. Операторы мобильной связи заплатят за спектры радиочастот 5G более 13 млн евро [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rus.tvnet.lv>. – Дата доступа : 01.03.2022.

Е.Е.МАРЧЕНКОВА

**ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СВЯЗИ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

В условиях цифровизации всех сфер человеческой жизнедеятельности начался поиск новых форм повышения конкурентоспособности предприятий, в том числе и в отрасли связи. Большое

значение при этом приобретают инструменты электронного маркетинга, важнейшим из которых является веб-сайт.

**Веб-сайт** – основное средство взаимодействия компании и целевой аудитории в интернете. Данный инструмент открывает для всех предприятий новые возможности по созданию, построению и управлению взаимоотношениями с клиентами. Организация получает целый ряд преимуществ при применении такого маркетингового инструмента в своей бизнес-деятельности. Эти преимущества включают в себя увеличение производительности компании, использование дополнительного способа продажи товаров и услуг, возможность прямого выхода на покупателя, совершенствование бизнеса, улучшение взаимоотношений с клиентами, возможность заполнения дополнительных рыночных ниш, мгновенный способ сбора статистических данных [1].

Основой существования и развития любого сайта должна быть определенная бизнес-модель, которая обязательно должна ориентироваться на его функциональность. При этом должна обязательно учитываться отраслевая специфика компании, и предприятия связи здесь не исключение.

**Контекстная реклама** - это небольшие рекламные блоки, которые демонстрируются пользователям на странице поисковой выдачи или на партнерских сайтах.

Важнейшим преимуществом контекстной рекламы является то, что ее можно очень точно сфокусировать на целевую аудиторию. Объявления могут демонстрироваться с учетом возраста, географического положения, интересов, пола и других пользовательских критериев.

**Таргетированная реклама** отличается максимально точной направленностью на конкретную целевую аудиторию, поэтому она открывает более широкий выбор вариантов сегментирования. Этот инструмент «раскрутки» в интернете получил большое распространение в социальных сетях. В них пользователи добровольно оставляют определенное количество информации о себе и своих интересах. Данный вид рекламы позволяет ее направлять на подписчиков определенных сообществ, студентов конкретных вузов и другие специфические группы аудитории.

**Нативная реклама** подразумевает использование ненавязчивых подходов к демонстрации позитивного образа компании или продукта. Обычно рекламный посыл органично встраивается в контент площадки размещения (сайт, сообщество в социальных сетях, видео на YouTube-канале и пр.). Такая реклама направлена на формирование лояльного отношения аудитории, позволяет преодолеть баннерную слепоту и отличается достаточно высокой эффективностью. К примеру, люди доверяют любимому блогеру, поэтому они позитивно относятся к его рекомендациям или личному выбору. Единственным недостатком этого метода продвижения в сети Интернет является очень высокая стоимость. Поэтому нативную рекламу часто могут позволить себе лишь крупные компании.

**Модернизация сайта** – важный момент его развития и совершенствования, целью которого является достижение желаемой позиции сайта в рейтинге, повышение функциональности и увеличение его популярности среди целевой аудитории. Как правило, модернизация сайта предполагает изменение структуры, оптимизацию кода, смену системы управления, редизайн, обновление информационной системы, техническое совершенствование.

**Онлайн-справочники** являются электронным аналогом классических бумажных справочников. В них собрана информация о большинстве общественных, коммерческих, государственных и культурных организаций. Пользователям предоставляются удобные функции поиска и сортировки с учетом разных параметров. Сегодня особенно популярны гибриды между картами, навигаторами и справочниками. Это один из немногих инструментов для продвижения в интернете offline-бизнеса. Более того, онлайн-справочники не слишком эффективны в раскрутке исключительно онлайн-проектов. Это хорошее решение для аптек, автосервисов, медицинских учреждений, магазинов.

Самыми популярными площадками такого типа являются сервисы «Яндекс.Карты», 2GIS и Google Карты.

**Контент-маркетинг** — это комплекс мероприятий, направленных на распространение интересной и полезной информации для целевой аудитории. Основной целью этого маркетингового направления является не прямое привлечение клиентов, а формирование доверия, лояльности аудитории и хорошей репутации компании. Сегодня можно выделить следующие перспективные тренды контент-маркетинга: SMM (Social Media Marketing); Email-маркетинг; ведение корпоративного блога; трансляция подкастов; создание видеоуроков и вебинаров.

**SMM (Social Media Marketing)** - это комплекс маркетинговых мероприятий, направленных на продвижение бренда, продукта или компании в социальных сетях. В русскоязычном сегменте интернета наибольшей популярностью пользуются ВКонтакте; Instagram; YouTube; Facebook; Twitter; Одноклассники.

В один ряд с социальными сетями можно поставить популярные мессенджеры, а именно Telegram, Viber и WhatsApp. Работа SMM-специалиста заключается в создании и развитии публичного аккаунта, на который подписывается целевая аудитория. Важно не только привлечь пользователей, но и мотивировать их проявлять активность в виде лайков, репостов и комментариев.

*Email-маркетинг* - это классический инструмент для продвижения в интернете, который активно применяется уже более 20 лет. Для использования этого инструмента нужна база с адресами электронной почты людей, которые заинтересованы в услугах или товарах данной компании. В идеале эти контакты пользователь должен оставить добровольно. Поэтому, чтобы сформировать собственную базу адресов, стоит использовать проверенные мотивационные методики. За передачу электронной почты (подписку на рассылку) пользователю можно предложить следующие преимущества: доступ к «Личному кабинету» с расширенными возможностями; скидки только для подписчиков; рассылка уникального контента.

*Корпоративный блог* — это онлайн-площадка, на которой публикуются материалы, связанные со спецификой ведения бизнеса и смежными тематиками. Основной целью такого ресурса считается демонстрация того, что компания является экспертом в своей отрасли. Блог можно создать на отдельной площадке или в рамках корпоративного сайта.

При ведении корпоративного блога нельзя идти на компромисс в вопросах качества и достоверности материалов. Это направление интернет-продвижения лучше доверить профессиональной команде, состоящей из экспертов, журналистов и редакторов. Корпоративный блог не генерирует продажи, но создает благоприятный фон для развития бизнеса, что всегда окупается в продолжительной перспективе.

*Подкаст* — это развлекательно-познавательный блог, записанный в аудиоформате. Записи обычно посвящаются темам, которые прямо или косвенно связаны с деятельностью конкретного предприятия. Многие люди предпочитают получать информацию в звуковом формате, так как в процессе прослушивания подкаста можно заниматься другими делами. Такой контент для интернет-продвижения может распространяться на базе блога, YouTube-канала, специальных приложений, музыкальных сервисов, корпоративного сайта или других площадок. В данном случае важно выбрать ту платформу, которой чаще всего пользуется целевая аудитория.

*Вебинар* — это записанный на видео урок или семинар, который можно посмотреть онлайн. Это направление контент-маркетинга тоже существует для формирования экспертной репутации для бизнеса. В отличие от подкаста, с помощью вебинара можно воздействовать на аудиторию не только звуковым, но и визуальным сопровождением подачи материала. Обычно вебинары проводят на базе специальных сервисов (My Own Conference, Etutorium и пр.). Такие семинары транслируются онлайн с ограниченным или открытым доступом. Важно, чтобы вебинар был направлен на передачу действительно ценных и полезных знаний. Если видеоурок будет копией общедоступных в интернете материалов, то аудитория таких вебинаров точно не станет увеличиваться, а репутация пострадает.

Эффективность применения данных инструментов будет во многом зависеть от специфики конкретного предприятия и особенностей его целевой аудитории. Это поможет каждой конкретной организации успешно развиваться и обеспечит ее конкурентными преимуществами.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Самойленко, Л. Б. Интегрированные маркетинговые коммуникации в сети Интернет / Л. Б. Самойленко // Передовик пропаганды. Реклама и PR в Интернет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://peredovik.org/integriruvannie\\_marketingovie\\_kommunikatsii\\_v\\_seti\\_internet.html](http://peredovik.org/integriruvannie_marketingovie_kommunikatsii_v_seti_internet.html). – Дата доступа : 21.02.2022.

Н.А.СТЕФАНОВА<sup>1</sup>, В.В.ВАРЛУХИН<sup>1</sup>

## **НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТРУДА В СФЕРЕ ИТ**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Поволжский Государственный Университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российская Федерация

С развитием ИТ-сфера увеличивается объем информации, которую нужно анализировать. Современные цифровые технологии позволяют не только проверять достоверность конкретных данных, определять их ценность, строить бизнес-модели, но и формировать программный код с минимальным участием профессионала с соответствующими компетенциями или вовсе без него. Это

можно реализовать посредством таких технологий как low-code и no-code, которые сейчас достаточно активно внедряются на предприятиях различных уровней и отраслей, что приводит к сокращению штата разработчиков и аналитиков. Данная проблема в перспективе может грозить тотальным обесцениванием труда многих специалистов, что уже показывают изменения, произошедшие на рынке труда IT-сфера (рис. 1). Как видно наблюдается либо снижение заработной платы, либо отсутствие ее роста, что не было характерно для ИТ-специалистов в предыдущие периоды.



Рис.1 – Статистика изменения зарплат ИТ-специалистов в РФ

В медиа-пространстве Рунета, газетах и журналах все чаще стали появляться статьи о том, что спрос и предложение на рынке труда IT-сферы находятся в слишком неустойчивом положении. Так по информации из статьи газеты Коммерсантъ глава РАЭК сообщил: «Первая волна – 50-70 тыс. человек уехали уже» [1]. Интернет-портал РБК опубликовал следующую информацию: «интенсивность найма персонала в IT-секторе несколько снизилась – по итогам 2 квартала текущего года работодатели опубликовали на 18 % меньше вакансий, чем за тот же период годом ранее». «Сказалось общее замедление спроса на рынке труда» – поясняют эксперты.

Важно ответить на вопрос – что за технологии вызвали все эти изменения?

Low-code – это концепция создания информационных систем с минимальным использованием ручного написания кода. No-code – такая же концепция, но все без ручного написания кода.

Компаниям производящим или реализующим один тип продукции скорее всего подойдет no-code. Если товарная линейка состоит из разнообразных продуктов, проще будет работать с low-code. Визуальная простота сильно снижает порог входа в программирование: с системой «Drag and drop» с легкостью справится менеджер с минимальным опытом и представлением того, что ему нужно от этой программы.

Технологии Low-code и No-code имеют свои преимущества и недостатки.

К преимуществам относятся:

- простота освоения, возможность использования без знаний и навыков программирования;
- возможность автоматизации большинства бизнес-процессов;
- настраиваемость, создание уникальных схем и планов для каждого предприятия;
- эффективная инвестиция в цифровизацию предприятия;
- сокращение затрат на оплату труда.

К недостаткам относятся:

- невозможность решать сложные или неординарные задачи без вмешательства специалиста;
- технологии далеки от идеала, есть риск сбоя, который может обернуться убытками;
- No-code не везде применим;
- ошибка оператора-человека не будет решена без вмешательства специалиста;
- сокращение штата программистов, аналитиков, в перспективе – дизайнеров и архитекторов, то есть в перспективе возможная социальная проблема, так как за последние годы многие абитуриенты и специалисты выбирали, именно эти востребованные профессии для обучения или переобучения в надежде получить достойную высокооплачиваемую работу.

Наиболее подробно необходимо описать последний недостаток. В долгосрочной перспективе

тенденция введения low-code и no-code приведет к оттоку новых кадров на рынке труда, а значит квалифицированных специалистов в этих областях будет крайне мало. В случае необходимости найти грамотного специалиста в этих областях искать нужно будет достаточно долго. Развитие данных технологий «ударит» по дизайнерам и архитекторам, а дефицит таких кадров может привести к печальным и даже трагическим последствиям. Например, нехватка дизайнеров на рынке приведет к излишней формализации и однотипности фактически всех продуктов, участвующих в обороте товаров. Неверно спроектированные здание грозит как минимум большими убытками, как максимум – техногенными катастрофами, которые могут повлечь за собой гибель людей.

Согласно прогнозу компании Gartner к 2024 году 80% IT-продуктов будут создаваться с помощью Low-code и No-code [4]. Это заявление вызвало в сообществе программистов волну недовольства. Часть программистов уверена, что этот прогноз – нечто невозможное, переживать за свои рабочие места точно не стоит. С другой стороны, имеются и IT-специалисты, которые уже проходят переобучение или курсы повышения квалификации, считая, что в ближайшем будущем low-code и no-code сильно потеснят их. Это настроение неопределенности также уже отражается на рынке труда: как уже было отмечено, все меньше опытных программистов остаются в России на фоне недостатка устраивающих их вакансий или непостоянства дохода, если речь идет о кодерах-фрилансерах [5].

Таким образом анализ ситуации на рынке труда IT-специалистов в России, показал, что общая тенденция в рамках развития цифровой экономики, а именно, увеличение уровня безработицы некоторых специалистов, компетенции которых эффективно заменяются цифровыми технологиями, коснулась даже, казалось бы, «неприкованных» программистов. Технологии low-code и no-code уже повлияли на этот рынок, способствуя иммиграции IT-специалистов из Российской Федерации. Перспективы дальнейшей популяризации данных технологий скорее всего грозят усугублением ситуации. При этом чем меньше опытных программистов и аналитиков останется в стране, тем большую опасность может это повлечь за собой, например, неисправность производственных систем, основанных на любых технологиях.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Статья газеты «Коммерсантъ» «Глава РАЭК сообщил об отъезде до 70 тыс. айтишников из России». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/5270879>.
2. Статья РБК «На рынке труда для IT-специалистов заметили изменения». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.rbc.ru/spb\\_sz/03/07/2022/62bd69739a7947771962435d](https://www.rbc.ru/spb_sz/03/07/2022/62bd69739a7947771962435d).
3. Исследование Reshape Analytics «Low-code как глобальный тренд». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://reshape.ru/articles/tpost/7nxpn28941-low-code-kak-globalnii-trend/>.
4. Материал исследовательской компании Gartner «Gartner Says the Majority of Technology Products and Services Will Be Built by Professionals Outside of IT by 2024». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-06-10-gartner-says-the-majority-of-technology-products-and-services-will-be-built-by-professionals-outside-of-it-by-2024>.
5. Статья с платформы vc.ru «Воцарение No-code и Low-code или оставляем программистов без работы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vc.ru/opinions/306429-vocarenie-no-sode-i-low-sode-ili-ostavlyuem-programmistov-bez-raboty>.

Д.И.НАУМОВ<sup>1</sup>, А.С.ТУРАЕВ<sup>2</sup>

#### **СОЦИАЛЬНЫЙ ФАКТОР ЦИФРОВОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Джизакский государственный педагогический университет, г. Джизак, Республика Узбекистан

Цифровая экономика представляет собой совокупность экономических, технологических и социокультурных отношений между акторами, основным пространством для реализации которых является глобальное информационное пространство. В структурном плане она включает в себя такие компоненты, как сектор ИКТ, сектор контента и средств массовой коммуникации, электронную коммерцию и электронный бизнес, платформенную экономику и цифровые сервисы. Для данного типа экономики характерно интенсивное применение цифровых технологий сбора, хранения,

обработки, преобразования и передачи информации, широкое использование нематериальных активов во всех сферах деятельности, создание цифровых платформ и развитой информационно-коммуникационной инфраструктуры. Цифровую экономику отличает внедрение интерактивных бизнес-моделей, обеспечивающих как создание и продвижение к потребителю качественно новых видов продукции и услуг, так и постоянное взаимодействие с клиентами на цифровых платформах. Все это способствует генерированию инноваций, повышению эффективности социально-экономических и производственных процессов и качества жизни людей.

Необходимо отметить, что в современном социально-гуманитарном дискурсе проблематика развития цифровой экономики рассматривается в контексте как интенсивного, так и экстенсивного развития ИКТ. В теоретическом аспекте это позволяет рассматривать цифровую экономику как экономику производства и потребления информационных благ (информационных товаров и услуг на рынке) и экстенсивного использования в экономической сфере информационно-коммуникационных технологий (инструментов радикальной трансформации социальных институтов и экономических практик).

Для государств – членов ЕАЭС развитие цифровой экономики означает встраивание в тренды развития мировой экономики, для которой характерны трансформация хозяйственной деятельности и превращение информации, знаний, технологий и инноваций в основной фактор производства. Превращение новых видов капитала (информационный, интеллектуальный, сетевой, креативный и т.д.) в основной экономический ресурс макроэкономического развития способствует изменению структуры экономических отношений, постоянному росту производства и потребления информации в овеществленной и невещественной формах, возрастанию доли ИКТ, информационных продуктов и услуг в ВВП. Как показывает мировая практика, повсеместное внедрение ИКТ позволяет автоматизировать и оптимизировать использование производственных технологий, промышленного и торгового оборудования, а обработка и использование результатов анализа больших данных позволяют существенно повысить эффективность администрирования, производства, коммерческих транзакций и профессиональных взаимодействий.

В современных геоэкономических условиях о ходе и результатах цифровой трансформации национальной экономики можно судить по показателям Индекса мировой цифровой конкурентоспособности (World Digital Competitiveness Index – WDCI), разработанного и поддерживаемого швейцарской школой бизнеса IMD [1]. Этот аналитический инструмент позволяет оценить способность и готовность 64 стран мира, входящих в рейтинг, внедрять цифровые технологии в сферу экономических и социальных отношений. В методическом аспекте цифровая конкурентоспособность страны определяется посредством следующих трех субиндексов первого уровня: знания, под которыми понимаются ноу-хау, необходимые для открытия, понимания и создания новых технологий; технологии, характеризующие общий контекст развития цифровых технологий; готовность к будущему, эксплицирующие уровень готовности национальной экономики к цифровой трансформации. В свою очередь, каждый субиндекс первого уровня оценивается через три показателя, что формирует систему из 9 субиндексов второго уровня, в совокупности необходимых для итоговой рейтинговой оценки страны. Всего при расчете WDCI используется 52 показателя (2/3 конструируются на основе статистических данных, а 1/3 формируются на основе экспертных оценок, получаемых в результате опроса).

Достижение высоких темпов и необходимых параметров цифровой трансформации национальной экономики требует от государства применения определенных управленческих и макроэкономических инструментов, обеспечивающих инклюзивное социально-экономическое развитие страны. Необходимость своевременного и оптимального решения задачи повышения цифровой конкурентоспособности страны в целом обусловлена несколькими аспектами.

Во-первых, в условиях глобализации цифровизация экономики фактически является трендом макроэкономического развития, характеризующим темпы и качество социально-экономического и технологического развития большинства стран мира. Соответственно, эффективное управление со стороны государством процессом цифровизации обеспечивает экономический рост, устойчивость к кризисным социально-экономическим явлениям, оперативное реагирование на трансформации рынка труда и сглаживание диспропорций социально-экономического развития страны.

Во-вторых, цифровизация экономики качественно меняет производство, логистику, управление, сервис, коммуникацию как в рамках отдельного предприятия или фирмы, так и в более широких организационных масштабах. Их организационная, процессная и технологическая оптимизация трансформирует систему экономических отношений между различными акторами. Это обуславливает

необходимость своевременной реакции со стороны системы среднего специального и высшего профессионального образования, а также системы дополнительного образования взрослых в плане коррекции процесса подготовки кадров для цифровой экономики (прежде всего, в аспекте модернизации содержания как профессиональных компетенций, так и цифровых навыков работника).

В-третьих, эпифеноменом цифровизации экономики является прекаризация рынка труда, что актуализирует как необходимость определения параметров и основных направлений данного процесса в стране, так и разработки рекомендаций по минимизации возможного ущерба от него для цифровой конкурентоспособности национальной экономики.

Следует подчеркнуть, что обеспечение высоких темпов роста цифровой экономики является актуальной задачей внутренней политики государства, реализация которой предполагает как выработку соответствующих управленческих и макроэкономических мер, так и решение большого круга финансовых, экономических, организационных и технологических задач с учетом факторов различной природы. Как представляется, WDCI актуализирует выявление роли социального фактора в обеспечении цифровой конкурентоспособности национальной экономики. Ведь необходим социальный заказ на цифровую трансформацию экономики и для «освоения цифровых технологий необходима готовность общества участвовать в процессах, связанных с цифровыми технологиями» [2, с. 85]. Соответственно, междисциплинарное исследование социальной детерминации цифровой трансформации экономики и общества предполагает решение целого ряда задач:

выявление и описание системы институциональных и социокультурных механизмов, обуславливающих динамику и социальные результаты процесса повышении цифровой конкурентоспособности постсоветской национальной экономики;

выявление и типологизацию социокультурных рисков, актуальных как для цифровой трансформации постсоветской экономики, так и для устойчивого достижения и поддержания оптимального уровня ее цифровой конкурентоспособности;

определение эффективности системы подготовки кадров для цифровой экономики в контексте задачи повышения цифровой конкурентоспособности страны;

определении влияния цифровизации национальной экономики на источники, механизмы и параметры процесса прекаризации национального рынка труда;

разработке рекомендаций по повышению цифровой конкурентоспособности национальной экономики в контексте интенсификации использования человеческого капитала.

Таким образом, эвристичность междисциплинарного исследования социальной детерминации цифровой трансформации и повышения цифровой конкурентоспособности национальной экономики заключается в том, что позволяет выявить инклузивные факторы экономического развития постсоветского общества, определить перспективные направления и механизмы повышения цифровой конкурентоспособности национальной экономики, что актуально для государств – членов ЕАЭС.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IMD. World Digital Competitiveness Ranking 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness/>. – Дата доступа : 12.09.2022.

2. Кох, Л. В. Анализ существующих подходов к измерению цифровой экономики / Л. В. Кох, Ю. В. Кох // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2019. – Т. 12, – № 4. – С. 78–89.

Я.А.КОЖАР<sup>1</sup>, Е.С.РОМАНОВА<sup>2</sup>

## ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ЗАО «АТЛАНТ»: ОЦЕНКА И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

<sup>1</sup>Частное предприятие «Машиностроительный компания «Витебские подъемники», г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Правильная оценка инвестиционной привлекательности предприятия имеет особую важность как для инвесторов, так и для самого предприятия. Значимость данной оценки для инвесторов

заключается в правильном анализе технико-экономических показателей деятельности финансируемого предприятия и прогнозе его эффективного развития с целью получения прибыли. Для предприятия, на основе оценки инвестиционной привлекательности, становится возможным выявить свои слабые стороны и реализовать мероприятия, направленные на их устранение; проанализировать факторы, наиболее влияющие на него, предложить способы по снижению зависимости от этих факторов.

Следовательно, вопрос оценки и экономического обоснования инвестиционной привлекательности весьма актуален.

В настоящее время не существует единой методики оценки инвестиционной привлекательности предприятия, которая содержала бы общепринятый перечень показателей, и позволяла однозначно охарактеризовать полученные результаты. Поэтому, по результатам исследования различных подходов к оценке инвестиционной привлекательности предприятия, учитывая специфику ЗАО «Атлант», для оценки его инвестиционной привлекательности предложено использовать совместно комплексный метод и метод семифакторной модели (рисунок 1). Благодаря такому подходу недостатки второго метода нивелируются преимуществами первого, что позволит охватить множество факторов, оказывающих влияние на предприятие.

1 Оценка инвестиционной привлекательности ЗАО «Атлант» с использованием семифакторной модели
2 Оценка инвестиционной привлекательности ЗАО «Атлант» комплексным методом
2.1 Экспертная оценка разделов комплексного метода
2.2 Графическое изображение разделов, учитывая выставленные оценки
3 Совмещенная оценка инвестиционной привлекательности ЗАО «Атлант» 2 методами
4 Определение направлений повышения инвестиционной привлекательности предприятия

Рисунок 1 – Алгоритм предлагаемой оценки инвестиционной привлекательности предприятия

Как известно, ЗАО «Атлант» представляет собой производственный концерн, основной продукцией которого являются холодильники и морозильники. Предприятие ориентируется на различный сегмент потребителей, удовлетворяет их потребности. Анализ финансово-хозяйственной деятельности показал, что ЗАО «Атлант» осуществлял свою финансово-хозяйственную деятельность менее эффективно, что отражается в таких показателях как снижение чистой прибыли и образование убытка.

В соответствии с алгоритмом, приведенным на рисунке 1, на первом этапе оценки инвестиционной привлекательности выполняется оценка при помощи семифакторной модели, где главным критерием является рентабельность активов. Расчеты показали, что наибольшее влияние на снижение инвестиционной привлекательности ЗАО «Атлант» в 2021 г. оказал такой фактор, как снижение чистой рентабельности продаж, что привело к снижению рентабельности активов на 14,82 процентных пункта. В результате оценки был сделан вывод, что в 2021 г. инвестиционная привлекательность ЗАО «Атлант» являлась низкой.

Оценка инвестиционной привлекательности комплексным методом, выполненная на втором этапе, выявила показатели, также оказывающие влияние на инвестиционную привлекательность (зависимость от крупных поставщиков и покупателей (общий раздел); а в специальном разделе - общая эффективность деятельности, пропорциональность роста и качество прибыли, что объясняется нестабильным финансовым положением предприятия).

Рассчитанный итоговый показатель инвестиционной привлекательности (равен 0,43), говорит о том, что ЗАО «Атлант» имеет удовлетворительный уровень инвестиционной привлекательности. Показатели, по которым не был получен максимальный балл — это все показатели, связанные с прибылью предприятия. Данный уровень указывает на наличие повышенного риска.

Совместное использование 2 методов подтвердило сильное влияние ранее озвученных факторов. В связи с этим для повышения инвестиционной привлекательности ЗАО «Атлант» предложены следующие мероприятия, направленные на повышение прибыли:

- 1) продажа излишнего оборудования и другого имущества;

2) активизация рекламной деятельности и расширение используемых инструментов маркетинга;

3) импортозамещение путем создания дополнительного производственного подразделения на территории Республики Беларусь по производству комплектующих.

Расчеты показали, что продажа неиспользуемого имущества позволит предприятию увеличить прибыль на 0,88 тыс. р. В результате продажи неиспользуемого оборудования (сварочного аппарата и установки) будут высвобождены производственные площади предприятия, которые могут быть в дальнейшем загружены по производственной необходимости. Для активизации рекламной деятельности ЗАО «Атлант» предложено разбить информационное поле на страницах в соц сетях, что обеспечит предприятию прирост прибыли в размере 35,9 тыс.р. Прирост прибыли за счет экономии затрат, полученный от внедрения мероприятия по замене импортных комплектующих отечественными в 2023 году составит 4766,94 тыс. р. и к 2027 году увеличится на 2566,76 тыс. р.

Общий прирост прибыли в результате внедрения всех мероприятий составит 3945,68 тыс. р.

Реализация данных предложений, в свою очередь обеспечит рост итогового показателя инвестиционной привлекательности на 0,24 п.п. до уровня 0,67 пунктов (рисунок 2).

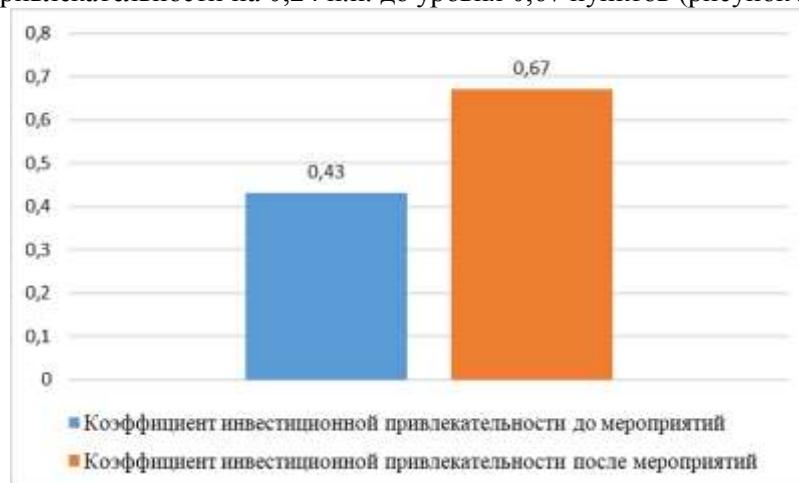


Рисунок 2 – Изменение коэффициента инвестиционной привлекательности

Приближение показателю к границе 0,8 пунктов, говорит о том, что уровень инвестиционной привлекательности приближается к хорошему. ЗАО «Атлант» нельзя останавливаться на достигнутом, а необходимо и дальше работать в направлении повышения прибыли предприятия, снижения издержек и развития инвестиционно-инновационной деятельности.

Д.Т.СОЛОДКИЙ

## **РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАТКОСРОЧНЫХ АКТИВОВ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИХ ГРУППИРОВКИ ПО БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМ**

*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

В настоящее время широкое распространение получили методики анализа эффективности как деятельности организации в целом, так и ее отдельных видов ресурсов или затрат. Показатели эффективности рассчитываются как отношение эффекта к затратам или ресурсам. В зависимости от выбранного показателя эффекта для оценки эффективности используются различные показатели, а именно: рентабельности, оборачиваемости и другие. Не смотря на разносторонние и фундаментальные исследования ученых экономистов в области анализа эффективности использования краткосрочных активов, некоторые направления анализа нуждаются в уточнении. Целью данного исследования является совершенствование анализа эффективности использования краткосрочных активов с учетом их группировки в разрезе бизнес-процессов организации.

Отечественные ученые-экономисты предлагают группировать краткосрочные активы организации по следующим бизнес-процессам: снабжение, производство, реализация, инкассаия дебиторской задолженности и распределение выручки [1, с.36].

На наш взгляд, данная группировка разработана для определенной организации и не является универсальной, что ограничивает область ее использования в практической деятельности.

Считаем возможным предложить следующий перечень бизнес-процессов, в разрезе которых можно группировать краткосрочные активы организации: снабжение, производство продукции (выполнение работ, оказание услуг), реализация, инкассаия денежных средств, распределение денежных средств, финансовые вложения и прочие бизнес процессы.

К бизнес-процессу снабжение предлагаем относить следующие статьи бухгалтерского баланса, являющегося одной из форм индивидуальной бухгалтерской отчетности: материалы, налог на добавленную стоимость по приобретенным товарам, работам, услугам. К бизнес-процессу производство продукции (выполнение работ, оказание услуг) предлагаем относить следующие статьи: незавершенное производство, животные на выращивании и откорме, расходы будущих периодов. К бизнес-процессу реализация предлагаем относить следующие статьи: готовая продукция и товары, долгосрочные активы, предназначенные для реализации. К бизнес-процессу инкассаия денежных средств предлагаем относить следующие статьи: краткосрочная дебиторская задолженность, товары отгруженные. К бизнес-процессу распределение денежных средств предлагаем относить статью денежные средства и эквиваленты денежных средств. К бизнес-процессу финансовые вложения предлагаем относить статью краткосрочные финансовые вложения. К прочим бизнес-процессам предлагаем относить следующие статьи: прочие краткосрочные активы, прочие запасы.

Вышеприведенная группировка краткосрочных активов по бизнес-процессам позволяет предложить для проведения факторного анализа показателя «рентабельность краткосрочных активов» смешанную факторную модель, в числителе которой будет прибыль до налогообложения, а в знаменателе сумма средних за исследуемый период стоимостей групп краткосрочных активов, объединенных по бизнес-процессам: снабжение, производство продукции (выполнение работ, оказание услуг), реализация, инкассаия денежных средств, распределение денежных средств, финансовые вложения и прочие бизнес процессы.

Таким образом, предложенный перечень бизнес-процессов является более универсальным, что позволит расширить круг организаций, которые могут его использовать, а предложенная факторная модель позволит оценить влияние на изменение рентабельности краткосрочных активов их отдельных групп в разрезе бизнес-процессов, что в дальнейшем позволит обоснованно разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования краткосрочных активов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Панков, Д. А. Бухгалтерский анализ: теория, методология, методики: пособие / Д. А. Панков, Л. С. Воскресенская. – Минск : Элайда, 2008. – 120 с.

Н.А.СТЕФАНОВА<sup>1</sup>, В.Ю.ПЕНСКИЙ<sup>1</sup>

## РОЛЬ ИНФОРМАТИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ

<sup>1</sup>*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, Российская Федерация*

Согласно теории постиндустриального общества, сформированной Д. Беллом, Э. Тоффлером, Ж. Фурастье и другими авторами, мир переходит к новому этапу социально-экономического развития: в современном обществе информация, наряду с трудом, землей и капиталом, считается одним из важнейших факторов производства. Вышеупомянутые исследователи также выделяют усиление сектора услуг в экономике в качестве главнейшей количественной характеристики постиндустриального общества.

Согласно статистике, доля занятых в секторе услуг в России составляет более 60% – данный показатель сравним с уровнем развитых стран [4]. Доля услуг в структуре ВВП России составляет 56%, что соответствует показателям развивающихся и развитых стран, например, Ирландии или Южной Кореи [3]. Приведенные данные позволяют говорить об экономике России как

постиндустриальной, или, по крайней мере, переходящей в постиндустриальный этап. Таким образом повышение важности информации как ресурса и эффективности его использования, то есть исследование роли процесса информатизации в современном постиндустриальном обществе, является весьма актуальной задачей.

Согласно определению И.П. Потехиной, информатизация – это и есть «качественное совершенствование с помощью современных информационных технологий различных подсистем техногенного социума» [7]. И.И. Лонский определяет информатизацию как процесс создания условий для удовлетворения информационных потребностей [5]. Рассматривая предмет в данном разрезе, становится понятным, что главнейшими путями достижения информатизации являются цифровизация и компьютеризация. Далее, не вдаваясь в тонкости сравнительного анализа близких по значению терминов, рассмотрим роль цифровизации и компьютеризации в деятельности российских компаний.

Глобальная тенденция к использованию интернета и, в частности социальных сетей, предопределяет вектор направления деятельности и точки приложения усилий организаций: по данным исследования «Digital 2022» [1], 62,5% населения планеты используют интернет, в том числе 58,4% – социальные сети. При этом постоянно растет и среднее время, проведенное в сети. В таком случае активное ведение интернет-маркетинговой деятельности становится необходимостью, а не прихотью компаний: по данным ассоциации коммуникационных агентств России, доля интернет-рекламы в общем сегменте медиа является наибольшей и составляет 54,3% [6]. Правительство также осознает важность ведения маркетинговой деятельности в интернете – председатель правительства подписал указ, согласно которому с 1 Декабря 2022 года государственные органы будут обязаны вести официальные аккаунты в социальных сетях «Вконтакте» и «Одноклассники» [9]. В то же время данные исследования Sprout Social говорят о том, что 9 из 10 человек будут совершать покупки у той компании, за брендом которой они следят в социальных сетях [2].

Помимо возможности получения доступа к большему количеству потенциальных клиентов, использование информационных технологий и интернета позволяет бизнесу значительно повысить и качество ведения маркетинговой деятельности, например, использовать ранее недоступные или тяжело применимые методы когортного анализа или А/В-тестирования, эффективнее вести учет данных о клиентах с помощью CRM-систем и так далее.

Бурное распространение информатизации изменило и другие процессы компаний – в последние годы огромную популярность в деловом мире приобрел аутсорсинг, то есть передача некоторых видов деятельности сторонним организациям. Например, передача маркетинговых задач по ведению аккаунтов в социальных сетях рекламным smm-агентствам. В большинстве своем, аутсорсинг невозможен без использования информационных технологий, хотя бы потому, что чаще всего такая деятельность осуществляется удаленно. Важность аутсорсинга для бизнеса прекрасно оценивается при анализе сегментов рынка над темпами ВВП. Данное превышение темпов прироста различных сегментов рынка над темпами прироста ВВП отображено на рис. 1. В качестве сегментов рынка приведен рынок аутсорсинговых контактных центров, печати и ИТ.

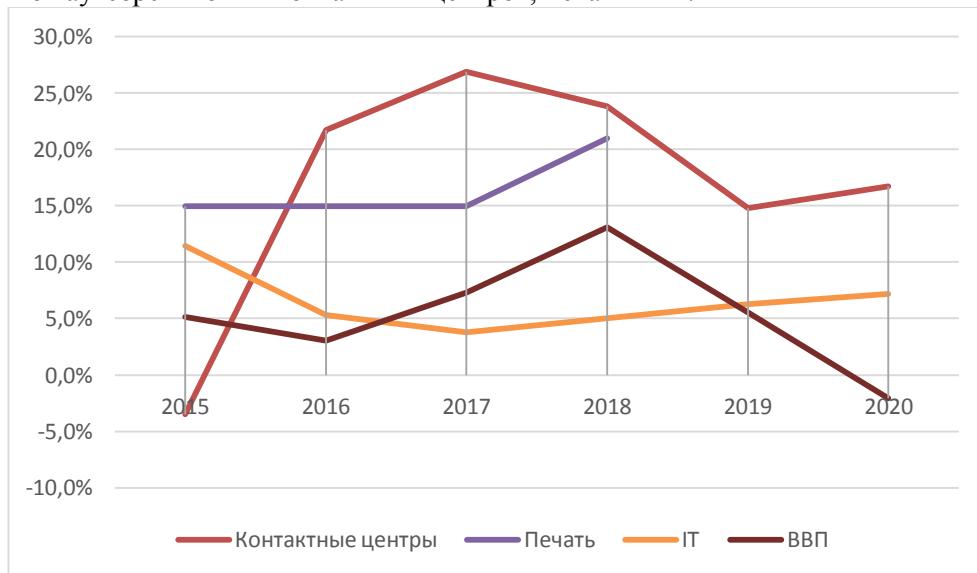


Рисунок 3 – Сравнение темпов прироста некоторых сегментов рынка аутсорсинга и ВВП в России

Многие процессы компаний за счет цифровизации подверглись автоматизации, например, постоянно растет использование электронного документооборота, в разы увеличивающего скорость выполнения данного процесса [8]. Эффективность рекрутинга за счет отбора резюме через интернет и последующим тестированием также значительно увеличивает эффективность подбора персонала. Управление персоналом, а именно: учет рабочего времени, начисление заработной платы, анализ КРП – все это реализуется компаниями в программных продуктах также для увеличения эффективности.

Использование информационных технологий позволило компаниям приобретать конкурентное преимущество за счет ранее недоступных функций, например, мгновенная техническая поддержка для клиентов, оплата покупки за несколько секунд, предпросмотр товара, не выходя из дома и так далее.

Общие выводы положительного влияния цифровизации и компьютеризации на бизнес-процессы компаний представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ основных преимуществ информатизации по направлениям деятельности предприятия

Область деятельности компании	Положительное влияние информатизации
Маркетинг	Доступ к большему количеству клиентов, повышение эффективности маркетинга
Непрофильные виды деятельности и второстепенные операции	Возможность экономии расходов и трудового потенциала за счет передачи в аутсорсинг
Документооборот	Значительная экономия времени за счет использования программных продуктов
Рекрутинг	Экономия времени просмотра резюме и повышение эффективности отбора кандидатов
Управление персоналом	Детальный учет, повышающий эффективность последующего анализа

По выше приведенным данным становится понятно, что информатизация изменяет бизнес-процессы, в том числе, повышает их эффективность. Конечно, для внедрения многих информационных технологий и программных продуктов необходимы инвестиции в виде финансовых или временных затрат и последующий расчет экономии для получения объективной информации о возврате, или эффекте, от таких инвестиций, однако в долгосрочной перспективе такие внедрения однозначно повысят конкурентоспособность любой фирмы.

Таким образом по результатам проведенного анализа, выявлена необходимость ведения маркетинговой деятельности в интернете, показана важность аутсорсинга для компаний с высокими темпами прироста в сравнении с темпами прироста ВВП, также приведены данные о высоких темпах внедрения информационных технологий и в других процессах предприятий. Проведенный сравнительный анализ положительного влияния информатизации на различные области деятельности компаний говорит о том, что компании будут в дальнейшем больше уделять внимания маркетингу в социальных сетях и будет продолжаться рост компаний, занимающихся данным видом деятельности на аутсорсинге.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Digital 2022: Global Overview Report // Datareportal [электронный источник] URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>.
2. Sprout Social Index: Above and Beyond Overview // GlobalNewswire [электронный источник] URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/05/05/2027374/0/en/New-Data-Reinforces-Social-Media-s-Role-in-Driving-Bottom-Line-Growth-as-More-Consumers-Plan-to-Increase-Spending-on-Brands-they-Follow-on-Social.html>.
3. Доля сферы услуг в ВВП различных стран // theglobaleconomy [Электронный источник] URL: [https://ru.theglobaleconomy.com/rankings/Share\\_of\\_services/](https://ru.theglobaleconomy.com/rankings/Share_of_services/).
4. Капущак Иванна Ярославовна, Харитонова Наталия Анатольевна Российский сектор услуг: современное состояние и основные тенденции развития // Сервис в России и за рубежом. 2021. №1 (93). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskiy-sektor-uslug-sovremennoe-sostoyanie-i-osnovnye-tendentsii-razvitiya>.
5. Лонский Иван Иванович Информатизация и эволюция общества // ПНиО. 2015. №2 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatizatsiya-i-evolyutsiya-obschestva>.

6. Объем рынка маркетинговых коммуникаций в 2021 году // АКАР [электронный источник]  
URL: [https://www.akarussia.ru/press\\_centre/news/id10012](https://www.akarussia.ru/press_centre/news/id10012).

7. Потехина И. П. Развитие информационно-коммуникационных технологий в условиях глобализации // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-v-usloviyah-globalizatsii>.

8. Развитие электронного документооборота в России // TaxCom [электронный источник] URL: <https://taxcom.ru/baza-znaniy/elektronnyy-dokumentooborot/stati/razvitiye-elektronnogo-dokumentooborota-v-rossii-statistika-fakty-perspektivy/>

9. Распоряжение Правительства РФ от 2 Сентября 2022 г. N 2523-Р [электронный источник]  
URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1564136/>.

10. Рынок аутсорсинга печати // Центр экономики рынков [электронный источник] URL: <https://research-center.ru/rynek-autsorsinga-pechati>.

11. Рынок аутсорсинговых контактных центров в России 2021 // IKS Consulting [электронный источник] URL: <http://survey.iksconsulting.ru/page24276330.html>.

12. Стапран Дмитрий Андреевич Текущее состояние и перспективы роста предпринимательского аутсорсинга в секторе информационных технологий // КЭ. 2017. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tekuschee-sostoyanie-i-perspektivy-rosta-predprinimatelskogo-autsorsinga-v-sektore-informatsionnyh-tehnologiy> (дата обращения: 13.09.2022).

Д.А.ФРОЛОВА<sup>1</sup>, Ю.А.ЯНУКОВИЧ<sup>1</sup>

## ТЕХНИКА УПРАВЛЯЕМЫХ ПРОДАЖ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В существующих условиях расширения области проникновения сети Интернет в различные сферы деятельности, можно отметить всемирную нацеленность рынка электронной коммерции на рост. По данным ведущих аналитических ресурсов ситуация на электронном рынке показывает следующие результаты:

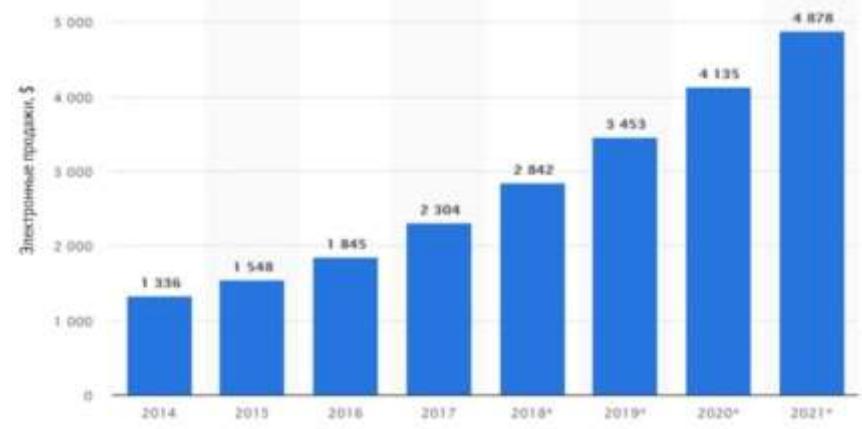


Рисунок 1 – Динамика электронных продаж по миру

Наблюдается стабильный рост электронной торговли, как в количестве онлайн-покупателей, так и в количестве заказов. В 2021 году белорусские интернет-магазины увеличили продажи на 25%, до 3,4 млрд рублей. В результате доля e-commerce в розничном товарообороте страны достигла 5,8%.

Таким образом, в условиях переизбытка выбора товаров в сети Интернет, все больше и больше покупателей сталкиваются со сложностью и усталостью от принятия решений при приобретении продукции. В связи с чем покупатели все чаще прибегают к нерациональным решениям:

1. Отказ от покупки в связи с неудовлетворенностью выбора на протяжении поискового пути.
2. Поспешные покупки без длительных раздумий, но с риском остаться неудовлетворенным товаром.

3. Перекладывание ответственности за принятие решений о покупке на кого-либо другого.

Для того, чтобы покупателю было проще и быстрее сделать свой выбор, компании используют управляемые продажи – техника продаж, направленная на эффективное объединение между собой потребностей потребителей и товаров, услуг, с целью облегчения принятия решения о покупке. Данная методология охватывает широкий спектр областей и может применяться практически ко всем типам продаж, как в B2B, так и в B2C сферах.

В классической модели B2C роль управляемых продаж заключается в том, чтобы помочь клиентам выбрать продукт/услугу с использованием таких онлайн – инструментов, как:

1. Веб – сайт

Правильно созданный и структурированный сайт, имеющий удобную, понятную навигацию с разделением товаров по категориям, дает возможность потенциальным покупателям ознакомиться и быстрее выбрать товар из широкого ассортимента. Владельцам сайта стоит обратить внимание на качество изображения товара на сайте. Возможность сравнения и автоматические рекомендации карточек товаров упрощают процесс выбора.

2. Веб-аналитика

Использование мощностей искусственного интеллекта помогает собирать и обрабатывать данные о клиентах и их интересах для того, чтобы после с нативной рекламой направить пользователей на совершение действительно необходимой покупки.

3. Онлайн – консультанты и чат-боты

Данные инструменты переводят личные продажи в формат онлайн 24/7. С целью автоматизации возможно прописывание шаблонов на часто задаваемые вопросы, чтобы клиент мог в любое время отправить запрос по интересующим вопросам и быстро получить ответ.

4. Контекстная, таргетированная реклама

Такие типы рекламы предоставляют возможность по уже собранной информации о потенциальных клиентах, их интересах, запросах в поисковых системах, социальных сетях, переходах на интернет-магазины конкурентов, направить рекламное предложение на действительно заинтересованную целевую аудиторию.

Управляемые продажи в B2B используются с той же целью, что и в B2C, но со своей определенной спецификой. Что связано с тем, что B2B-торговля не предполагает импульсивных продаж. Вместо этого средняя длительность пути к покупке в данном сегменте занимает до 102 дней.

Процесс управляемых B2B продаж в первую очередь направлен на создание обширной CRM-базы. Следует сказать, что первоначально необработанные данные преобразовываются в информацию при помощи алгоритмов машинного обучения, например в, Google Analytics, Яндекс Метрика. Далее выявляется взаимосвязь между действиями, направленными на увеличение продаж и результатами от сделок, проводится анализ. Данный анализ показывает представителям компании статус и эффективность каждой сделки, общую информацию о них, а также активность покупателей, что помогает после быстрее и эффективнее получать новые сделки.

Для того, чтобы помочь потенциальному покупателю определиться с потребностью в товаре и направить на совершение покупки, каждой компании в любой сфере деятельности необходимо пройти четырехэтапный процесс управляемых продаж:

1. Первым этапом является анализ потребностей.

Необходимо составить серию вопросов, которые помогают клиенту назвать свои потребности. Можно узнать географическое положение, пол, возраст, основные хобби клиента и другие факторы, важные для продаж в определенной отрасли (например, модель смартфона при предложении мобильных аксессуаров). Ответы на вопросы компания может получить, как при непосредственном общении с клиентом через онлайн-консультантов, чат-ботов, социальные сети, так и при помощи возможностей искусственного интеллекта, которые собирают общие данные о клиентах для последующего запуска рекламы в сети Интернет.

2. Второй этап – рекомендации категорий товаров.

На основе собранной информации, понимая важные для клиента характеристики товара, компания отфильтровывает товары, выбирает необходимые категории, которые решают проблемы конкретного клиента или групп клиентов, и показывают в выгодном свете примеры продукции потенциальному покупателю. В электронном маркетинге могут использоваться возможности контекстной, таргетированной рекламы или автоматические рекомендации в интернет-магазинах.

3. Третий этап – аргументация покупки.

На данном этапе уже определен необходимый товар для клиента. Далее предстоит убедить

клиента в том, что товар компании — это именно то, что ему нужно. Здесь нужно показать все возможные конкурентные преимущества, например, такие как качество, приятная цена, послепродажное обслуживание. Полезно использовать различные инструменты для визуальной презентации товара, использовать приемы ретаргетинга, рассылку для ранее заинтересованных клиентов с целью напоминания о компании.

#### 4. Предложение – заключительный этап.

На этом этапе представители компании должны быть готовы быстро провести расчет цен, возможно применение заранее сформированного калькулятора цен или чат-бота для доступного и самостоятельного расчета самим потенциальным покупателем.

Таким образом, техника управляемых продаж является довольно сложным, многоэтапным процессом, включающим в себя различные инструменты электронного маркетинга, задачей которых является направить клиентов на принятие решения о покупке продукции организации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Рейтинг Байнета – Итоги e-commerce в Беларуси [Электронный ресурс]. – URL. <https://ratingbynet.by/top-menedzhery-krupneyshikh-torgovykh-internet-ploshchadok-belarusi/goda> (дата обращения 16.09.2022).

2 Salesbook – What is guided selling and what tools do you need for it? [Электронный ресурс]. – URL. <https://www.salesbook.com/blog/what-is-guided-selling-and-what-tools-do-you-need-for-it/> (дата обращения 17.09.2022).

Д.А.ФРОЛОВА<sup>1</sup>, П.Д.БУЛАХОВА<sup>1</sup>

## ЗНАЧИМОСТЬ SEO ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ САЙТА КОМПАНИИ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В современных условиях для любого бизнеса важно присутствие в Интернете. Независимо от типа продукта или услуги, которые предлагает компания, отрасли, в которой работает, эффективный бизнес-сайт имеет решающее значение для успеха бизнеса. Сайт является инструментом коммуникации, помогает в привлечении новых клиентов, партнеров и сотрудников, повышает имидж и лояльность у клиентов и партнеров, является площадкой для обратной связи. Один из самых популярных и эффективных способов привлечения посетителей является поисковое продвижение (SEO). SEO (англ. Search Engine Optimization) – это комплекс мер по улучшению сайта для его ранжирования в поисковых системах. Для пользователя на сайте играет лидирующую роль контент или SEO-статьи. SEO-статьи – это тексты, написанные с учетом принципов ранжирования поисковых систем с целью SEO продвижения сайта в ТОП выдачи.

Количество интернет-пользователей в Республике Беларусь около 8,03 миллиона (в мире около 4,54 миллиарда), и все они используют Интернет для поиска информации, а значит являются потенциальными клиентами, с которыми компании могут общаться с помощью своего корпоративного сайта. Однако такое общение не должно быть навязчивым, его главный принцип – быть полезным для клиента.

В условиях жесткой конкуренции создать продающий корпоративный сайт уже недостаточно. Для того, чтобы получить лидирующие позиции при поиске в интернете и увеличить охват пользователей, сайт необходимо продвигать. Для продвижения сайта можно использовать поисковые системы.

Задача SEO продвижения – продвигать сайт выше в поисковой выдаче по необходимым поисковым запросам. Система анализирует сайты и показывает пользователям только качественный контент. Google обрабатывает около 8 миллиардов запросов в день, их количество продолжает расти. Пользователи при поиске информации в 67,6% всех кликов переходят на первые 5 результатов поиска, из них 30% – на первый. 75% пользователей никогда не уходят дальше первой страницы результатов поиска.

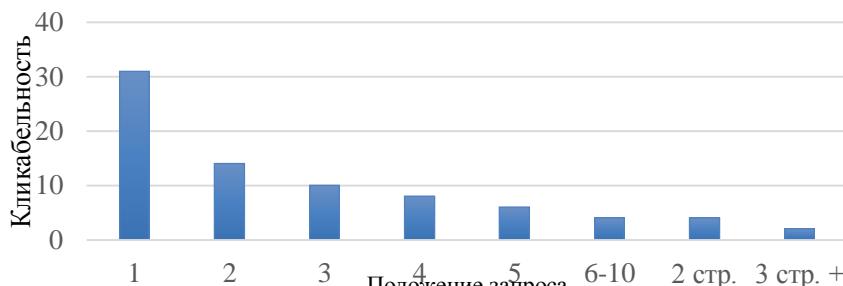


Рисунок 1 – Кликабельность результатов поиска

Не следует выбирать поисковое продвижение для одностраничного сайта. В этом случае следует выбрать контекстную рекламу. SEO лучше использовать только в двух случаях:

есть большой бюджет с самого начала создания сайта на тестирования основных каналов продаж. В этом случае стоит сделать первоначальную внутреннюю оптимизацию;

уже настроены некоторые каналы продаж и есть средства для того, чтобы вкладывать в перспективное развитие. В этом случае следует подумать о долгосрочном сотрудничестве в SEO.

SEO состоит из следующих этапов: технический аудит, анализ конкурентов, сбор семантического ядра, разработки структуры сайта, написание ТЗ на внутреннюю оптимизацию, создания контента, работа над юзабилити, внешняя оптимизация сайта, увеличение конверсии и оптимизация важных страниц. Каждый из этапов важен, однако для читателя, потребителя информации, самую главную роль на сайте играет именно контент, т.е. SEO-статьи.



Рисунок 2 – Визуализация каналов поиска

Продвижение сайта в ТОП выдачи поиска невозможно без качественных SEO-статьей. Это полноценный материал от 3000 символов, который имеет ценность для посетителей, сопровождается картинками, видео. SEO-статья создается не для поисковых систем, а для пользователей. Единственное, что кроется за приставкой SEO – наличие ключевых слов. Именно благодаря статьям достигается основная цель оптимизации – большое число ссылок на максимально высоких позициях на продвигаемый сайт в результатах поиска. При написании в статью добавляются ключевые запросы. Если статья получилась действительно интересной, есть шанс попасть в ТОП, так как давать пользователям подобный актуальный материал выгодно самому поисковику. Иллюстрации важны, так как они наглядно показывают, о чем речь в тексте, делают мысли нагляднее. Около 40% запросов в Google выдают результаты с изображениями. [4]

Рассмотрим, на что необходимо обращать внимание при написании SEO-статьи, а чего стоит избегать.

Делать: использовать небольшое число ключевых слов.

Избегать: выделять жирным шрифтом ключевые слова в тексте.

Большое количество запросов в одном тексте сразу покажет и читателю, и поисковику, что текст написан только с одной целью – вместить как можно больше ключевых слов на страницу. Google не будет высоко ранжировать загруженный сайт. Для текста лучше всего выбрать три-четыре основных запроса и столько же дополнительных.

Делать: использовать заголовки h1-h6.

Избегать: загруженность текста, избыток ключевых слов.

Текст воспринимается лучше поисковой системой и клиентом, если разбит на заголовки. Заголовок h1 находится в самом начале текста, h2 – подзаголовки, их может быть несколько. Тем самым текст визуально приятен для восприятия.

Делать: использовать оптимальное количество фраз.

Избегать: текст на 100+ запросов.

SEO-статьи следует писать легко и непринужденно, интересную информацию преподносить на языке понятном для пользователя вашего веб-сайта. Такой подход будет вызывать доверие у читателей и создавать впечатление причастности к вашей компании.

Делать: изучать сильные и слабые стороны сайтов конкурентов, ознакомиться с их тематической нишой.

Избегать: не проводить анализ сайтов конкурентов.

Главное при написании SEO-статьй донести до клиентов информацию. Для этого необходимо учитывать рекомендации поисковиков, опыт продвижения и читательскую реакцию.

Использование SEO-продвижения позволяет поднять ресурса в ТОП выдачи, и тем самым выделить компанию среди конкурентов, привлечь новых клиентов, повысить лояльность среди существующих клиентов, как показывает статистика Zero Limit Web, люди склонны больше доверять компании, сайт которой находится в ТОПе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. i-media. Что такое SEO продвижение сайта [Электронный ресурс]. – URL. <https://www.i-media.ru/seo/searchengineoptimization/>.
2. Марта Каган. 100 Awesome Marketing Stats, Charts, & Graphs [Электронный ресурс]. – URL. <https://blog.hubspot.com/blog/tabid/6307/bid/14416/100-Awesome-Marketing-Stats-Charts-Graphs-Data.aspx>.
3. Zero Limit Web [Электронный ресурс]. – URL. <https://www.zerolimitweb.com/organic-vs-ppc-2021-ctr-results-best-practices/>.

И.И.ФРОЛОВ<sup>1</sup>, Д.А.ФРОЛОВА<sup>1</sup>, Д.Ю.ЛОМАКО<sup>1</sup>

### **АНАЛИЗ СОДЕРЖИМОГО САЙТА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕГО УВЕЛИЧЕНИЯ ЛОЯЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ АУДИТОРИИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Обязательным атрибутом, или даже инструментом, как в плане продвижения продукции на рынках товаров и услуг, так и с точки зрения информирования потенциальных клиентов о доступных возможностях и перспективах, является сайт предприятия. В данной статье авторы выполнили краткий обзор с представлением субъективных выводов по уже доступным интересным опциям сайта одного из предприятий медицинской промышленности, и представляют перечень возможных направлений для развития электронного информационного ресурса. Полный анализ проводился в закрытой форме и предоставлен маркетинговому отделу предприятия.

Одним из основных вопросов, возникших в результате исследования, стало определение наиболее важной и первоочередной целевой аудитории: предприятие не контактирует напрямую с конечными потребителями (покупателями лекарственных средств и препаратов), а работает через сети распространителей (аптечные сети, зарубежные оптовые заказчики, медицинские учреждения здравоохранения и т.д.). Таким образом, возникает вопрос необходимости предоставления информации на сайте медицинской компании конечному потребителю, не контактирующему напрямую с предприятием.

Реализация товара становится на порядок сложнее, если у компании отсутствует грамотно разработанный, понятный, наполненный и сопровождаемый электронный web-ресурса. А профессионально созданный сайт способен пассивно продвигать продукцию предприятия в режиме 24/7, требуя лишь актуализации данных в соответствующих разделах. Однако развитие информационных технологий требует периодического изменения ресурса в целом (обновление платформы, редизайн), а также добавления функционала, учитывающего, например, перевес пользователей мобильных устройств.

По мнению авторов, для установления еще более тесного контакта с потребителями и формированию более лояльного отношения к компании и можно развивать как онлайн-контакт с потребителями, например, разработав и внедрив на сайт чат-бота и/или онлайн-консультанта фармацевта, так и участвовать в офлайн мероприятиях, популяризирующих препараты

производителя: специализированные выставки медицинской направленности, широкоформатные выставки и мероприятия, посвященные праздникам в стране.

Идея разработки и внедрения чат-бота и/или онлайн-фармацевта выглядит весьма перспективной, однако, для своей реализации потребует тщательной проработки не только с точки зрения технической реализации, но также повлечет необходимость обеспечить расчет материальных затрат по введению дополнительных кадровых фармацевтов, которые должны будут выполнять роль «консультантов в аптеке», но только уже онлайн и – по строго выверенному списку производимой и реализуемой продукции предприятия.

Для упрощения процесса выбора медицинской продукции, которая является сложной по своей сути, как, например, электроника, программное обеспечение, и, безусловно, медицинские препараты, разрабатываемые годами медиками учеными, биологами, потребителю проще сделать свой выбор, когда описание такой продукции выполнено и представлено в максимально понятной и доступной форме. В случае с анализируемым ресурсом потенциальным вектором развития выглядит ведение отдельного «раздела о здоровье», аналогичному такому ресурсу, как, например, [www.24health.by](http://www.24health.by). В данном разделе можно не только придерживаться классического научно-популярного стиля в описании тех или иных особенностей здоровья, но и посвящать многие статьи недугам, с которыми помогают справляться разработанные предприятием медицинские препараты.

Разумеется, «раздел о здоровье» желательно сформировать и вести не только в рамках сайта предприятия, но также продвигать аналогичную страницу в Instagram, открыть и популяризировать канал на YouTube. Безусловно, такие направления потребуют привлечения дополнительных бюджетов, однако в современном мире в конкурентной борьбе за лояльность потребителя и условиях многообразия поставляемой продукции такие направления выглядят абсолютно уместными и перспективными, составляющими уже стандартный «маркетинговый набор» любой современной успешной компании.

Нельзя опустить и посещения сайтов пенсионерами и людей, у которых плохое зрение или цвета кажутся им яркими. По данным БЕЛТА на октябрь 2021 года в Республике Беларусь насчитывалось 25 тыс. инвалидов с нарушением зрения, не включая в данное количество пенсионеров. Для этого важно учесть деталь в виде версии сайта для слабовидящих. Соответственно, с настройкой необходимых удобных цветов, понятной и логичной навигацией (справа-налево). Так, люди увидят внимание бренда к их проблеме, что также повысит благосклонное отношение к предприятию.

Авторы статьи предугадают фармацевтическому предприятию рассмотреть вопрос о ребрендинге упаковки, разместив на ней qr-код (рисунок 1). После сканирования qr-код перенаправит пользователя на сайт производителя медицинских препаратов, с которого можно будет скачать приложение

на мобильное устройство. Данное приложение позволит вести учет всех этапов лечения, среди дополнительных возможностей будет функция настройки смс-оповещения/уведомления о необходимости принять лекарства, назначенные врачом. Данное нововведение позволит не только привлечь дополнительное внимание к предприятию среди пользователей и партнеров, а также представителей рекламы (белорусских блогеров), т. к. является эксклюзивным для белорусского рынка, но и сможет помочь пользователям более качественно следить за своим здоровьем.



Рисунок 1 – Пример qr-кода на упаковке медпрепарата

Для предприятия важно иметь качественный web-ресурс, а грамотно оформленный и наполненный корпоративный сайт фармацевтического предприятия не только повысит популярность предприятия, но и будет напоминать пользователям о том, как важно заботиться о своем здоровье.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт РУП «Белмедпрепараты». [Электронный ресурс]. – URL. <https://belmedpreparaty.com/> (дата обращения 16.09.2022).

2. Официальные данные БЕЛТА по росту числа инвалидов по зрению. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.belta.by/society/view/chislo-invalidov-po-zreniju-v-belarusi-rastet-468622-2021/> (дата обращения 16.09.2022).

3. Официальный сайт Министерства здравоохранения Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/> (дата обращения 16.09.2022).

А.Е.АЛЕКСЕЕВ<sup>1</sup>, А.А.ГОВИН<sup>1</sup>, А.А.НОВИКОВ<sup>1</sup>, Е.В.СОЛОВЬЕВ<sup>1</sup>

## НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОГО ГОСУДАРСТВА

<sup>1</sup>*Открытое акционерное общество «Гипросвязь», г. Минск, Республика Беларусь*

Цифровая трансформация экономики выступает сегодня для Республики Беларусь в качестве приоритетного способа развития экономики, повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке. Цифровую трансформацию невозможно осуществить без построения «цифрового государства».

Современное цифровое государство представляет собой государство, которое работает с новыми цифровыми реалиями в экономике и обществе, причем использует при этом новые цифровые инструменты и процессы [1]. Одним из основных компонентов создания «цифрового государства» является формирование экосистемы цифровой экономики.

Экосистема цифровой экономики представляет собой открытую, устойчивую информационную среду, обеспечивающую постоянное взаимодействие цифровых платформ, функционирующих на них сервисов, информационных систем [2].

Анализ международного опыта в части создания «цифрового государства» и формирования экосистемы цифровой экономики показал, что активное внедрение процессов и методов цифровой трансформации происходит во всех индустриях и отраслях по всему миру уже более двадцати последних лет. Разработка и реализация стратегий цифрового развития сегодня является приоритетом подавляющего большинства крупных компаний независимо от отраслевой принадлежности, специализации бизнеса или законодательного регулирования.

Рассуждая об облике экосистемы цифровой экономики в масштабах стран, изученных в рамках исследования, необходимо обратить внимание на несколько основных общих технологий: облачные, большие данные, распределенные вычисления, интернет вещей и широкополосный доступ в сеть Интернет. Во вторую по важности группу общих определяющих технологий можно отнести: блокчейн, цифровые двойники, дополненная реальность, аддитивное производство, центры обработки данных, роботы и когнитивные технологии прочие.

Следует отметить, что в последние несколько лет произошел очередной качественный технологический скачок в развитии информационно-коммуникационных технологий, что привело к формированию совершенно новых условий, в которых становятся экономически осмыслившими новые модели бизнес-процессов, базирующими и строящими на развитии цифровых экосистем, обеспеченной поддержкой цифровых платформ.

Одним из важнейших свойств экономических процессов на цифровой платформе, отличающем его от привычных форм взаимодействия, является алгоритмизированность.

Экономические процессы, реализованные на базе цифровых платформ, при их изучении являются прозрачными и поддаются анализу. Как следствие, при значительной платформизации естественным образом оцифровывается и становится прозрачной в целом вся экономика страны: формируется многоуровневая модель «цифрового государства». При этом государство выступает в качестве законодателя и установщика основных правил, а также должно выступать за создание не просто разрозненных технологий и ноу-хау, но и постановщиком правил, интерфейсов цифрового взаимодействия, регламентов доступа к тем цифровым инструментам, которые будут, либо уже созданы.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов. Д. Н. Сущность и содержание категории «цифровая экономика» Д.Н. Баранов [Электр. ресурс] // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 1, Экономика и управление. – М. 2018. № 2 (25). – С. 15–23. doi: 10.21777/2587-554X-2018-2-15-23. [Электр. ресурс]. URL: [https://www.muiv.ru/vestnik/pdf/eu/eu\\_2018\\_2\\_25\\_15\\_23.pdf](https://www.muiv.ru/vestnik/pdf/eu/eu_2018_2_25_15_23.pdf). (дата обращения: 06.04.2022).

2. Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации : Указ Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 г. № 136 // Ilex.by [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

И.Р.МУРАШКО<sup>1</sup>, Н.А.АНТИПЕНКО<sup>1</sup>

## МАРКЕТИНГ В СЕТИ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Минский филиал Российского Экономического Университета имени Георгия Валентиновича Плеханова», г. Минск, Республика Беларусь*

Почтовая связь является древнейшей отраслью связи в мире. Как известно, чем древнее история отрасли, тем больше разнообразных традиций и убеждений складывается вокруг нее и тем труднее внедрять различные преобразования. В Республике Беларусь существуют следующие отрасли связи:

- Почтовая связь;
- Электросвязь.

В свою очередь, почтовая связь подразделяется на следующие виды:

- почтовая связь общего пользования;
- курьерская связь;
- специальная связь;
- фельдъегерская связь [1].

В свою очередь под маркетингом понимают непрерывный процесс организации, планирования и управления в области оперативного и стратегического поведения фирмы, нацеленный на удовлетворение нужд и потребностей покупателей и получение благодаря этому запланированной прибыли [2].

Рассмотрим сферу маркетинга почтовой сети Республики Беларусь на примере национального оператора почтовой связи РУП «Белпочта».

Рекламная деятельность компании проводится посредством теле- и радиовещания, контекстной рекламы, наружной и внутренней рекламы, печатных СМИ и т.д.

Получить достоверную информацию об оказываемых услугах и рекламных предложениях можно на официальном сайте компании. В настоящее время сайт – основной маркетинговый инструмент во многих сферах бизнеса. Сайт РУП «Белпочта» имеет приятное и современное графическое оформление, интуитивно понятный интерфейс.

Технологическое совершенствование является необходимым для продвижения услуг почтовой связи.

В своих обращениях за предыдущие годы клиенты РУП «Белпочта» жаловались на излишнюю загруженность операторов, в связи с чем появлялись очереди. В связи с этим системы самообслуживания получают широкое распространение в компании. Они предназначены для ускорения оказания услуг и снижения нагрузки на операторов. Кроме того, ведется оптимизация системы логистики и перераспределение обязанностей операторов.

Внедряется и поддерживается «Система электронного слежения за выемкой почты» и «Автоматизированная система слежения», которая позволяет следить за состоянием зарегистрированных почтовых отправлений.

Для привлечения клиентов и улучшения услуг связи на основе их отзывов несколько раз в год проводятся Дни клиентов, в том числе и Национальные дни клиентов, проводимые одновременно во всех отделениях компании. Кроме того, на базе некоторых отделений проводятся ярмарки.

Сотрудники РУП «Белпочта» осуществляют презентации услуг для различных юридических лиц и предпринимателей. При достижении определенных условий между РУП «Белпочта» и юридическими лицами могут заключаться типовые договоры на прием и оказание всех почтовых и непрофильных услуг.

Таким образом, в сфере почтовой связи в настоящее время производятся мероприятия по модернизации, что позволяет увеличить объемы оказываемых услуг и способствует их продвижению.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон республики Беларусь 15 декабря 2003 г. № 258-З «О почтовой связи».

2. Хлебович, Д.И., Сфера услуг: маркетинг : учебное пособие / Д.И. Хлебович, Т.Д. Бурменко. — Москва : КноРус, 2022. — 235 с. — ISBN 978-5-406-09376-4. — URL:<https://book.ru/book/943064> (дата обращения: 17.09.2022). — Текст : электронный.

Л.М.МИХИНОВА

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ 5G В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Мобильная связь является самым перспективным сегментом телекоммуникационного рынка. В странах СНГ в 2019 году мобильная экосистема обеспечила более 830 000 рабочих мест внутри сектора и в других сферах экономики, принесла 14 миллиардов долларов в доходы государств, главным образом, за счет налоговых отчислений, а мобильные технологии и услуги обеспечили 6,1% ВВП. В ближайшие годы технологии на базе 5G будут способствовать дальнейшему росту экономики стран СНГ, оказывая влияние на такие ключевые сектора, как промышленность, коммунальные, профессиональные и финансовые услуги. По сравнению с предыдущими мобильными поколениями, 5G открывает потенциал для создания и развития инфраструктуры умных городов, позволяет обеспечить доступ к улучшающим качество жизни образовательным инструментам и платформам, корпоративным и потребительским приложениям.

Беларусь, Казахстан и Россия уже тестируют отдельные проекты по запуску сети 5G. По прогнозам Ассоциации GSMA, к 2025 году в СНГ будет более 50 миллионов подключений 5G, что соответствует уровню проникновения 13% [1]. Однако неопределенность в отношении доступа к спектру и возврата инвестиций может стать существенным препятствием для реализации потенциала цифровой экономики. Регуляторам следует пересмотреть нормы на электромагнитное излучение, которые могут помешать экономически эффективному развертыванию 5G, а также налоговую политику, чтобы найти правильный баланс между доходами от получения налогов и инвестициями операторов.

Анализ мирового опыта выделения РЧС для технологий 5G показал, что в каждой стране проводят собственную политику выделения радиочастотного спектра операторам связи, но в большинстве стран цена выделения РЧС стимулирует скорейшее развертывание сети 5G. Страны СНГ занимаются разработкой концепций строительства сетей 5G, оценкой спроса на услуги, подготовкой изменений нормативной базы и методики расчета платы за выделение и использование РЧС.

Учитывая, что для развертывания сетей 5G на начальном этапе требуются существенные капитальные вложения, в мировой практике рассматриваются несколько сценариев инвестирования в строительство сетей технологии 5G:

- развитие сетей на основе договора о совместной деятельности (консорциум);
- развитие сетей на условиях раздельной деятельности (конкурентные сети);
- развитие сетей на условиях создания инфраструктурного оператора единой сети 5G (инфраструктурный оператор).

Реализация моделей «Инфраструктурный оператор» и «Консорциум» имеют такие преимущества как уменьшения инвестиционных затрат, сроков строительства сети, сроков покрытия малонаселенных территорий. Недостатками этих концепций являются необходимость реструктуризация бизнес-модели операторов мобильной связи, их инфраструктуры, разработки новых нормативно-правовых основ регулирования взаимоотношений операторов связи, проблемы технологической интеграции и конфиденциальности технической информации, снижение надежности сети, снижение уровня конкуренции и завышение цен на услуги для конечного пользователя.

В связи с этим, с точки зрения долгосрочных перспектив наиболее обоснованным является выбор концепции «Конкурентные сети» для развертывания сети 5G. При этом регулятор может обеспечить благоприятные условия для операторов мобильной связи посредством выставления посильной для операторов платы за выделение и использование РЧС.

Стоимость выделения одного пакета радиочастот для 5G определена по результатам проведенной УО «Белорусская государственная академия связи» в 2020 году НИР и составляет

*Цифровая экономика, система менеджмента качества, организация, управление и маркетинг в отрасли связи*

ориентировано 95 миллионов белорусских рублей за каждый пакет. При этом плата за использование данными радиочастотами в течение 5 лет составит ориентировано 91,5 млн. белорусских рублей за каждый пакет [2].

По исследованиям, выполненным компанией J'son&Partners, ожидаемый экономический эффект от внедрения технологий 5G, при выполнении системы требований по развитию сети за счет цифровизации других отраслей экономики страны представлен в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологий 5G в различных отраслях экономики

Сектор	Доля сектора в ВВП США, %	Экономический эффект от цифровизации к объему сектора, %	Количество новых высокотехнологичных рабочих мест, тыс.
1	2	3	4
Транспорт и логистика	6,9	4,2	4,6
Промышленность (в целом)	29,2	0,8	5,3
Машиностроение	5,9	1,8	1,78
Химия, нефтехимия и нефтепереработка	7,6	0,7	0,9
Металлургия	2,3	2,6	1,0
Пищевая промышленность и сельское хозяйство	12,0	0,8	1,5
Строительство	4,6	2,1	1,3
Розничная торговля	10,5	0,2	0,3

На основании таблицы 1 и национальных статистических данных спрогнозируем экономический эффект от внедрения технологии 5G в Республике Беларусь (таблица 2).

Таблица 2 – Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологий 5G в Республике Беларусь

Сектор	Доля сектора в ВВП, %	Экономический эффект от цифровизации к объему сектора, %	Экономический эффект от цифровизации, млрд. руб.
1	2	3	4
Транспорт и логистика	5,1	3,1	5,4
Промышленность (в целом)	25,5	0,7	1,2
Машиностроение	10,0	3,1	5,3
Химия, нефтехимия и нефтепереработка	3,5	0,3	0,6
Металлургия	1,6	1,8	3,1
Пищевая промышленность и сельское хозяйство	11,9	0,8	1,4
Строительство	5,8	2,6	4,6
Розничная торговля	9,6	0,2	0,3

Таким образом, что можно сделать вывод, что развитие сети 5 G позволит успешно реализовывать цифровизацию различных секторов Республики Беларусь и получить экономических эффект не только в секторе телекоммуникаций, но и в других секторах экономики, а также увеличить количество высокотехнологичных рабочих мест. Суммарный экономический эффект по прогнозу составит 21,8 млрд. рублей.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мобильная экономика. Россия и СНГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/12/GSMA\\_MobileEconomy2020\\_Russia\\_CIS\\_Rus.pdf](https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/12/GSMA_MobileEconomy2020_Russia_CIS_Rus.pdf). – Дата доступа : 01.09.2022.

2. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по формированию экономически обоснованных размеров плат за выделение и использование радиочастотного спектра для оказания услуг электросвязи общего пользования по стандартам технологии 5G».

3. Проект стратегии создания в Республике Беларусь сетей сотовой подвижной электросвязи пятого поколения (5G).

Ю.Р.КРАВЧЕНКО

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Современный век информационных технологий кардинально изменил прежние правила ведения бизнеса. Это связано, в первую очередь с бурным развитием информационных технологий и особенно сети Интернет. Как показывает практика, темпы развития цифровизации в отраслях, регионах, странах неодинаковы, как результат, определяются различные подходы к применяемым понятиям, формам и способам государственного регулирования электронной коммерции, что, в свою очередь, не способствует выработке единых подходов к определению сущности «электронной коммерции» и возникают сложности в осуществлении бизнеса с помощью сети интернет на уровне мирового масштаба.

Опыт государств-новаторов в данной сфере свидетельствует о динамичности процессов изменения государственной политики с области электронной коммерции, что в свою очередь обеспечивает высокие темпы развития.

Рынок электронной коммерции в Республике Беларусь, также не стоит на месте. Статистика свидетельствует о стабильном росте доли электронной торговли в общем объеме розничных продаж, однако данные показатели значительно ниже мирового уровня [1]. При этом в Республике Беларусь созданы все необходимые условия для эффективного развития электронной коммерции:

- обеспечивается высокий уровень доступа к Интернету;
- постоянно повышается пропускная способность сети;
- предпринимаются попытки создать единое информационное пространство для оказания электронных услуг на основе интеграции информационных систем и предоставления доступа к открытым данным;
- компактность и относительно небольшая территория республики, способствует беспрепятственной доставке товара в любую точку страны в течение короткого промежутка времени.

Однако, несмотря на это, главной проблемой рынка представляется отсутствие четкой государственной политики в области регулирования электронной коммерции, которая бы соответствовала мировому масштабу.

До недавнего времени определяющей была статья 13 Закона «О торговле» от 28 июля 2003 года, в котором электронная торговля определялась как «оптовая, розничная торговля, характеризующаяся заказом, покупкой, продажей товаров с использованием информационных систем и сетей». Однако данный закон уже устарел и не может быть признан релевантным. Ряд актов регулирует отдельные аспекты электронной торговли, например, Закон РБ от 28 декабря 2009 года «Об электронном документе и электронной цифровой подписи». Однако этого недостаточно для достижения мирового уровня развития электронной коммерции.

Учитывая, достаточно высокие темпы развития электронной коммерции, и стабильный рост ее доли на рынке розничной торговли Республики Беларусь, возникает необходимость разработки специального нормативно-правового акта (закона), посвященного вопросам электронной коммерции, который будет включать положения, регулирующие следующие вопросы:

- общие положения и понятия, разъясняющие термины, используемые в статьях закона;
- определение сферы применения;
- полномочия государственных органов в сфере регулирования электронной коммерции;
- порядок ведения электронной коммерции;
- порядок заключения договоров;
- способы оплаты товаров;
- варианты доставки и сроки;
- ответственность за ненадлежащее качество товара и нарушение сроков доставки товара.

В первую очередь данный закон устранит проблему отсутствия понятийно-категориальный аппарата, который на текущий момент не сформировался в полном объеме.

Кроме того, действующий правовой механизм отношений, связанный с использованием сети Интернет требует совершенствования, так как имеет узкую направленность.

Так, анализ нормативно-правовой базы регулирующей область электронной коммерции в Республике Беларусь, свидетельствует о возможности осуществления торговли через Интернет исключительно через интернет-магазин. Основная цель данного требования – контроль со стороны государственных органов за данным сегментом рынка.

В свою очередь, требование к осуществлению торговли через интернет-магазины, является ограничивающим фактором развития электронной коммерции в Республике Беларусь.

Во-первых, это объясняется сложной процедурой создания и регистрации интернет-магазина, во-вторых – препятствует возможному росту объемов продаж с помощью использования других возможностей осуществления торговли в сети Интернет.

Помимо этого, на сегодняшний день развитие электронной торговли в Республике Беларусь несколько «затормаживается» вследствие законодательных запретов на продажу через Интернет ювелирных изделий, ветеринарных средств, спортивного питания и БАДов, лекарственных препаратов, пиротехники, табачных изделий и алкоголя. Представленный список запрещенных товарных категорий является самым широким среди стран ЕАЭС. К примеру, в Республике Казахстан разрешена торговля безрецептурными лекарствами, ветпрепаратами и ювелирными изделиями. В России разрешена торговля безрецептурными и рецептурными лекарствами, ювелирными изделиями и в скором времени будет разрешена торговля алкоголем. В Республике Кыргызстан разрешена торговля всеми выше представленными товарными категориями (включая табачные изделия). Данная проблема может превратиться в существенную перспективу, так как в случае отмены ограничений и последующего расширения перечня товаров, продаваемых на интернет-площадках, произойдет закономерное увеличение объема рынка электронной торговли в Республике Беларусь.

Также, к сдерживающим факторам и проблемам развития белорусского рынка электронной торговли можно отнести отсутствие подходящей инфраструктуры для доставки и оплаты покупок. Основным способом оплаты белорусов является оплата по факту получения. При этом самыми популярными способами доставки является доставка курьером или доставка на почту. Оба способа доставки на сегодняшний день не работают должным образом. Проблема заключается в высокой степени использования оплаты по факту: это означает частое использование наложенных платежей (по данным Deal.by, 20% покупателей пользовались данным способом оплаты), что создает дополнительные издержки и затраты времени [2].

Однако в ближайшее время данная проблема может быть существенно упрощена, ввиду того что 27 августа 2022 года вступил в силу Закон № 164-З «О платежных системах и платежных услугах», в рамках которого разрешаются платежи в пользу третьих лиц. Это, в свою очередь, повысит конкуренцию, уровень сервиса и снизит цены в отрасли доставок. Помимо этого, компаниям-продавцам больше не нужно будет нанимать курьеров в штат: они будут иметь право воспользоваться курьерскими службами, что сократит издержки на доставку и оптимизирует расходы компаний. Снятие запрета на платежи третьим лицам также повлияет на структуру оплат и упростит их. Действие закона позволит различным посредникам в виде маркетплейсов, агрегаторов, служб экспресс-доставки и т.д. принимать платежи и перенаправлять их непосредственным продавцам. Это означает рост использования «безопасных сделок», когда деньги сначала платятся третьей стороне (маркетплейс, агрегатор и т.п.) и возвращаются в случае проблем с товаром.

Главной проблемой белорусского рынка электронной коммерции на сегодняшний день, представляются законодательные ограничения, бюрократизм, невысокий уровень доверия покупателей к онлайн-платежам и низкий уровень развития инфраструктуры доставок. Выходом из данной ситуации может стать, снятие ряда ограничений, и принятие отдельного закона, который бы регулировал электронную коммерцию и все связанные с ней процессы, что в свою очередь позволило бы активизировать деятельность субъектов хозяйствования в области электронной коммерции, обеспечить интересы граждан и государства, а также решить ряд проблем сдерживающих развитие электронной коммерции.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Рынок электронной коммерции Беларуси // E-data.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://e-data.by/>. – Дата доступа: 15.09.2022.
2. Как санкции ускорили принятие законопроекта о платежных системах и услугах // Contract.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ilex.by/kak-sanktsii-uskorili-prinyatie-zakonoproekta-o-platezhnyh-sistemah-i-uslugah/> – Дата доступа : 17.09.2022.

О.Г.КОБРИНСКАЯ

**ВНЕШНИЕ РИСКИ ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА: МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

К негативным внешним факторам финансовой несостоятельности относятся высокие риски ведения бизнеса. Особенно актуальными в настоящее время являются следующие внешние риски: covid-19, изменение валютного курса, санкционные риски. Рассмотрим их более подробно.

Кризис, вызванный пандемией COVID-19 носит специфический характер. Его дальнейшие последствия все еще непредсказуемы, а следовательно, перспективы экономического восстановления также остаются неопределенными. Но очевидно, что пандемия нанесла серьезный удар по экономике всех стран мира.

Риск ухудшения финансового состояния от пандемийных явлений, в частности от covid-19, мы предлагаем определять по следующей формуле:

$$\text{Пр.} = \text{Пост.пр.} + \text{Пр.к.с} + \text{Ппр.др.ф.}, \quad (1)$$

где Ппр- потери прибыли от пандемийных явлений;  
Пост.пр.-потери прибыли от остановки производства (локдаунов);  
Пр.к.с.-потери прибыли от разрыва кооперационных связей;  
Ппр.др. ф.-потери прибыли от других пандемийных факторов.

Примечание – разработка автора.

Валютный курс оказывает существенное влияние на внешнюю торговлю страны, поскольку от его уровня в значительной степени зависит конкурентоспособность ее продукции на глобальных рынках.

Валютный риск присущ предприятиям, ведущим внешнеэкономическую деятельность (импортирующим сырье, материалы и полуфабрикаты и экспортирующим готовую продукцию) [2, с. 402].

Рассмотрим возможные потери от этого вида риска. Для этого предлагаем использовать формулу:

$$\text{Пв.р} = (S_1 / BK_1) - (S_1 / BK_0) \times BK_1, \quad (2)$$

где  $S_1$  – сумма денежных средств, в отчетном периоде, руб.;  
 $BK_0$ ,  $BK_1$  – валютный курс в базовом и отчетном периодах.

Примечание – разработка автора.

В связи с текущей геополитической ситуацией в Восточной Европе, западные страны активно вводят санкции в отношении Беларуси. В частности, санкционное давление затронуло белорусские предприятия.

Оценку риска от введения санкций предлагаем определять по следующей формуле:

$$\text{Пв.с.} = (Q_1 - Q_0) - (Z_{\text{тек}} + E_{\text{н.к}}) = \Delta D - (Z_{\text{тек}} + E_{\text{н.к}}), \quad (3)$$

где Пв.с – прибыль (убыток) от введения санкций;  
 $Q_0$ ,  $Q_1$ – объем производства до и после введения санкций, тыс. руб.  
 $Z_{\text{тек}}$  – текущие затраты на импортозамещение;

Ен- нормативный коэффициент экономической эффективности;

К-капитальные затраты на импортозамещение;

ΔД-изменение доли рынка, тыс. руб.

Примечание – разработка автора.

Очевидно, настал тот момент, когда соседние страны должны в рамках СНГ создать карту индустриализации, наполнить ее компетенциями и даже где-то создать стратегические запасы. Кстати, стоит отметить, в Беларуси на многих предприятиях имеются стратегические минимальные запасы комплектующих, необходимых для организации бесперебойной работы в режиме локдауна [1].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитическое обозрение «Финансовая стабильность в Республике Беларусь 2020». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.nbrb.by/publications/finstabrep>. – Дата доступа : 16.07.2021.

2. Бланк, И. А. Финансовая стратегия предприятия / И. А. Бланк. – К: Эльга, Ника-Центр, 2004. – 720 с.

В.М.ИВАШКО<sup>1</sup>, И.Л.ДЕСЮКЕВИЧ<sup>1</sup>, В.А.ЖУРАВЛЕВ<sup>1</sup>

## ЦИФРОВАЯ КУЛЬТУРА КАК ОСНОВА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из важнейших условий успешной реализации цифровой трансформации предприятия является подготовленность персонала к цифровым преобразованиям, наличие у него необходимых и достаточных цифровых компетенций и вовлеченность в происходящие процессы. Осознание потребности в цифровых преобразованиях считается одним из первых шагов в пути повышения цифрового совершенства организации.

Низкий уровень цифровых компетенций государственных служащих, работников предприятий, населения является одним из факторов, сдерживающих развитие цифровой экономики в Республике Беларусь. Для обеспечения цифрового прорыва во всех сферах деятельности необходимы специалисты принципиально нового качества, которых сейчас объективно недостаточно.

Одним из ключевых блоков в модели компетенций является цифровая культура, представляющая собой систему ценностей, установок, норм и правил поведения, которую принимает, поддерживает и транслирует команда цифровой трансформации [1].

Основными приоритетами цифровой культуры являются:

- ориентация на клиента;
- делегирование;
- сотрудничество и быстрота внедрения технологических инноваций.

Цифровая культура предприятия представляет собой способ управления организацией и развития ее сотрудников, в соответствии с которым цифровые инструменты и данные системно применяются в повседневной операционной деятельности для непрерывного улучшения и развития, их применение ориентировано на удовлетворение потребностей клиентов, качество и эффективность.

Практически невозможно обеспечить цифровое развитие, если не изменить базовые системы, процессы (операционную модель) и методы управления предприятием. Учитывая сложность и сопротивление восприятия всего нового, связанного с цифровым преобразованием, руководству предприятия важно использовать разнообразные методы, обеспечивающие формирование и поддержку поведения, соответствующего ценностям цифровой культуры.

Основными составляющими цифровой культуры являются:

- цифровая компетентность топ-менеджеров и работников предприятия;
- ориентация на данные при принятии решений;
- обеспечение взаимодействий на основе цифровых технологий;
- ориентация на клиента при производстве цифровых продуктов;
- гибкость в реагировании при изменениях внешней среды и наступлении рисков.

Наиболее существенным фактором, оказывающим влияние на цифровое развитие предприятия является цифровая компетентность топ-менеджеров и работников предприятия. Если у руководства

предприятия, в первую очередь, нет четкого видения цифрового развития, отсутствуют необходимые для этого цифровые компетенции, не может быть и речи о цифровых преобразованиях на предприятии. Топ-менеджеры задают тон всем преобразованиям на предприятии. Работники предприятия также должны обладать соответствующими цифровыми компетенциями, позволяющими им понимать видение руководства по цифровой трансформации предприятия, владеть современными информационно-коммуникационными технологиями для применения их в цифровых преобразованиях, проявлять инициативу и содействовать реализации стратегии цифровой трансформации предприятия.

Цифровая компетентность топ-менеджеров и работников предприятия является основой для успешного цифрового развития и неотъемлемой частью цифровой культуры и включает:

- цифровые знания и умения, их системное применение в профессиональной деятельности;
- потенциал для дальнейшего развития;
- готовность к инновационным технологическим вызовам работников предприятия.

Важной и необходимой частью процесса становления новой модели предприятия является подбор кадрового состава и развитие цифровых компетенций.

Культура принятия решений, основанных на данных, с интеграцией аналитических отчетов в ключевые бизнес-процессы предприятия, является существенной частью цифровой культуры. Переход к управлению, «ориентированному на данных» предполагает изменение существующей в управлении методики принятия решений, основанной на результатах анализа целостных, качественных, актуальных данных.

Обеспечение взаимодействия на основе цифровых технологий органов государственного управления, бизнес-структур, общественных организаций, в процессе которого происходит обмен знаниями, достижение согласия, реализация совместных проектов, способствует привлечению на предприятие лучших идей, высококвалифицированных кадров, более быстрому и экономичному созданию цифровых продуктов.

В основе создаваемой на предприятии продукции лежит их ценность для пользователей – граждан, бизнес-структур, предпринимателей, инвесторов. Основой для разработки и доработки продуктов, создаваемых на предприятии, является постоянный мониторинг, анализ, исследование и управление системой взаимодействия с пользователями.

Гибкость при изменениях внешней среды и наступлении рисков возможна в условиях быстрой адаптации процессов предприятия к политическим, экономическим, социальным изменениям, внедрению технологических инноваций и новых бизнес-моделей, анализе, разумном и обоснованном принятии рисков.

Формирование цифровой культуры является первоочередной задачей не только для предприятий, но и в целом для отраслей экономики и всего государства, так как она является драйвером для цифровых преобразований в разных сферах экономики и общественной жизни.

Наличие горизонтальных коммуникаций, непрерывного обучения работников с целью повышения уровня цифровой культуры, тесного взаимодействия и внутрикорпоративного сотрудничества, гибкой системы мотивации, высокой скорости принятия решений и команды, ориентированной на результат, позволит предприятию быстрее преодолеть сложности переходного периода и выйти на эффективное применение новых технологий [2].

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Модель компетенций команды цифровой трансформации в системе государственного управления / под ред. Шклярук М.С., Гаркуши Н.С. – М. : РАНХиГС, 2020. – 84 с.
2. Долганова О.И., Деева Е.А. Готовность компаний к цифровым преобразованиям: проблемы и диагностика // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 2. С. 59–72.

**В.М.ИВАШКО<sup>1</sup>, В.А.ЖУРАВЛЁВ<sup>1</sup>, И.Л.ДЕСЮКЕВИЧ<sup>1</sup>**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЗОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Главной целью любого предприятия является обеспечение эффективного и прибыльного производства. Оптимальное управление производством строится на достижении заданных социальных и экономических целей с максимальной при заданных условиях эффективностью.

Эффективность предприятия зависит от ряда показателей, таких как обеспеченность: ресурсами, сырьем, количеством работников и их качества (интеллектуальной и креативной составляющей).

Показатели эффективности предприятия – это и оценка рентабельности предприятия и рентабельности активов, это анализ оборачиваемости активов, и увеличение производительности труда и эффективности использования оборудования и имеющихся ресурсов предприятия. Иными словами, чтобы оценить результативность, нужно рассчитать ряд финансовых коэффициентов и затем проанализировать полученные результаты в совокупности. Это даст итоговую картину эффективности предприятия в целом [1].

Единого показателя, который бы затрагивал все аспекты производственной деятельности предприятия и характеризовал ее эффективность, не существует.

Оценка экономической эффективности деятельности предприятия позволяет понять, насколько рационально использовались имеющиеся ресурсы в процессе достижения запланированных целей.

Такая оценка помогает своевременно выявить причины снижения эффективности работы компании, принять меры к их устранению [2].

Оценка эффективности включает набор процедур по анализу динамики различных показателей хозяйственной деятельности предприятия в сравнении с аналогичными показателями прошлых периодов или утвержденными на отчетный период плановыми значениями.

Существующие методики оценки финансового положения организации, как правило, предусматривают расчет следующих групп показателей:

- показатели ликвидности (коэффициенты покрытия, быстрой ликвидности, абсолютной ликвидности, чистый оборотный капитал);
- показатели финансовой устойчивости (коэффициенты автономии, финансирования, обеспечения собственными оборотными средствами, маневренности собственного капитала);
- показатели деловой активности (коэффициенты оборотности активов, кредиторской задолженности, дебиторской задолженности, материальных запасов, основных средств, собственного капитала, сроки погашения кредиторской и дебиторской задолженности);
- показатели рентабельности (коэффициенты рентабельности активов, собственного капитала, деятельности, продукции).

Для облегчения порядка выбора основных показателей их следует поделить на 3 группы: производственные, реализационные иправленческие. Первые будут оценивать продуктивность производства, вторые – эффективность продажи продукции, а третьи – рациональность использования кадров [3].

Качество оценки эффективности работы предприятия по итогам отчетного года зависит от полноты использования методов оценки.

Анализ эффективности предприятия предполагает расчет большого количества экономических показателей, которые позволяют оценить эффективность работы, финансовую устойчивость, платежеспособность и т.д. Однако рассчитывать их все достаточно трудоемко, и не имеет смысла. Поэтому выделяют ключевые показатели эффективности деятельности предприятия (далее – КПИ). Следя за их динамикой и изменениями, можно делать выводы о работе предприятия в целом, о каждом сегментах отдельно.

Система управления предприятия на основе КПИ помогает руководителям более эффективно управлять имеющимися ресурсами в ключевых областях деятельности на основе информации об экономической и оперативной деятельности предприятия, отклонениях плана от факта и позволяет достичь цели предприятия.

Из выше изложенного можно сделать вывод, что мониторинг ключевых показателей – процесс постоянный. Его целью является соответствие целям, которое предприятия поставило для достижения запланированных результатов работы. Это результат текущей деятельности предприятия. Грамотный мониторинг ключевых показателей позволяет разрабатывать эффективную политику управления предприятием и план мероприятий по достижению поставленный руководством целей.

Критерии для оценки эффективности работы предприятия следует выбирать в зависимости от стадии развития бизнеса компании.

Тем не менее, полученные результаты при определении базовых показателей эффективности предприятия позволяют прогнозировать пути повышения эффективности производства на будущее в краткосрочном и среднесрочном планировании, что важно для принятия правильных управленческих решения для руководства.

Практическое использование системы показателей эффективности в отраслях предусматривает:

- ориентацию предприятий на интенсивный путь развития и достижения более высокого уровня эффективности в динамике;
- выявление резервов дальнейшего совершенствования деятельности предприятия на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, современных технологий и улучшения организации производства.

Работа выполнялась по заказу Министерства связи и информатизации Республики Беларусь в рамках договора № 03-22 от 04.04.2022 г. «Научно-методическое обеспечение реализации цифровой трансформации предприятия (организации)».

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Показатели эффективности деятельности предприятия: формулы и методика расчета. – URL: <https://www.fd.ru/articles/159414-pokazateli-effektivnosti-deyatelnosti-predpriyatiya-formuly-i-metodika-rascheta> (дата обращения 04.07.2022).
2. Гребенников, А. А. Определяем экономическую эффективность предприятия за год // Планово-экономический отдел – 2020. – № 12. – С. 22 – 30.
3. Основные показатели предприятия – URL: <https://finzz.ru/osnovnye-pokazateli-predpriyatiya.html> (дата обращения 05.07.2022).

В.А.БОЖАНОВ<sup>1</sup>, А.Л.БЕСШАБАШНЫХ<sup>1</sup>

## **ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Практика свидетельствует, что одной из форм эффективного взаимодействия между государством и бизнесом являются экономические форумы, которые организуются и проводятся, как на местном, так и на правительственном уровне.

В ходе подобных мероприятий лидеры крупнейших отечественных компаний и руководителя региональных органов власти и управления (а на республиканском уровне – министры, члены правительства и т. д.) могут открыто обсуждать имеющиеся проблемы во взаимоотношениях, свободно говорить о налогах, трудовых ресурсах и инвестициях.

Как показывает международный опыт, такая форма взаимодействия между властью и бизнесом, как государственно-частное партнерство (далее – ГЧП), может стать эффективным средством установления тесных взаимовыгодных отношений в экономике и социальной сфере.

Государственно-частное партнерство (в иностранной публичной и политической литературе – частно-государственное) подразумевает сотрудничество деловых и государственных структур, региональных корпораций и государственных предприятий, направленных на достижение общих социально-политических целей, решение актуальных социально-экономических проблем посредством соглашений, контрактов, концессии соглашения о взаимодействии.

Государственно-частные партнерства широко распространены за рубежом и, прежде всего, в Западной Европе. Цель ГЧП заключается в объединении государственных и частных ресурсов для наиболее эффективного использования их и максимального извлечения преимуществ совместной деятельности для всех сторон партнерства, а также для решения некоторых задач, поставленных перед государством и частным сектором.

Несмотря на имеющуюся правовую базу развитие ГЧП в Республике Беларусь не нашло должного развития. Представляется, что ГЧП может быть инструментом для привлечения внебюджетных средств, которые позволяют местным органам власти выполнять свои социальные обязательства, решить проблемы с инфраструктурой, увеличить валовой региональный продукт.

Одним из примеров обязательств государства может быть эффективное внедрение в различные секторы проектов, которые имеют важное значение для общества: сокращение безработицы, повышение уровня экономических показателей, которые подтверждают эффективность инвестирования в проекты, реализуемые в Республике Беларусь.

Частный инвестор, приняв участие в ГЧП, может решать такие задачи, как получение прибыли от совместной деятельности с государством, доступ к объектам, принадлежащим государству, к

бюджетным средствам для развития бизнеса, стабильность, преодоление барьеров для доступа к рынкам услуг (работ) и другие.

Кроме того, для бизнеса одним из главных стимулов является возврат инвестиированного капитала, своих инвестиций, увеличенных на долю полученной, прибыли от реализации совместных проектов в рамках ГЧП.

В новых экономических условиях на государственном уровне необходимо признание бизнеса как активной творческой силы общества, поскольку предпринимательство является важной частью экономического роста, благосостояния, качества жизни и национальной безопасности страны.

Государство должно дать бизнесменам, инвесторам ясный сигнал о том, что предпринимательство играет важнейшую роль как для белорусской экономики, так и для общества в целом. Предпринимательский потенциал может быть реализован в современных условиях только при гарантии неприкосновенности частной собственности, стабильности налоговой политики, фискальных и нормативных условий, непредвзятого интереса региональных и местных органов власти к развитию предпринимательства, политики взаимопонимания и сотрудничества властей и бизнеса, их общей ответственности за социально-экономическое развитие страны.

Отечественные предприниматели, действующие в рамках антибелорусских санкций, при поддержке властных институтов, должны добиваться значительных результатов в модернизации производства, внедряя новейшие достижения науки и техники на своих предприятиях.

В отношениях власти и бизнеса в Республике Беларусь не все проблемы еще решены. Уровень коррупции по-прежнему высок, нет гарантии эффективной защиты частной собственности.

Чтобы улучшить деловую среду, целесообразно было бы обратиться к опыту Японии, Китая, Сингапура и других передовых стран мира, чтобы творчески использовать его в своей стране. Как опыт Китая, так и японское, и сингапурское «экономическое чудо» убедительно показали, что, создавая благоприятный инвестиционный климат, заботясь о комфортных условиях для предпринимателей, предоставляя им всяческую поддержку, государство не только добивается впечатляющих результатов в экономике, но и значительно повышает политическую стабильность в обществе, уровень и качество жизни его граждан.

В заключении необходимо отметить, что одной из форм эффективного взаимодействия между государством и бизнесом являются экономические форумы, которые организуются и проводятся, как на местном, так и на правительственном уровне. ГЧП как форма взаимодействия между государством и бизнесом в Республике Беларусь при правильной экономической политике должно стать организационным и институциональным сочетанием усилий и ресурсов государственного и частного бизнеса с целью реализации социально-экономических проектов и задач. Предпринимательский потенциал может быть реализован в современных условиях только при гарантии неприкосновенности частной собственности, стабильности налоговой политики, фискальных и нормативных условий, непредвзятого интереса региональных и местных органов власти к развитию предпринимательства, политики взаимопонимания и сотрудничества властей и бизнеса, их общей ответственности за социально-экономическое развитие страны. Чтобы улучшить деловую среду, целесообразно было бы обратиться к опыту Японии, Китая, Сингапура и других передовых стран мира, чтобы творчески использовать его в своей стране.

Л.А.ФЕДОТОВ

## **РОЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ В УНИВЕРСАЛИЗАЦИИ ПОДХОДОВ К НАЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В 1990-е гг.**

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

В 1990-е гг. непрерывно возрастало внимание международного сообщества к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) в рамках главных и вспомогательных органов Организаций Объединенных Наций (ООН). Данный процесс был обусловлен официальным признанием ООН в 1995 г. огромного влияния прогресса ИКТ на мировое общественное развитие и, вместе с тем, наличия колоссальных диспропорций в возможностях пользования достижениями ИКТ населением различных государств. Начиная с 2000 г., данные диспропорции именовались в ООН «цифровой пропастью». При этом объектом рассмотрения ООН оказались не только вопросы развития

международного сотрудничества, но и разработки единых подходов к принципам и направлениям национальной политики в сфере ИКТ, в первую очередь, в развивающихся странах и странах с переходной экономикой. Чем можно объяснить вовлеченность ООН в область внутренней политики, относящуюся, казалось бы, исключительно к сфере компетенции самих государств? По нашему мнению, ее следует связывать с распространенной в ООН и поддерживаемой данной международной организацией в 1990-е гг. концепцией «управляемой глобализации», которая противопоставлялась рыночному фундаментализму. Она предполагала веру в возможность минимизации глобальных проблем, включая явление «цифровой пропасти», в результате практического применения определенных единых подходов и мероприятий, эффективность которых была подтверждена опытом отдельных государств.

Разработка рекомендаций в отношении национальной политики в сфере ИКТ осуществлялась, прежде всего, на экспертном уровне – в форме докладов специально созданных групп экспертов либо экспертов Секретариата ООН. В данной связи следует упомянуть, прежде всего, доклад Рабочей группы по информационно-коммуникационным технологиям в целях развития, подготовленный под эгидой Комиссии ООН по науке и технике в целях развития в 1997 г. (участие в его составлении принимал академик НАН Беларуси В.А. Лабунов), доклад группы экспертов высокого уровня по информационной и коммуникационной технологии и доклад Генерального секретаря ООН «Развитие и международное сотрудничество в XXI веке: роль информационной технологии в контексте основанной на знаниях глобальной экономики» (оба документа были подготовлены в 2000 г.). Часть адресованных государствам рекомендаций, содержащихся в данных докладах, была поддержана в резолюциях Генеральной Ассамблеи и Экономического и Социального Совета. Наибольшее число рекомендаций экспертов относительно национальной политики в области ИКТ было одобрено на политическом уровне в Заявлении о предоставлении всеобщего доступа к основным услугам связи и информационным услугам Административного комитета по координации (1997 г.) и Декларации министров «Развитие и международное сотрудничество в XXI веке: роль информационной технологии в контексте основанной на знаниях глобальной экономики», принятой по итогам этапа заседаний высокого уровня основной сессии 2000 г. Экономического и Социального Совета.

В таблице 1 приведены результаты обобщения содержания рекомендаций ООН в отношении национальной политики в сфере ИКТ, сформированных на экспертном и политическом уровнях в ООН в 1990-е гг.

Таблица 1 – Рекомендации в отношении национальной политики в сфере ИКТ, разработанные в ООН в 1990-е гг.

Основные принципы национальной политики в сфере ИКТ	Основные направления национальной политики в сфере ИКТ
Необходимость планирования национальной политики в сфере ИКТ на основе отраслевого стратегического документа – стратегии, программы, плана действий. Обеспечение подчиненности данной политики целям социально-экономического развития государства	Развитие людских ресурсов через поощрение использования ИКТ на всех уровнях системы формального образования, инвестиций в развитие базовой и цифровой грамотности, подготовки квалифицированной рабочей силы иправленческого персонала
Определение высокого должностного лица либо коллегиального органа, ответственного за разработку установочных принципов национальной политики в сфере ИКТ	Содействие развитию телемедицины, дистанционного банковского обслуживания, электронной торговли, внедрению ИКТ в сферах охраны окружающей среды, ликвидации чрезвычайных ситуаций, промышленности и сельского хозяйства в целях повышения производительности и улучшения условий труда
Предпочтительное использование государствами экономического побуждения через создание благоприятных условий для субъектов сектора ИКТ, осуществляющих непосредственную экономическую деятельность	Внедрение ИКТ в государственных учреждениях для достижения широкого спектра задач, простирающихся от улучшения функционирования данных учреждений до развития элементов «электронной демократии»

Инициирование новых форм партнерства государства, гражданского общества и частного сектора экономики при преимущественной поддержке частного сектора экономики, особенно субъектов малого и среднего предпринимательства	Увеличение значения сектора ИКТ в национальных экономиках через стимулирование инвестиций, снижение барьеров к выходу на рынок, налоговые стимулы, создание зон содействия экспорту, поощрение расширения занятости, и, где такие меры сочтены целесообразными, либерализации и приватизации
Повышение доступности ИКТ, особенно для уязвимых групп населения	Внедрение инструмента универсальной услуги для обеспечения доступа к сетевой инфраструктуре
Обеспечение наличия надежных механизмов регулирования сектора ИКТ, прежде всего, в областях разработки стандартов, охраны прав интеллектуальной собственности, защиты информации, ценовой политики	Укрепление научно-технического потенциала сектора ИКТ национальных экономик
Адаптация зарубежного опыта к национальным приоритетам социального, культурного и экономического развития	Поощрение разработки локального контента, особенно на местных языках

Имеются основания полагать, что сейчас в мире происходят переоценка явления глобализации и постепенный отказ от подходов универсализации подходов к национальной политике, сложившихся в период наибольшей поддержки международным сообществом идей «управляемой глобализации». Однако влияние рекомендаций в отношении национальной политики в сфере ИКТ, сформированных в ООН в 1990-е гг., на экономическое программирование государствами развития сектора ИКТ национальных экономик сохраняется до настоящего времени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Комиссия по науке и технике в целях развития. Третья сессия. Доклад Рабочей группы по информационно-коммуникационным технологиям в целях развития. [Электронный ресурс]. – URL: [https://digitallibrary.un.org/record/233314/files/E\\_CN.16\\_1997\\_4-RU.pdf](https://digitallibrary.un.org/record/233314/files/E_CN.16_1997_4-RU.pdf) (дата обращения 16.09.2022).
2. Генеральная Ассамблея Пятьдесят пятая сессия. Экономический и Социальный Совет Основная сессия 2000 года. Доклад группы экспертов высокого уровня по информационно-коммуникационной технологии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://digitallibrary.un.org/record/417544> (дата обращения 16.09.2022).
3. Развитие и сотрудничество в XXI веке: роль информационной технологии в контексте основанной на знаниях глобальной экономики. Доклад Генерального секретаря. [Электронный ресурс]. – URL: <https://digitallibrary.un.org/record/417588?ln=ru> (дата обращения 16.09.2022).
4. Statement by the Administrative Committee on Coordination on universal access to basic communication and information services [Electronic resource]. – URL: [https://unsceb.org/sites/default/files/imported\\_files/press/9724387e\\_0.pdf](https://unsceb.org/sites/default/files/imported_files/press/9724387e_0.pdf) (accessed 16.09.2022).
5. Отчет Экономического и Социального Совета за 2000 год. Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций, 2001. – 132 с.

А.В.АНТОНОВА

#### ЭТАПЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ: ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Как показывает мировая практика, развитие сельского хозяйства с момента становления государственности всегда опиралось на соответствующую государственную аграрную и вытекающую из нее ценовую политику. Направления и методы ценовой политики той или иной страны явились отражением хозяйственной деятельности определенного периода и менялись под влиянием технологической и социально-экономической трансформации мирового хозяйства и

аграрной сферы. В качестве яркого примера проведения государственной ценовой политики, которая в своей эволюции прошла целый ряд этапов, можно привести Европейский союз.

**Европейский союз.** В Европейском союзе ценовая политика сельскохозяйственной отрасли является составной частью Единой аграрной политики (Common Agricultural Policy). В свою очередь политика цен Европейского союза состоит из двух уровней: единая ценовая политика и национальная политика цен каждого государства-члена. Политика цен в Европейском союзе прошла несколько этапов трансформации. Основные из этих этапов отражены в таблице 1. Целью ценовой политики является поддержание стабильного уровня доходов субъектов сельского хозяйства. Политика цен достигает поставленные цели через следующие принципы функционирования Единой аграрной политики: свободное движение товаров внутри Европейского союза и общие цены для одних и тех же товаров; общая финансовая ответственность [1].

Таблица 1 – Этапы трансформации ценовой политики Европейского союза в сельскохозяйственной отрасли

Период, годы	Этапы трансформации ценовой политики Европейского союза в сельскохозяйственной отрасли
1962-1977	<ul style="list-style-type: none"><li>-ЕС объединял девять стран, возникла потребность согласования общей политики регулирования цен на продукцию аграрного сектора, были предложены инструменты регулирования рынка, сформулированы принципы установления величины закупочных цен и объемов закупок;</li><li>- за счет государственных закупок поощрялось увеличение объемов производства, а закупочные цены были фиксированные и находились на высоком уровне, ограничений импорта не было;</li><li>- высокая степень поддержки производства отдельных видов продукции привела к их перепроизводству;</li><li>- по большинству видов продукции ЕС принял систему протекционизма и поддержания цен;</li><li>- зерновые и говядина в странах ЕС продаются по одним и тем же ценам, конвертируемым в национальные валюты по рыночному обменному курсу (конец 60-х гг.);</li><li>- во избежание девальвации или же других перепадов валютных курсов введен "зеленый курс", который предполагал гибкое изменение цен на продукцию сельского хозяйства в стране при изменении курса национальной валюты;</li><li>- происходил постепенный переход от индивидуальных таможенных протекционистских мероприятий каждой страны к общим методам защиты от импорта стран ЕС (таможенный союз).</li></ul>
1978-1983	<ul style="list-style-type: none"><li>-этап характеризовался строгим регулированием закупочных цен, которое ограничивало перепроизводство продукции сельскохозяйственной отрасли и поставки ее на рынок;</li><li>- уменьшено применение инструментов поддержания рыночных цен;</li><li>- введены экспортные субсидии, что создало благоприятные ценовые условия поставки сельскохозяйственной продукции на экспорт.</li></ul>
1984-1988	<ul style="list-style-type: none"><li>- общие цены на зерновые, молоко и говядину иногда превышают средний уровень инфляции стран-членов ЕС;</li><li>- продолжает использоваться "зеленый курс", чтобы повышать цены выше уровня общих цен;</li><li>- заморожены общие цены; введен гарантируемый порог производства, названный «Максимально гарантированным количеством»;</li><li>- если производство превышало «Максимально гарантированное количество», имели место обложение штрафом в форме дополнительного налога совместной ответственности в размере 1,5 %, а также уменьшение целевой цены следующего года на 3 %, этому способствовало регулирование закупочных цен и введение квот на объемы производства молока.</li></ul>

1988-1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>- удалось стабилизировать производство основных видов сельскохозяйственной продукции;</li> <li>- выплачивается финансовая поддержка за переработку отдельных видов продукции аграрного сектора;</li> <li>- установлены квоты на злаковую продукцию и масличные растения.</li> </ul>
1992-1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в соответствии с реформой MacSharry отменена система регулирования закупочных цен, введен механизм прямых платежей, чтобы компенсировать издержки, связанные с понижением цен и расширением площадей необрабатываемой земли;</li> <li>- урезаются цены на зерновые культуры, но производители получали прямые компенсационные платежи на гектар обрабатываемой площади, которые были привязаны к исторической урожайности;</li> <li>- цены на говядину, телятину и баранину были снижены на, а прямые выплаты осуществлялись за то, что производство не превышало 90 голов животных;</li> <li>- введены квоты на поголовье быков, овец, компенсации за поголовье проданного скота, выплаты за содержание коровоматок и овцематок.</li> <li>- осуществляется строгий контроль производства и прямых компенсационных платежей фермерам наряду с уменьшением ценовой поддержки.</li> </ul>
1997-2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- введена целевая программа «Повестка дня 2000»;</li> <li>- прямые платежи на одну ферму осуществлялись в зависимости от уровня занятости на ферме;</li> <li>- организован рынок квот для производителей молока, с 2000 г. квоты продавались через молочные биржи, действие квоты на молоко было решено продлить до 2008 года;</li> <li>- ценовая поддержка для говядины была снижена на 20 %; снижение поддержки для молочного сектора было отложено, однако имело место снижение цены на сливочное масло на 10 процентов;</li> <li>- прямые компенсационные платежи, при снижении ценовой поддержки на зерновые культуры, были увеличены и привязывались к исторической урожайности;</li> <li>- проведение интегрированной политики с помощью единых мер, которые обеспечивают большее взаимодействие между развитием сельской местности, рынком и политикой цен.</li> </ul>
2003-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>- для зерновых культур ценовая поддержка была установлена на уровне 50 % выше мирового уровня;</li> <li>- субсидии выделяются не в зависимости от типа продукции, а из расчета площади земли и с учетом использования экологически чистых способов производства, что позволило предотвратить перепроизводство;</li> <li>- после реформы 2005 г. значительно снизились минимальные закупочные цены на сахар, уменьшились производственные квоты и сократились экспортные субсидии, в результате чего было свернуто производство сахарной свеклы в пяти странах ЕС.</li> </ul>
2014 – по настоящее время	<ul style="list-style-type: none"> <li>- к 2016 г. программы квотирования по молоку и сахару завершили свою историю, однако в зависимости от экономической ситуации они могут быть возвращены;</li> <li>- верхним пределом прямых субсидий становятся 300 тыс. евро.</li> </ul>

В ходе исследований выявлено, что ценовая политика не является константой и должна меняться под воздействием различных факторов, обеспечивая тем самым стабильность и устойчивость аграрной сферы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Agricultural accounts and prices 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Agricultural\\_accounts\\_and\\_prices#Price\\_indices](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Agricultural_accounts_and_prices#Price_indices)

## ДИГИТАЛИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Комратский государственный университет, г. Комрат, Республика Молдова

В современном экспертном дискурсе дигитализация рассматривается как сложный по структуре и функциям социальный процесс, который выступает в качестве критерия развития информационного общества и транснационализации информационных коммуникаций. При этом проблематика дигитализации рассматривается как широком, так и в узком контекстах: в первом случае речь идет о становлении и развитии информационного общества, как качественно нового этапа цивилизационного развития человечества; во втором случае в центре внимания находятся вопросы технологической трансформации глобальной экономики под воздействием ИКТ и порождаемые данным процессом риски, затрагивающие национальную экономику.

Для стран постсоветского пространства особый теоретический и прикладной интерес представляет проблема влияния дигитализации экономики на систему высшего образования, рассматриваемую как социальный институт и как комплекс социальных практик. Ведь цифровая трансформация экономики и производства обуславливает модернизацию системы государственного управления, трансформацию социальной сферы и изменение рынка труда в связи с отмиранием старых профессий и их заменой роботизированными или кибер-физическими системами. Все это формирует определенные требования к подготовке специалистов и работников системой высшего профессионального образования, от деятельности которой в существенной мере зависит достижение и поддержание на необходимом уровне конкурентоспособности страны на мировой арене.

Развитие национальной системы высшего профессионального образования представляет собой сложный, многофакторный и многокомпонентный процесс. В контексте его трансформации под влиянием дигитализации экономики данный процесс нельзя редуцировать только к аспектам развития материально-технической инфраструктуры системы образования, внедрения в педагогическую практику современных ИКТ, повышения уровня и качества профессиональной подготовки работников данной системы. Этот процесс также не исчерпывается вопросами совершенствования научно-методического обеспечения образовательного процесса, своевременного обновления учебников и учебных программ, внедрения инновационных образовательных технологий в педагогическую практику, изменения объема изучаемой информации в высшей школе, введения новых практикоориентированных учебных курсов и т.д.

В контексте общемировых тенденций развития высшего профессионального образования необходимо вести речь об актуализации модели непрерывного образования, которая элиминирует жесткие рамки традиционной индивидуальной биографии работника с формализованными переходами между стадией образования и стадией занятости и предполагает горизонтальную и вертикальную интеграцию образования. В логике модели вертикальную интеграцию рассматривают как возможность для индивида включиться в формальную систему образования на любом этапе своей жизни, горизонтальную – как распространение образования на множество формальных, и неформальных областей социальной жизни. Соответственно, логика данной модели предполагает постоянное обновление знаний и навыков, необходимых работникам в профессиональной деятельности, постоянный рост их образованности и повышение уровня индивидуальной квалификации. И именно учреждения высшего образования наиболее эффективно способны адаптировать свои образовательные программы под потребности в профессиональном обучении различных категорий населения, заинтересованных в условиях дигитализации экономики сформировать конкурентоспособный профессиональный профиль на рынке труда.

В данном случае актуализируется целый комплекс направлений деятельности по модернизации системы высшего профессионального образования, а именно:

- подготовку работников по специальностям цифровой экономики (специалист по созданию виртуальных миров, специалист по развитию городской среды, оператор беспилотного транспорта, оператор кибер-физической системы, оператор 3D-принтера и др.);

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

- расширение подготовки инженерно-технических специалистов и научных работников высшей квалификации по приоритетным специальностям, обеспечивающим развитие высокотехнологичных производств, относящихся к V и VI технологическим укладам, на основе усиленной подготовки обучающихся по физико-математическим дисциплинам на уровне среднего специального и высшего образования;

- сокращение времени и затрат на подготовку кадров посредством синхронного и мобильного обучения, что предполагает создание цифровой платформы онлайн-образования, отказ от жесткой регламентации структуры и содержания учебных планов и образовательных программ, приведение их в соответствие с требованиями развития инновационной экономики;

- формирование у студентов знаний и практических навыков, необходимых для использования новейших ИКТ в профессиональной деятельности и развития ИТ-компетенций, работы с большими объемами неструктурированных данных, ведения предпринимательской и инновационной деятельности в интернете;

- укрепление интеграции между производством, наукой и системой высшего профессионального образования посредством создания образовательно-производственных и научно-производственных комплексов, осуществляющих непрерывную подготовку специалистов в сфере высоких технологий.

В условиях интенсификации процесса дигитализации мировой экономики стремительно меняется ситуация на рынке труда как с точки зрения востребованности работников определенных профессий, так и в аспекте увеличения объема требований к профессиональным компетенциям выпускников учреждений высшего профессионального образования. Так, в отраслях производственного сектора экономики будет происходить сокращение рабочих мест ввиду замены работников автоматизированными системами при одновременном росте спроса на специалистов в области ИИ и робототехники. Это обуславливает необходимость модернизации системы высшего профессионального образования по таким направлениям, как информатизация управления образованием, обновление содержания и организации образовательного процесса, разработка и внедрение инновационных методик обучения и воспитания, усиление практикоориентированности процесса профессиональной социализации. В контексте конструирования целевых приоритетов развития системы высшего образования, рассматриваемых в аспекте формирования цифровых навыков обучающихся, правомерно говорить о необходимости реализации следующих мер:

- усиление роли ИКТ в образовательном процессе посредством комбинирования традиционных и цифровых подходов в обучении, синтеза формальных и неформальных методов обучения, повышения цифровых компетенций профессорско-преподавательского состава;

- обеспечение по уровням образования преемственности содержания учебно-программной документации и комплекса базовых компетенций, необходимых работнику в условиях цифровой экономики;

- повышение индивидуальной цифровой грамотности (медиаграмотность, коммуникативная, компьютерная грамотность и т.д.), рассматриваемой в качестве необходимого условия непрерывного образования личности в условиях развития информационного общества средствами формального, неформального и информального обучения;

- увеличение доли ИТ-специальностей в общем количестве программ подготовки обучающихся с целью формирования специализированных компетенций работников, требующихся для различных сегментов цифровой экономики;

- создание и реализация образовательных программ на уровне высшего профессионального образования и дополнительного образования с использованием персонифицированных образовательных маршрутов, модели сетевого обучения и современных образовательных технологий;

- совмещение в образовательном процессе на уровне высшего профессионального образования и дополнительного образования научной и инновационной подготовки обучающихся с целью повышения эффективности образовательного процесса;

- внедрение новых форм работы с абитуриентами на основе программ для анализа открытых пользовательских данных в интернете и социальных сетях, автоматически определяющих личностные характеристики и интересы, позволяющие прогнозировать успешное обучение в конкретном университете по определенным специальностям.

Таким образом, дигитализация экономики требует новых подходов к образовательной подготовке будущих работников, которые должны обладать креативностью, высоким адаптивным потенциалом, цифровой компетентностью и профессиональной мобильностью. В контексте конструирования целевых приоритетов развития системы высшего профессионального образования

это актуализирует использование персонифицированных образовательных маршрутов и модели сетевого обучения, совмещение в образовательном процессе научного, научно-технического и инновационного компонентов.

Д.М.ЗАЙЦЕВ

## **ПАЛОМНИЧЕСТВО В БУДСЛАВ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Величайшим преимуществом духовных путешествий, особенно продолжительностью в несколько дней и больше, является возможность оторваться от суеты мира, а также минимизировать потребности в необходимом. Паломничество позволяет нам заново открыть для себя чистый опыт бытия, простую радость существования, которой большинство из нас наслаждалось в детстве. Все те, кто совершил длительные паломничества, подтверждают: вступить на этот путь - значит вступить на путь, ведущий к самому себе. И эта встреча с самим собой почти неизбежно открывает наше духовное измерение. Сократ в свое время произнес: «Познай себя, и ты познаешь богов и вселенную...». Паломничество не оставляет места иллюзиям, оно снимает маски и ломает преграды.

Папа Бенедикт XVI охарактеризовал цель христианского паломничества следующим образом: «Паломничество – это не только посещение места и любование его сокровищами природы, искусства и истории. Совершить паломничество на самом деле означает выйти за пределы самих себя, чтобы встретиться с Богом там, где Он явил Себя, где Его благодать светила особым сиянием и приносила богатые плоды обращения и святости среди верующих...». [1]

Хотя под паломничеством в первую очередь подразумевается путешествие верующего к месту поклонения, многие пилигримы превратили его в процесс исцеления и личного освобождения. Каждый вступает на этот путь по своим индивидуальным причинам, за которыми стоит желание больше смирить себя, лучше понять себя. То, что мы ищем, во многом заключается в движении, в этом физическом и психическом опыте, который дает нам это духовное путешествие.

Самый известный паломнический маршрут в среде белорусских католиков пролегает в Будслав, где находится знаменитая икона Богородицы, по мнению многих верующих, исцеляющая человеческие недуги. 2 июля в 1588 году будславским монахам-бернардинцам явилась Дева Мария, а через 25 лет в их монастыре попала икона. Образ Богоматери конца XVI века, посещаемый паломниками, был, по преданию, подарен минскому воеводе Яну Пацу папой Климентом VIII. [2]

Согласно летописи Бернардинского монастыря в Будславе, икона Богоматери Будславской находится там с 1613 года. Она с самого начала почтась простыми людьми и вскоре прославилась многочисленными чудесами. В 1635 году ее перенесли в главный алтарь. История образа впоследствии была изложена приором Будславского монастыря Элевтерием Зелеевичем в книге про чудеса иконы Матери Божьей Будславской в период с 1617 по 1650 года, написанной на латинском языке под названием «Зодиак земли небесной, или Будская Пуща милостями Божими окутанная, которые люди ощущают при чудотворной иконе Святейшей Девы Марии, что в костеле отцов Бернардинов». Первое чудо было зафиксировано в 1617 году, когда к пятилетнему слепому мальчику Иозафату Тышкевичу, впоследствии известному отцу-кармелиту, вернулось зрение. Уже в середине XVII века Будское святилище было широко известно и посещалось большим количеством паломников. «Так что несколько тысяч человек из разных краев, как дворянских, так и сельских, приходят к этому месту во дни Успения Пресвятой Богородицы», - писал отец Элевтерий. [3]

7 сентября 1783 года состоялось освящение костела, получившего название Успения Пресвятой Богородицы, имя Будслав впервые появилось рядом со старым названием Буда. Костел огромный, один из самых больших построенных храмов на всей территории Речи Посполитой. Святилище паломники посещали каждый день, не только в торжества. Такое положение дел продолжалось на протяжении девятнадцатого и двадцатого веков, вплоть до начала Второй мировой войны в 1939 году. После войны в Будслав советские власти запретили ездить публично, а местная администрация закрыла храм. Здание церкви стало служить колхозным складом. [4] Тем не менее, люди приходили и молились перед храмом. В эпоху антирелигиозного террора это место оставалось живым средоточием веры, к которому тянулись странники даже из очень отдаленных мест в поисках Бога.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Вера людей означала, что Будслав все еще жив, что подтвердило паломническое движение после распада Советского Союза.

Первые официальные паломничества в Будслав начались в 1992 году. Местные жители приводят в порядок свои дворы, красят заборы и принимают пилигримов. Будслав, который на протяжении всей своей истории был местом братской встречи христиан латинского и восточного обрядов, до сих пор остается местом, особо предрасположенным к выполнению функции примирения с Богом и людьми.

Будслав расположен в 150 км к северу от Минска. Ежегодно сюда приезжает до 30 000 паломников из почти сотни городов Европы. [3] Здесь можно встретить белорусов, поляков, русских, немцев, венгров, украинцев, итальянцев, они молятся, поют и проводят время в духовных практиках. 2 июля в полночь начинается торжественная Святая Месса, по обычаям, паломники идут на коленях к престолу Божией Матери. Кульминацией же является шествие со свечами по главной площади города, после которого верующие возвращаются в храм. Службы проводятся на разных языках, в том числе на белорусском, русском, польском. Торжества завершаются крестным ходом со Святыми Дарами с благословением присутствующих верующих и всей Церкви в Беларуси. [5]

Образ Богоматери Будславской стал общей белорусской святыней, что подтвердила, например, его коронация 2 июля 1998 года под руководством кардинала Казимира Свентека. Значение паломнического маршрута не только для нашей страны подтверждает тот факт, что в честь 400-летия Чудотворного Образа Божией Матери - Покровительницы Беларуси архиепископ Тадеуш Кондрусевич отслужил в соборе в Минске Святую Мессу в присутствии папского легата Его Высокопреосвященства кардинала Жана-Луи Торана. Паломничество к иконе Матери Божией в Будслав признали настолько значимым, что его включили в список нематериального культурного наследия ЮНЕСКО. Сегодня в храме служат, как и столетиями ранее, священники из ордена бернардинцев (францисканцев). Костел в Будславе - один из трех храмов Беларуси, носящих титул Малая базилика.

По какой причине люди идут в Будслав? Кто-то благодарит Богородицу за излеченного от алкогольной зависимости родственника, кто-то – за возможность родить после многолетнего бесплодия, кого-то мучает кризис веры, а кто-то пока еще сомневается в догматах, но надеется прояснить эти вопросы в паломничестве. «Люди приходят в Будславский костел, чтобы через заступничество Девы Марии донести свои молитвы Богу, очиститься духовно и встретиться со своими единомышленниками», - утверждает ксендз Владислав Завальнюк. [6] Паломничество позволяет духовно расти человеку, это одна из важнейших христианских инициаций. При этом паломнический маршрут преображает не только людей, путешествующих по нему, но и затрагивает деревни, поселки, которые он пересекает.

Будславский путь успешно пережил кризис последних лет, связанный с пандемией коронавирусной инфекции и пожаром в костеле Вознесения Пресвятой Девы Марии. Спустя время паломники вернулись, многочисленные пожертвования позволили оперативно открыть святыню после ремонта для посещений.

Паломничество - это физическое мероприятие, движимое духом. Не все из нас могут совершить паломничество пешком. На это есть разные причины: нехватка времени, проблемы со здоровьем. Но это не значит, что мы вообще не можем совершить паломничество. Мы способны своей молитвой и памятью сопровождать тех, кто под палящим солнцем или под проливным дождем идет в Будслав.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. ADDRESS OF THE HOLY FATHER BENEDICT XVI [Electronic resource]. – Mode of access : [https://www.vatican.va/content/benedictxvi/en/speeches/2010/november/documents/hf\\_benxvi\\_spe\\_20101106\\_cattedrale-compostela.html](https://www.vatican.va/content/benedictxvi/en/speeches/2010/november/documents/hf_benxvi_spe_20101106_cattedrale-compostela.html). – Date of access : 14.08.2022.
2. Białoruś: Pielgrzymka do Sanktuarium w Budslawiu [Electronic resource]. – Mode of access : <http://emigracja.chrustusowcy.pl/news/biaoru-pielgrzymka-do-sanktuarium-w-budsawiu+4512>. – Date of access : 14.08.2022.
3. Józef Węclawik. Budslaw [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.bp.ecclesia.org.pl/budslaw.html>. – Date of access : 14.08.2022.
4. Krzysztof Lipowicz. „Maryja, Białorusi Ajakunka” [Electronic resource]. – Mode of access : <https://wdrodze.pl/article/maryja-bialorusi-ajakunka/>. – Date of access : 14.08.2022.
5. Pielgrzymka do Matki Bożej Budławskiej [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.redemptor.by/pl/aktualnosci/167-pielgrzymka-do-matki-boej-budsawskiej>. – Date of access : 14.08.2022.

## SOCIAL AND MEDICAL REHABILITATION OF THE ELDERLY

<sup>1</sup>*Educational institution «Belarusian State Academy of Communications», Minsk, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Health care institution «30th City Clinical Polyclinic», Minsk, Republic of Belarus*

The level of care for disabled citizens most clearly shows how developed the society and the state are. Rehabilitation and adaptation of older people in the modern world is of paramount importance not only because of the increase in overall life expectancy, but also because of the new standards of human existence. Obviously, retirees deserve the right to social security, quality medical care and the opportunity for self-realization. With the advent of old age, people especially need psychological support, social protection and high-quality medical care. There are the following main types of rehabilitation of the elderly: social, medical, psychological, professional, gerontological, educational. The correct implementation of certain rehabilitation methods helps to adapt a person to new living conditions as much as possible, make him less dependent on service personnel, and improve health. Experts note that integrated approach to the social rehabilitation measures provides the utmost positive effect and motivates an elderly person to an active full life, good physical and psychological well-being.

The rights of older citizens are enshrined in the Principles adopted by the UN General Assembly back in 1991. In most developed countries, there are enough institutions for the elderly to receive their treatment and rehabilitation. In these countries, the rights of pensioners are adequately protected, and new social programs are regularly introduced there to improve the quality of care. With the onset of retirement age, a person can enjoy rest and the fullness of life.

In the Republic of Belarus, the problem of social and medical rehabilitation of the elderly has not been fully resolved and does not reach the level that is represented, in particular, in the countries of the European Union. The state is not yet giving its elderly citizens the care they deserve. The standard of living of most pensioners also leaves much to be desired. Although there are care centers, specialized medical centers, nursing homes in our country, the living conditions in state institutions are not always satisfactory. Lack of staff creates difficulties in the service, the staff often do not have adequate professional training, the prices for the services significantly exceed the patient's pension. For these reasons, many citizens have an extremely negative attitude towards such institutions. To correct the situation, one should, among other things, consider the experience of the countries more successful in this respect.

In developed countries, in the departments of social rehabilitation of elderly citizens have developed, numerous programs of various kind. Of particular note are the achievements of specialists from Norway, Germany, the United States, whose theoretical ideas have proven themselves in practice. [1]

Thus, the occupational therapy program is based on the understanding that the inclusion of an elderly person in organized labor activity is an integral part of social rehabilitation. The main tasks of occupational therapy are: distraction from disturbing thoughts, positive thinking, restoration of physical skills, fine motor skills, improvement of general well-being. Socio-cultural rehabilitation is based on the involvement of pensioners in various types of cultural and leisure activities: excursions, festive events, concerts, city events. Programs and methods for adaptive physical education are aimed at developing strength and endurance, increasing immunity. Physical exercise is one of the most effective ways to prolong active longevity. In addition to adaptive physical education, sessions of salt cave are held, visitors are offered pearl baths with sea salt and aromatic additives, fortified oxygen cocktails and herbal teas.

Not surprisingly, physical recovery is at the forefront of most rehabilitation programs. To achieve a good result, the following are carried out: therapeutic exercises, massage, ergotherapy, kinesitherapy, mental health care, sanatorium treatment, herbal medicine, orthopedic care, work therapy. Recently, Icoon Laser hardware massage has been popular among pensioners. The innovative technology of the Icoone device helps to solve the problem of skin aging, as well as the problems associated with the functioning of the vascular and lymphatic systems.

Social rehabilitation is equally important. It includes: the assistance of various social care services, the creation of good living conditions, the equipping of the place of residence with special devices that simplify

the self-service of citizens with limited mobility, the provision of full-fledged leisure for the elderly, return of citizens to public life, and increasing their social activity. Vocational rehabilitation involves: providing conditions that help to maximize the work life of citizens, employment and, if necessary, the retraining of older people, the development of programs aimed for the socialization and employment of disabled citizens. Gerontological care is also takes a significant place. It provides affordable medical care, assistance to the families in patronage of elderly people with disabilities, psychological support, physical rehabilitation of the elderly, access to legal advice and other social assistance.

Rehabilitation in a geriatric center is useful for anyone over the age of sixty who is experiencing a lack of motor activity, and is also especially needed by pensioners who have undergone treatment related to: fractures, arthroplasty, heart attacks, strokes, COVID-19, or during an exacerbation chronic disease. [2] Since many older people suffer from various types of dementia, Alzheimer's and Parkinson's diseases, it is very important to ensure their physical safety and provide timely assistance.

In this regard, following the experience of highly developed countries, boarding houses in our country should be equipped with a high-quality video monitoring system. It is necessary to maintain protection against infections inside the premises: spacious rooms with independent ventilation system and bathrooms, an isolation quarantine unit. Creating a barrier-free environment involves the active traffic and activities of people with limited mobility. All rooms should have safe windows to prevent falling out, non-slip flooring, color zoning, and panic buttons. The health status and mental health status of the residents of such boarding houses shall be regularly and systematically monitored to identify positive or negative changes. Such geriatric centers shall be built not far from large medical institutions, and at the same time a sufficient territory shall be available for walking. Curators and doctors should regularly give lectures on a healthy lifestyle, proper nutrition, prevention of various diseases, focus on raising the educational level of the people, and forming a positive image of elderly people in society. Educational programs shall include: information on social support for the disabled, medical consultations to inform the population about the social rehabilitation of pensioners.

Both abroad and in our country, for many citizens, rehabilitation measures are provided at home. This approach is considered quite comfortable. Some people prefer home environment. It is familiar and does not cause stress. It is also important for pensioners and the disabled to maintain their social status and legal rights. Oncology patients and mentally ill people, patients with inactive tuberculosis and other serious illnesses undergo rehabilitation at home. A significant part of the care is usually taken by the relatives of the patient. But it shall be noted that patients need constant monitoring, which practically deprives the caregiver of his/her own personal life.

Public rehabilitation services are a fairly popular type of assistance. It is used by relatives who do not have the opportunity to personally look after a disabled person and do not have the financial means to hire a nurse for him/her. In many cities of the European Union, public institutions have been established that rehabilitate disabled and immobilized people with disabilities. Charitable also provide very good conditions for rehabilitation of the aged people. Anyhow, all these are not enough even in highly developed countries.

Wealthy citizens can afford the services of private institutions providing rehabilitation for the elderly and the disabled of any age. The patient is offered options to choose from both standard medical care and extensive rehabilitation programs. Private institutions offer services of specialists of various levels and directions. Private boarding houses are usually located in the suburbs, where environmental conditions are more comfortable. The buildings are located near dense green plantings, rivers, lakes. The residents have the opportunity to walk a lot, move, breathe fresh air. Obviously, living in such places is much healthier. The patient can live in a private boarding house temporarily or permanently. The staff of private centers also provides services at the patient's home. They also develop individual recovery programs. A private care center for the elderly is a multidisciplinary institution that has many advantages: high-quality and comprehensive medical care, prompt assistance from mental health consultant, a wide range of rehabilitation programs, and an interesting cultural life.

Thus, we would like to conclude that social and medical rehabilitation of the elderly shall be, first of all, the responsibility of the state. The state shall take more care of the elderly citizens as they have worked and payed taxes for many years. The lessons learned in the field of rehabilitation by the developed countries of the world is very useful and shall be used to a certain extent in our country.

#### REFERENCES

1. Зайцев, Д. М., Цветкова, А. Е. Социальные аспекты современной медицинской реабилитации / Д. М. Зайцев, А. Е. Цветкова // Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой

связи: материалы XX науч.-техн. конф., 12 мая–13 мая 2020 года, Минск, Респ. Беларусь / редкол.: А. О. Зеневич [и др.] – Минск : БГАС, 2020. – С. 104–105.

2. Tsvetkova, A. Medical rehabilitation after posted coronaviral COVID-19 infection / A. Tsvetkova // Actual environmental problems: Proceedings of the X International Scientific Conference. December 2–3, 2021 Minsk, Republic of Belarus. – Minsk : BSU, 2021. – P. 143–144.

С.Н.СУХАНОВА<sup>1</sup>, Е.В.КОРОЛЕВ<sup>1</sup>

## **ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ ИЛИ ПРОЕКТОВ ДЛЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ**

<sup>1</sup>Смоленский колледж телекоммуникаций (филиал) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», г. Смоленск, Российская Федерация

Особую важность в современных условиях приобретают не столько полученные знания учащегося, сколько его способность грамотно реализовывать поставленную профессиональную деятельность, которая и становится ключевым объектом оценивания и признаком качества обучения.

Перед учреждениями профессионального образования существует ряд проблем по осуществлению требований для выполнения общих и профессиональных компетенций, поэтому, для формирования профессиональной компетентности и увеличения познавательного интереса учащихся появляется потребность разработки свежих способов созидательной формы деятельности при реализации дипломных работ и проектов.

Требования, предъявляемые к качеству подготовки выпускников СПО учебных заведений, постоянно повышаются.

Работодатели заинтересованы в том, чтобы молодые специалисты могли проявить свои профессиональные компетенции не только в демонстрации полученных знаний, но и применении их на практике. Выпускники должны уметь показать способность принятия самостоятельных ответственных грамотных и нестандартных технических решений, а также стремиться к самосовершенствованию и профессиональному росту. Овладение проектной деятельностью позволяет более эффективно осуществлять организационно-управленческие и аналитические функции, обеспечивает конкурентоспособность молодого специалиста.

Проект в обучении - это детально оформленная разработка поставленной проблемы, предусматривающая поиск условий и технологий достижения реального результата, это самостоятельное формирование выработанных умений, использование знаний, приобретенных на изучаемых дисциплинах, но уже в продуктивном, новом поисковом уровне.

Тема обучающимся выбрана самостоятельно, поэтому это является условием успешной подготовки дипломных работ и проектов.

Система видеонаблюдения имеет большую значимость. Многие организации регулярно обращаются за содействием к специалистам для обеспечения полноценного функционирования системы видеонаблюдения для того, чтобы ориентироваться в происходящем на их предприятии. Люди в частных домах и коммерческих организациях производят монтаж системы видеонаблюдения для своей безопасности, что позволяет обеспечить абсолютный контроль за территорией, охраняемой в реальном времени. При установке системы видеонаблюдения необходимо бесспорно учитывать юридическое обоснование.

При реализации дипломного проекта по установке системы видеонаблюдения дипломники используют в программе «IP Video System Design Tool 11» и реализуют ее при установке видеокамер.

Эта программа разрешает определить расположение и требуемое количество камер видеонаблюдения, рассчитать требуемое количество кабеля, а также отобразить на схеме помещения или местности зоны идентификации, детектирования, распознавания на существующей базе плотности пикселей в 2D и 3D для обнаружения мертвых зон.

Проекты расположения видеокамер в кассе, парковке приведены на рисунках 1а, 1б с учетом обеспечения максимального покрытия и сокращения мертвых зон.

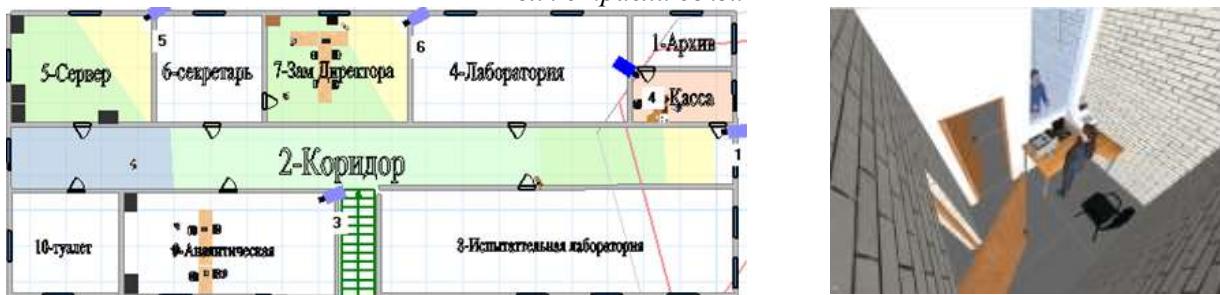


Рис. 1а проект расположение видеокамеры на кассе

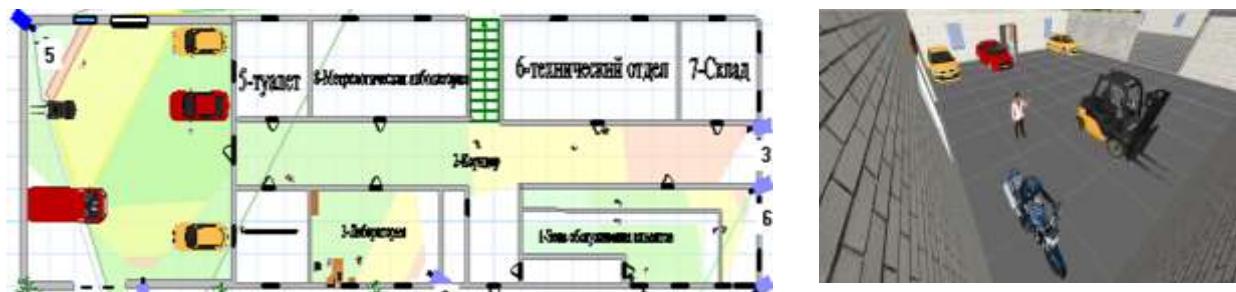


Рис. 1б проект расположение видеокамеры на парковке

При помощи калькулятора объективов [«www.jvsg.com/calculators/tu/kalkulator-objektivov/»](http://www.jvsg.com/calculators/tu/kalkulator-objektivov/) проверили и оценили плотность пикселей на метр для выбранных типов камер.

На рисунке 2 (а, б, в) изображены плотности пикселей при максимальном фокусном расстоянии для трех выбранных видеокамер.

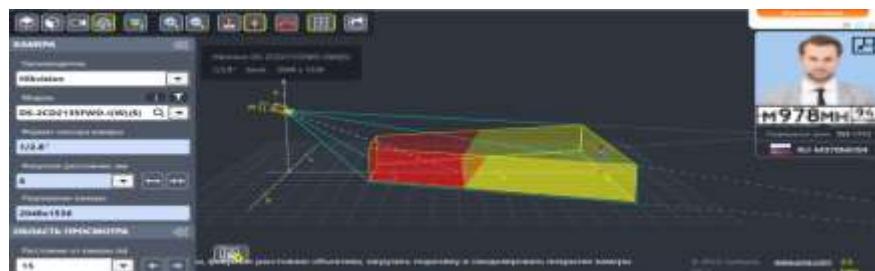


Рис. 2а Плотность пикселей камеры HikVisionDS-2CD2135FWD-IS при максимальном фокусном расстоянии

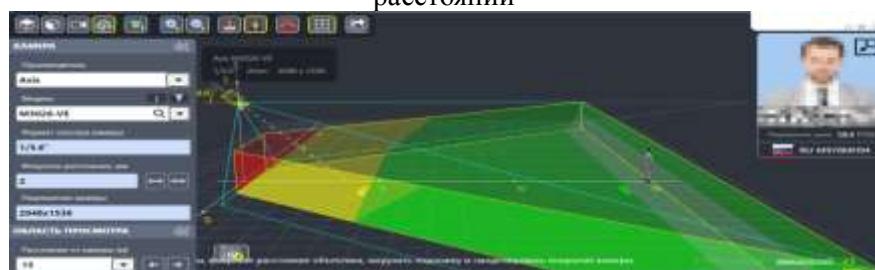


Рис. 2б Плотность пикселей камеры D-Link DCS-5615 при максимальном фокусном расстоянии

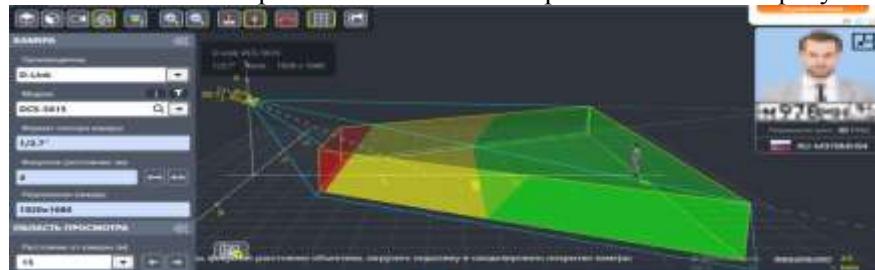


Рис. 2в Плотность пикселей камеры AXIS M3026-VE при максимальном фокусном расстоянии

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

Таким образом, были решены задачи, связанные с определением современного состояния и тенденций системы IP-видеонаблюдения, были определены преимущества, эффективность, возможности, перспективы развития и удобство использования таких систем, также был определен состав системы IP-видеонаблюдения.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабкин, А. А. Инженерно-технические средства охраны и надзора: назначение и классификация: учебное пособие / А. А. Бабкин. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 184 с.
2. Владо Дамьяновски. Библия видеонаблюдения, 3-е издание, 3-е дополненное переиздание: Пер. с англ. / Владо Дамьяновски. – М. : «Секьюрити Фокус», 2020. – 470 с.
3. Инструкция по настройке цифрового IP-видеорегистратора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vabez.ru/post/40/instruktsiya-po-nastroyke-tsifrovogo-ip-videoregistratora-falcon-eye-fe-1080p.html#cam>.

А.И.ПАРАМОНОВ<sup>1</sup>, С.М.КЛИМОВ<sup>1</sup>

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

*<sup>1</sup>Институт информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

С 2021 года на кафедре информационных систем и технологий ИИТ БГУИР проводится НИР «Математическое, алгоритмическое, научно-методическое и информационно-коммуникационное обеспечение организации адаптивного образовательного процесса подготовки специалистов для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием».

На первом этапе исследователями был проведен анализ имеющихся в настоящее время в русскоязычном педагогическом сообществе математических моделей адаптивного образовательного процесса.

По мнению авторов особого внимания заслуживает математическая модель педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения, как усовершенствованного подхода к обучению, которое формируется как персонализированный образовательный процесс с применением технологий адаптивного обучения [1]. Ряд исследователей в данной предметной области выделяют четыре концептуальных модели адаптации в образовательном процессе, изображенные на рисунке 1 [2].

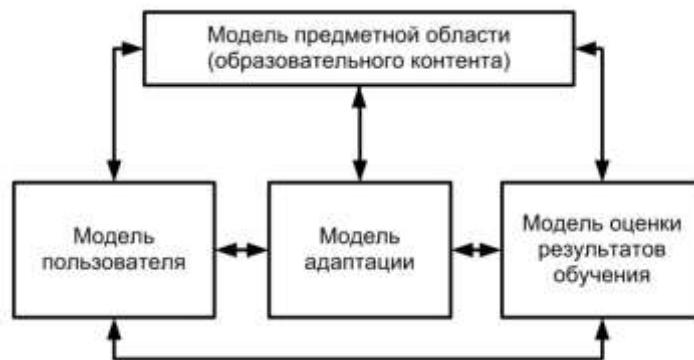


Рисунок 2 – Структурная схема адаптивной системы обучения

На рисунке в модели адаптации предполагается использовать трехступенчатую систему адаптации образовательного процесса [2].

В математической модели пользователя рассматривается описание как нечеткого недетерминированного автомата вида  $A = \langle U, X, Y, s_0, \delta, \sigma \rangle$ .

Заслуживает внимание опыт использования математического аппарата дифференциальных уравнений Колмогорова в программной реализации процесса адаптивного обучения [4].

В докладе рассматриваются возможности применения данных моделей в образовательном процессе как ИИТ БГУИР, так и Белорусской государственной академии связи.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Вайнштейн, Ю. В. Педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вузов в условиях цифровизации : диссертация доктора педагогических наук. Красноярск, 2021. – 425 с.
2. В. А. Шершнева, Ю. В. Вайнштейн, Т. О. Кочеткова. Адаптивная система обучения в электронной среде. Программные системы: теория и приложения, 2018, 9:4(39), – С. 159–177.
3. Ланина, Э. П. О проблеме математического моделирования работы адаптивной системы мониторинга, анализа и управления процессом обучения, учитывающей основные психофизиологические характеристики // Вестник Иркутского гос. университета. – № 4 (51). 2011. – С. 214–219.
4. Поминов, Д. А. Модель процесса адаптивного обучения и его программная реализация // Моделирование и анализ данных. 2020. – Том 10. – № 3. – С. 39–52.

Е.Ю.БРЯЗГИН

**ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ КАДРОВ НА ВОЕННОЙ КАФЕДРЕ  
УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
СВЯЗИ»**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в Республики Беларусь сложилась разветвленная система подготовки военных кадров в интересах Вооруженных Сил Республики Беларусь. Подготовка офицеров организована в военных учебных заведениях, которые представлены учреждением образования «Военная академия Республики Беларусь», военно-медицинским институтом Белорусского государственного медицинского университета, и шестью военными факультетами в ведущих учреждениях высшего образования: Белорусском государственном университете, Белорусском национальном техническом университете, Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники, Белорусской государственной академии авиации, Белорусском государственном университете транспорта, Гродненском государственном университете имени Янки Купалы».

Кроме того, подготовка офицеров запаса и младших командиров организована на семи военных кафедрах в учреждениях высшего образования: Белорусская государственная академия связи, Белорусский государственный технологический университет, Брестский государственный технический университет, Витебский государственный медицинский университет, Витебский государственный университет имени П. М. Машерова», Гомельский государственный медицинский университет, Гродненский государственный медицинский университет.

29 апреля 2016 г. постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 349 учреждение образования «Белорусская государственная академия связи» включено в Перечень учреждений высшего и среднего специального образования, в которых проводится обучение граждан на военных кафедрах или факультетах. Основным направлением обучения на военной кафедре является подготовка военных кадров в интересах войск связи по востребованным военно-учетным специальностям для работы на современных и перспективных цифровых средствах связи. Материально-техническая база военной кафедры представляет собой современные автоматические телефонные станции, аппаратуру каналаобразования, радио- и радиорелейные средства передачи информации. В формировании материально-технической базы военной кафедры приняли участие Министерство связи и информатизации, Министерство обороны Республики Беларусь и Академия связи.

31 января 2017 г. состоялась торжественная церемония открытия военной кафедры и начало обучения учащихся и студентов Академии связи по программам подготовки младших командиров по четырем военно-учетным специальностям. Обучение на военной кафедре организовано методом одного учебного дня в неделю для студентов Академии связи и учащихся обособленного подразделения «Колледж информационно-коммуникационных технологий», методом сборов – для учащихся витебского филиала Академии связи.

С момента образования военной кафедры по настоящее время постоянно совершенствуется структура подготовки военных кадров и организация образовательного процесса. За истекший период

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

на военной кафедре была открыта подготовка младших командиров по двум и офицеров запаса по одной новым военно-учетным специальностям. С 2023 году открывается подготовка младших командиров по седьмой военно-учетной специальности. В общей сложности военной кафедрой с 2017 года подготовлено более 550 младших командиров по шести военно-учетным специальностям и более 50 офицера запаса. Многие из выпускников военной кафедры решили связать свою судьбу со службой в Вооруженных Силах и других силовых ведомствах.

На военной кафедре непрерывно совершенствуется учебная программа документация. За последние два года переработаны и разработаны новые квалификационные требования к подготовке младших командиров по 5 военно-учетным специальностям, утверждены 15 новых учебных программ, в которых увеличена практическая составляющая при подготовке младших командиров, разработано 7 электронных учебно-методических комплексов и более ста методических разработок для проведения учебных занятий. В образовательном процессе постоянно учитываются новейшие достижения науки и техники, активно используется платформа удаленного обучения. Совершенствуется материально-техническая база военной кафедры, оборудованы учебные точки для работы с IP-телефонией, внедрено в образовательный процесс 2 электронных тренажера.

Учащиеся и студенты военной кафедры активно участвуют в научной работе. На военной кафедре организована работа военно-научного общества и деятельность трех военно-научных кружков. В научной деятельности участвует до 20 % всех учащихся военной кафедры, ими подготовлено более 20 научных проектов. В 2022 году впервые в рамках проведения XXII международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой связи» на военной кафедре проведено заседание секции «Тактические и технические аспекты применения цифровых средств связи и инфокоммуникационных систем в военном деле», в ходе которой приняли участие учащиеся и студенты военной кафедры, а так же представители других учреждений образования и научных организаций.

Большое внимание на военной кафедре уделяется воено-патриотическому воспитанию. По окончании обучения на военной кафедре все учащиеся и студенты в торжественной обстановке приносят Военную присягу. Студенты военной кафедры принимают участие во всех праздничных и торжественных мероприятиях Академии связи. Ежегодно с учащимися и студентами военной кафедры проводится соревнование на лучшую команду (специалиста) по военной подготовке, в ходе которого они показывают свое мастерство в военном деле. С 2021/2022 учебного года на военной кафедре организовано проведения занятий по допризывной (медицинской) подготовке, что позволяет использовать имеющийся потенциал военной кафедры при организации образовательного процесса и воспитания у учащихся патриотизма, нравственности, коллективизма, взаимопомощи и взаимоуважения, чувства личной ответственности за выполнение конституционного долга по защите Республики Беларусь.

Профессорско-преподавательский состав военной кафедры постоянно совершенствует свои профессиональные навыки, все преподаватели военной кафедры имеют степень магистра, ежегодно проходят повышение квалификации и стажировку. Как результат, военная кафедра в 2021/2022 учебном году заняла призовое второе место при проведении смотр-конкурса на лучшую военную кафедру среди семи учреждений высшего образования, проводимого под руководством Министерства обороны Республики Беларусь.

Г.М.БУЛДЫК<sup>1</sup>, В.П.ДЫМОНТ<sup>1</sup>

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРАКТИКО-  
ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В [1, 2] мы определили, что теоретические основы оптимизации образовательного процесса в высшем учебном заведении с использованием информационно-коммуникационных технологий, включают в себя:

- фазу проектирования, результатом которой является построение модели образовательного процесса;

- технологическую фазу, результатом которой является построение методики образовательного процесса;
- рефлексивную фазу, результатом которой является оценка реализуемого образовательного процесса, т.е. оценка эффективности.

Поскольку эффективность образовательного процесса является оценочным актом – ее всестороннее рассмотрение и оценка должны осуществляться с помощью критериев. Критерий – это признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо [3]. Критерий является своего рода мерилом эффективности, но все же не ее оценкой. Критерий может служить основанием, позволяющим судить об успешности образовательного процесса, конкретной реализации результатов этого процесса.

В качестве критериев эффективности практико-ориентированного обучения используем уровень знаний и прочность знаний [4].

Оценка эффективности по критерию уровня знаний:

- среднее число правильно выполненных заданий;
- среднеквадратическое отклонение.

Оценка эффективности по критерию прочности знаний:

- коэффициент прочности знаний.

Для оценки эффективности практико-ориентированного обучения производится педагогический эксперимент. Сущность эксперимента заключается в том, что по общей программе одним и тем же преподавателем проводятся раздельные занятия в двух учебных группах, из которых одна выбирается в качестве экспериментальной, а другая в качестве контрольной. В течение семестра студенты обоих групп проходят обучение в соответствии с утвержденной программой и графиком учебного процесса. Различие в обучении состояло в том, что в контрольной учебной группе использовались традиционные методы обучения и итоговое компьютерное тестирование, а в экспериментальной была применена методика практико-ориентированного обучения. Характеристикой студента (признаком) в данном случае является число правильно решенных им задач. Для количественной оценки результатов эксперимента вычисляется среднее количество правильно выполненных заданий для контрольной и экспериментальной групп после проведения эксперимента по формуле:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где  $\bar{X}$  – среднее число правильно выполненных заданий;

$X_i$  – число правильно выполненных заданий  $i$  – им студентом;

$n$  – число студентов,

и среднее статистическое квадратическое отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Показатель эффективности применения методики практико-ориентированного обучения – критерий  $K$  уровня знаний вычисляется по формулам:

$$K_{\text{прав.отв.}} = \frac{\bar{X}_{\exists}}{\bar{X}_K}, \quad K_S = \frac{S_{\exists}}{S_K}.$$

Для оценки прочности знаний через некоторое время проводится повторный экзамен и рассчитываются те же показатели  $\bar{X}$  и  $S$ . Для определения среднего уровня сохранившейся информации в экспериментальной и контрольной группах вычисляется разность между результатами первого прохождения теста и результатами спустя некоторое время:

$$\rho_{\exists}^n = \bar{X}_{\exists} - \bar{X}_{\exists}^n, \quad \rho_K^n = \bar{X}_K - \bar{X}_K^n$$

Коэффициент прочности знаний после применения методики практико-ориентированного обучения вычисляется по формуле:

$$K_{np} = \frac{\rho_k^n}{\rho_s^n}.$$

Для подтверждения достоверности и обоснованности выводов о различии состояний контрольной и экспериментальной групп формулируются основная и альтернативная гипотезы:

$H_0$  – в экспериментальных данных нет различий для контрольной и экспериментальной групп;

$H_1$  – в экспериментальных данных для контрольной и экспериментальной групп существуют существенные различия.

Для проверки гипотезы  $H_0$  используется критерий однородности

$$\chi^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i},$$

где  $L$  – уровни знаний студентов;

$N, M$  – число студентов в контрольной и экспериментальной группах;

$n_i, m_i$  – число студентов в контрольной и экспериментальной группах, которые показали определенные уровни знаний.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Булдык, Г. М. Сущность, структура и функции профессиональной культуры инженера. / Г. М. Булдык // Профессиональное образование. – 2021. – № 3. – С. 34–38.
2. Булдык, Г. М. Формирование профессиональной культуры инженера / Г. М. Булдык // Педагогическая наука и образование. – 2021. – № 4. – С. 76–83.
3. Булдык, Г. М. Современное инженерное образование / Г. М. Булдык // Педагогическая наука и образование. – 2022. – № 2. – С. 78–83.
4. Булдык, Г. М. Теоретическая концепция формирования профессиональной культуры студентов инженерных специальностей / Г. М. Булдык // Профессиональное образование. – 2022. – № 2. – С. 35–39.

В.В.БОЖЕНКОВ<sup>1</sup>, Г.М.ШАХЛЕВИЧ<sup>2</sup>

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Самыми мощными и эффективными для образования являются мультимедийные электронные образовательные ресурсы (ЭОР). Мультимедиа подразумевает возможность воспроизведения на экране компьютера и в звуке согласованной совокупности текстовых и аудиовизуальных элементов, представляющих изучаемые объекты и процессы. Свойством мультимедийного контента является интерактивность, причем варианты взаимодействия могут быть сколь угодно сложными.

ЭОР нового поколения объединили достоинства интерактивного аудиовизуального контента с возможностями сетевого распространения и полноценного использования в образовательном процессе. Результатом разработки новой системной архитектуры, единой программной среды функционирования и унификации структуры электронных образовательных продуктов стало создание **открытой модульной мультимедиа образовательной системы (ОМС)**.

Концептуальной основой ЭОР нового поколения является их модульная архитектура. Совокупный контент по предметной области разделен на модули, соответствующие тематическим элементам и компонентам учебного процесса. При этом каждый модуль может иметь аналог – вариатив, отличающийся элементами содержания, методикой, технологией исполнения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модульная структура ЭОР нового поколения

Электронный учебный модуль (ЭУМ) является автономным, содержательно и функционально полным образовательным ресурсом, предназначенным для решения определенной учебной задачи. При создании электронного учебного модуля можно использовать все известные инструменты разработки мультимедиа компонентов в любых форматах, организовать взаимодействие пользователя с элементами контента, в том числе – с использованием сложных имитационных моделей.

Совокупность ЭУМ размещается на сервере глобальной компьютерной сети. При информационном объеме около 10 Мб его легко получить по сетевому запросу. Доставленный модуль размещается на компьютере пользователя. Операции по доставке комплекта избранных ЭУМ, организации и ведению локального хранилища осуществляются с помощью программного инструмента – **персонального организатора пользователя**.

Основные преимущества ЭОР нового поколения:

- отсутствие содержательных и технологических ограничений;
- возможность сетевого распространения;
- унификация структуры модулей, средств их хранения и воспроизведения, контентно-независимой части пользовательского интерфейса;
- открытость модулей для изменений, дополнений, полной модернизации (для изменений открыты все части ЭУМ и в комплекс ОМС включен **инструментарий для модернизации/создания электронных учебных модулей**);
- независимость ЭУМ от программно-аппаратной платформы;
- возможность личностно-ориентированного обучения;
- реализация активно-деятельностных форм обучения;
- расширение функционала и повышение эффективности самостоятельной учебной работы.

Для оценки учебных достижений учащихся используется программное средство – **система учета учебных достижений (СУД)**. В процессе работы с ЭУМ генерируются значения показателей успешности обучения в соответствии с международной спецификацией SCORM RTE.

Уже давно никто не сомневается в необходимости применения в учебном процессе информационных технологий. Но носителем самого ценного в образовании (живая беседа, дискуссия, совместный анализ и исследовательская деятельность) по-прежнему является преподаватель [1]. Модульная структура ЭОР в совокупности с возможностью хранить, копировать, доставлять, перемещать ЭУМ как по сети, так и на любом носителе позволяет впервые реализовать замкнутый цикл образовательной деятельности, высвобождая преподавателю массу времени. Пример такого образовательного цикла предложен на рисунке 2.

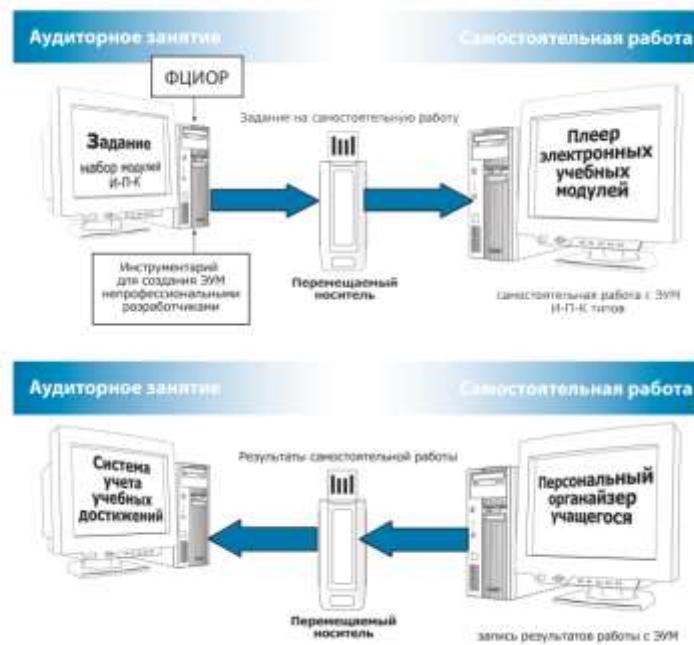


Рисунок 2 – Цикл образовательной деятельности в ЭОР с модульной структурой

Как следует из рисунка 2, появляется возможность исключить из плана аудиторного занятия выборочный опрос (есть система учета учебных достижений). Изложение нового материала целесообразно перенести в самостоятельную работу с помощью И-модуля. В результате высвободившееся время преподаватель может потратить на коллективную дискуссию, совместный анализ, углубленное исследование проблемы, т.е. на творческую работу.

В условиях применения информационных технологий при подготовке инженерных кадров значимость реальных экспериментов только повышается. Именно лабораторные практикумы дают навыки исследовательской деятельности и позволяют формировать большинство умений и профессиональных компетенций [2].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боженков, В. В. Особенности использования информационных технологий в подготовке инженерных кадров / В. В. Боженков, Г. М. Шахлевич // Приборостроение –2020 : материалы 13-й Междунар. НТК, БНТУ, Минск, 2020. – С. 123–125.
2. Боженков, В. В., Шахлевич Г. М. Лабораторный практикум в структуре интерактивных ЭОР по инженерным дисциплинам // Сб. материалов Междунар. НТК. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. (ITRT-2014). Тольятти, 2014. – С. 45–50.

Е.А.КУДРИЦКАЯ<sup>1</sup>, Н.С.МАШКИНА<sup>1</sup>

#### МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В числе основных задач, стоящих на ближайшие годы перед учреждениями высшего образования, помимо реализации мероприятий Государственной программы «Образование и молодежная политика», дальнейшего внедрения концепций «Университет 3.0» и «Цифровой университет» является повышение качества и эффективности процесса подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов, обеспечение гибкости и вариативности содержания образовательных программ, разработка новых образовательных стандартов и учебно-программной документации.

В 2022 году вступил в силу Закон Республики Беларусь от 14.01.2022 №154-З, которым предусмотрено изложение в новой редакции Кодекса Республики Беларусь об образовании и разработанных новых нормативных правовых актов. В соответствии с Кодексом типовая учебно-

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

программная документация заменяется на примерную; установлены три вида аттестации обучающихся (текущая, промежуточная, итоговая); выделена новая форма получения образования - дистанционная. Ко всем участникам образовательного процесса повышенены требования: за проведение повторных учебных занятий вне учебной группы, за проведение повторной промежуточной и итоговой аттестации может взиматься плата.

С 01.09.2022 введен в действие и Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» (далее - ОКСК), в соответствии с которым происходит изменение в кодировке профилей, направлений образования, специальностей, а для некоторых специальностей – осуществляется укрупнение. Данные изменения являются не только техническими, но и сопровождаются пересмотром подходов к подготовке специалистов.

С 2023 года учреждение образования «Белорусская государственная академия связи» (далее - Академия), как и другие учреждения республики, будут осуществлять набор в соответствии с новым ОКСК. В Академии запланированы к реализации образовательные программы по 19 новым специальностям (таблица 1).

Таблица 1

Уровни образования	Наименование специальности (квалификация)
среднего специального образования	5-04-0611-03 Разработка и сопровождение веб-ресурсов (техник-программист) 5-04-0612-01 Тестирование программного обеспечения (тестировщик) 5-04-0713-02 Техническая эксплуатация систем и сетей телекоммуникаций (техник по телекоммуникациям) 5-04-0713-03 Информационные кабельные сети (техник по телекоммуникациям) 5-04-0713-04 Техническая эксплуатация систем радиосвязи, радиовещания и телевидения (техник) 5-04-1043-01 Почтовая деятельность (специалист по почтовой деятельности)
общее высшее образование (бакалавриат)	6-05-0412-04 Маркетинг (маркетолог, экономист) 6-05-0311-02 Экономика и управление (экономист, менеджер) 6-05-0533-11 Прикладная информатика (информатик, программист) 6-05-0611-06 Системы и сети инфокоммуникаций (инженер) 6-05-0713-04 Автоматизация технологических процессов и производств (инженер) 6-05-1043-01 Почтовая связь (инженер)
углубленное высшее образование (магистратура)	7-06-0414-01 Государственное управление 7-06-0533-03 Радиофизика и информационные технологии 7-06-0713-04 Автоматизация
переподготовка руководящих работников и специалистов, имеющих среднее специальное образование	9-08-0612-01 Тестирование программного обеспечения (тестировщик) 9-08-1043-01 Почтовая связь (техник)
переподготовка руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование	9-09-0412-10 Маркетинг (маркетолог) 9-09-0612-02 Программное обеспечение информационных систем (инженер-программист)

По всем, кроме одной, из указанных выше специальностей, в Академии осуществлялась подготовка. Новой является специальность среднего специального образования 5-04-0611-03 «Разработка и сопровождение веб-ресурсов», инициатором введения которой была Академия при поддержке своего учредителя – Министерства связи и информатизации Республики Беларусь.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Актуальность открытия специальности «Разработка и сопровождение веб-ресурсов» определяется необходимостью построения в Республике Беларусь современной цифровой экономики. Специалист в веб-ресурсах – одна из ключевых профессий в области информационных технологий и происходящих изменениях в производстве. Это разработчик, который принимает непосредственное участие во всех этапах разработки веб-приложений, а основной сферой его деятельности является разработка и обеспечение бесперебойного функционирования веб-сайтов.

В соответствии с новыми подходами в планировании образовательных программ не предусматриваются направления специальностей и специализации, разрабатываются только примерные учебные планы. Учебные заведения получают больше свобод в планировании подготовки, становятся более мобильными в изменении процесса обучения.

Специалисты Академии приняли участие в разработке образовательных стандартов, примерных учебных планов, примерных тематических планов по предметам и практике специальностей среднего специального образования. В разработке учебно-планирующей документации на уровне среднего специального образования был введен модульный подход, изменился перечень дисциплин, устанавливаемый Министерством образования Республики Беларусь, в обязательном порядке в примерных учебных планах определяется объем часов на компонент учреждения образования в объеме 160-750 часов учебного времени.

На уровне высшего образования свободы планирования проявляются в определении профилизаций, которые учебное заведение должно определить для своих специальностей. Термин «профилизация» определяется в нормативных документах Министерства образования Республики Беларусь. В Кодексе Республики Беларусь об образовании под профилизацией понимается «вариант реализации соответствующей образовательной программы высшего образования по специальности, обусловленный особенностями профессиональной деятельности специалиста».

Академия, учитывая запросы работодателей, абитуриентов, возможности материально-технической базы и профессорско-преподавательского состава, экономические и политические условия в стране, будет определять профилизации по отдельным специальностям, предлагать на выбор абитуриентам, а при необходимости – изменять. Варианты возможных профилизаций по некоторым новым специальностям общего высшего образования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Специальность	Примеры профилизаций
6-05-0611-06 Системы и сети инфокоммуникаций	Радиосвязь и цифровое телерадиовещание. Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа. Информационные технологии и сервисы в телекоммуникациях. Защищенные сети и системы связи. Облачные технологии и пакетизация услуг.
6-05-1043-01 Почтовая связь	Почтовая логистика и дистанционная торговля. Дистанционная торговля и логистика. Информационные технологии в почтовой связи.

В Беларуси с 2022/2023 учебного года произошли изменения в преподавании социально-гуманитарных дисциплин на уровне общего высшего образования в соответствии с Концепцией оптимизации содержания, структуры и объема цикла (модуля) социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования, утвержденной Министром образования 29.04.2022. Новый модуль включает два блока учебных дисциплин: обязательный – для изучения всеми студентами («История белорусской государственности», «Философия» и «Современная политэкономия») и вариативный, включающий 2 или 3 учебные дисциплины, которые выбирает учебное заведение и студенты.

Очень важна подготовка студентов к дальнейшему профессиональному развитию и создание мотивации для их реализации в научной сфере. С этой целью с 2022-2023 учебного года по инициативе кафедры цифровой экономики Академии введен факультативный предмет «Академическая этика», направленный на углубление и расширение знаний о целях современной науки, принципах социального взаимодействия в академической среде, основах научной коммуникации. Данный курс будет изучаться в магистратуре и студентами старших курсов общего высшего образования, он будет отличаться практической направленностью и подготавливать к обучению в магистратуре и аспирантуре.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Изменение подходов в планировании подготовки специалистов предполагает больше свобод для учреждений образования в определении учебных предметов, практики, профилизации специальностей, что усиливает ответственность учебных заведений за подготовку перед самими обучающимися, будущими нанимателями, и в целом перед государством за подготовку нужных для экономики специалистов. Свободы проектирования образовательных программ смогут стать фактором модернизации образовательного процесса при заинтересованности учебных заведений в подготовке компетентных специалистов и повышении своего престижа в обществе.

Н.Е.ПАЦЕЙ<sup>1</sup>, О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>

**ОЦЕНКАИЗМЕНЕНИЙ В ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА ВЫБОРКИ СЛУШАТЕЛЕЙ И ПЛАНОВ  
КОМПЛЕКТАЦИИ ГРУПП**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Повышение квалификации, как вид профессионального обучения, является необходимым элементом в процессе образования специалиста. Согласно законодательству РБ специалист должен проходить повышение квалификации не реже 1 раза в 5 лет. В зависимости от сферы деятельности специалиста подходящие для него курсы повышения квалификации могут иметь различную направленность (практическую, теоретическую), а также продолжительность (от нескольких дней, до нескольких недель). Результаты прохождения таких курсов так же могут быть различными: от ознакомления с новыми тенденциями развития области до приобретения нового практического навыка. Рынок курсов повышения квалификации достаточно широк. Многие учреждения образования имеют в своем составе подразделения, которые организуют такие курсы. ФПК БГАС осуществляет проведение курсов по различным тематикам для специалистов отрасли связи и других отраслей. Специалисты факультета внимательно отслеживают тенденции развития отрасли, интерес предприятий к новым курсам, к их продолжительности и формату. С учетом того, что грань между информационными технологиями и телекоммуникациями становится все менее заметной, а предприятия связи нуждаются в специалистах, обладающих навыками работы с оборудованием сетей передачи данных, поддержки корпоративной инфраструктуры, обеспечения информационной безопасности и пр. на факультете с 2005 года открыты курсы по программе академий Cisco, а также некоторые авторские курсы, разработанные преподавателями факультета. Однако, еще одной тенденцией последнего времени является необходимость овладения специалистами навыков программирования и работы с данными. Эти области знаний требуют более глубокого погружения и тщательной подготовки специалиста, что невозможно обеспечить при пятидневной длительности курса. Ряд курсов представлены в виде серии из двух или трех частей.

В таблице 1 приведены данные за 2019 – 2021 годы о количестве представленных тематик и их распределение между одномодульными курсами (длится одну неделю) и многомодульным курсами (курс разбит на две или три части, каждая часть длится не менее недели). Так же представлены данные об общем количестве организованных групп и их распределении между одно- и многомодульными курсами.

Таблица 1 – Количество тематик курсов и групп по ним

<b>Количество тематик и группы</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Общее количество тематик, по которым были организованы группы, в том числе:	48	49	55
- одномодульные, %	73	73	69
- многомодульные, %	27	27	31
Общее количество организованных групп, в том числе	90	82	95
- одномодульные, %	78	68	66
- многомодульные, %	22	32	34

## Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи

Для исследования состава слушателей по указанным годам были проанализированы 30 % выборки слушателей, с целью составления из распределения по группам в зависимости от модульности и тематики. Данные показаны на рисунке 1.

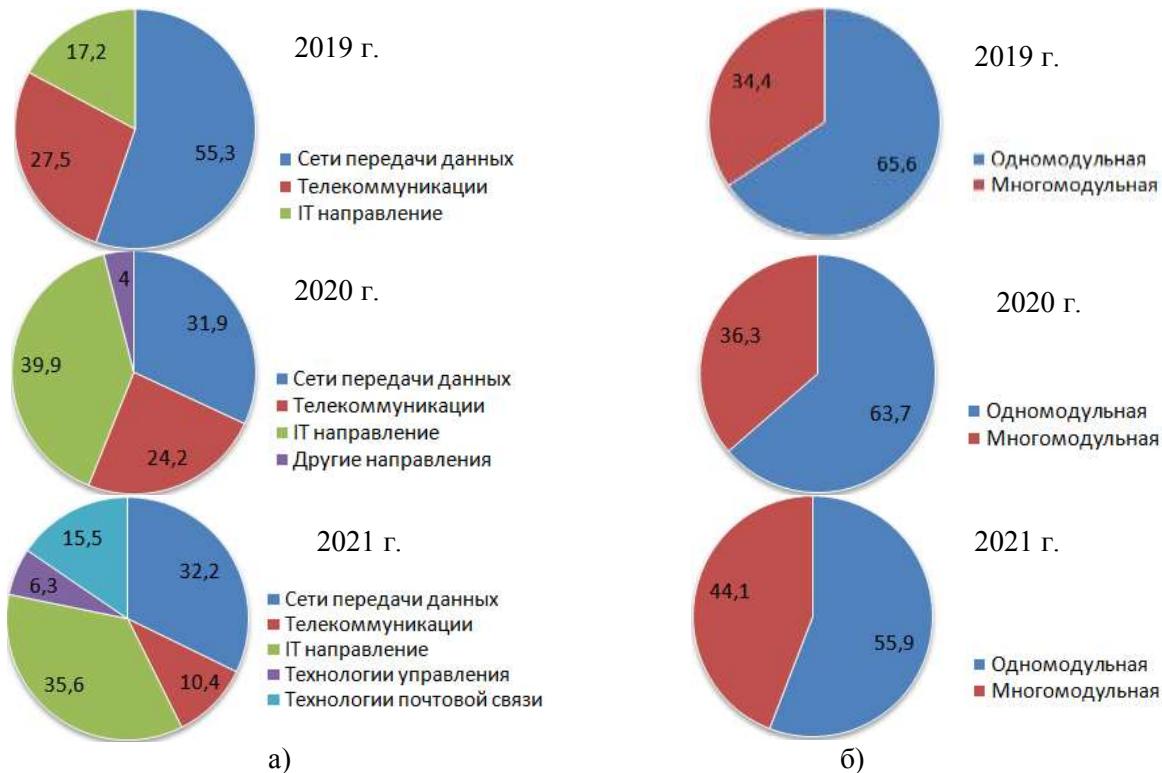


Рисунок 1 – а) распределение по направлениям в выборке; б) распределение по типу группы

Дальнейшая работа с данными о слушателях была направлена на исследование возможности предсказать вероятность возвращения слушателя в период меньший 5 лет. Данная задача является задачей классификации. Для ее решения использовали три алгоритма: k-ближайших соседей, решающих деревьев и бустинга с CatBoost[1]. Для каждой из моделей была выполнена генерация сетки параметров и выполнена оценка результатов. Для обучения модели была взята выборка в размере 70% от имеющихся данных, по остальным 30% выполнялась проверка точности. Ожидаемо, более слабо показал себя алгоритм k-ближайших соседей (74%) более точный результат предсказания получен с помощью бустинга (85%).

По данным таблицы 1, графикам, приведенным на рисунке 1, и результатам работы классификационных моделей, можно сделать следующие выводы:

- расширение перечня тематик привело к увеличению количества предприятий, сотрудники которых прошли повышение квалификации;
- наиболее интересным для слушателей становятся группы направления ИТ (программирование, работа с базами данных). Их доля в выборке возросла с 17.2 до 35.6%;
- увеличивается доля слушателей, которые проходят многомодульные курсы. Это может объясняться тем, что такой формат позволяет ознакомиться с технологией, а также опробовать ее использование на практике в большем объеме, получить более глубокие знания и дорожную карту дальнейшего развития;

- данные о слушателях могут быть использованы для построения рекомендательной системы. Ее можно применять при оценке перспективности внедрения новых тематик, определения рекламной стратегии в отношении предприятий различных сфер, а также формирования предложения последующих курсов пользователям, прошедших курсы повышения квалификации.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. CatBoost is a high-performance open source library for gradient boosting on decision trees [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://catboost.ai/>. – Дата доступа: 20.08.2022.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ГБПОУ РО «РКСИ»**

*<sup>1</sup>Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Ростовской области «Ростовский-на-Дону колледж связи и информатики», г. Ростов-на-Дону, Российской Федерации*

В конце концов, от всех приобретенных знаний  
в памяти у нас остается только то, что мы  
применим на практике.

И. Эккерман

Проблема разработки и внедрения инновационных образовательных технологий в процесс обучения является актуальной в современном образовании, основной целью которого является подготовка квалифицированного специалиста, способного к эффективной профессиональной работе по специальности и конкурентного на рынке труда.

Принятый в России переход на инновационный путь развития, необходимость решения актуальных задач «новой индустриализации» и импортозамещения требует опережающего развития региональной системы профессионального образования в целом, системы подготовки кадров с прикладными квалификациями в особенности.

Работодателя интересуют не только профессиональные знания и умения специалиста, но и его личные качества: дисциплинированность, воспитанность, коммуникабельность, ответственность, умение работать в команде, умение быстро встраиваться в производство без длительной адаптации и переквалификации.

Необходимы специалисты, которые обладают в равной степени и профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности, и общими компетенциями, включающими способность понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес, организовывать собственную деятельность, анализировать производственную ситуацию, нести ответственность за результаты своей работы, использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

Подготовка конкурентоспособного на рынке труда специалиста, становится неэффективной без использования всего обширного арсенала инновационных образовательных технологий. Современные педагогические технологии, используемые в нашем учебном заведении, не просто обеспечивают высокий уровень предметных знаний, но и включают технологии личностно-ориентированного образования. Каждая педагогическая технология имеет свою направленность, в пределах которой происходит развитие личности обучающегося.

Происходит переоценка образовательного процесса самими обучающимися: пассивное обучение перестает быть востребованным. Использование активных и интерактивных форм аудиторных занятий (мозговой штурм и брифинг, тренинг и анализ ситуации профессиональной деятельности, деловая и ролевая игра, беседа и дискуссия, кейс-метод и метод проектов) дает возможность студентам получить больше информации и практических навыков, научиться работать в команде.

Обучение проходит в учебных аудиториях(лабораториях) с современным оборудованием и программами, а осваивать перспективные специальности помогают действующие сотрудники профильных предприятий. Применение компьютерных технологий (работа с базами данных, компьютерное тестирование, электронная почта, подготовка презентаций, электронные учебные пособия, и т. д.) тесно связано с внеаудиторной работой и позволяет обучающимся децентрализовать учебную деятельность, сделав ее максимально индивидуальной. Уже в процессе обучения на старших курсах студенты РКСИ встречаются с будущими работодателями, проходят стажировку и могут быть зачислены в штат компаний.

В настоящее время проведение промежуточной аттестации и (или)государственной итоговой аттестации обучающихся осуществляется в форме демонстрационного экзамена.

На демонстрационный экзамен выносятся профессиональные задачи, которые могут отражать как один основной вид деятельности в соответствии с ФГОС СПО, так и несколько основных видов деятельности. Демонстрационный экзамен определяет уровень профессиональной компетентности

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

студентов на данном этапе обучения, а также помогает лучше подготовить студентов к государственной итоговой аттестации по методикам и стандартам WSR.

В 2021 году РКСИ стал победителем конкурсного отбора на предоставление гранта из федерального бюджета в форме субсидии на создание и обновление материально-технической базы. Для обучающихся закуплено более 40 единиц компьютерного оборудования и программное обеспечение. Новые мастерские открылись по компетенциям «Корпоративная защита от внутренних угроз информационной безопасности» и «ИТ-решения для бизнеса на платформе «1С: Предприятие 8».

Основной целью деятельности современных мастерских является обеспечение освоения обучающимися знаний и навыков по наиболее востребованным на рынке труда Ростовской области новым и перспективным профессиям и компетенциям, организация практической подготовки студентов в соответствии с современными стандартами и передовыми технологиями, профориентация.

Благодаря открытию мастерских в РКСИ создана инфраструктура, необходимая для проведения демонстрационного экзамена в рамках промежуточной аттестации и ГИА, профессионального обучения и повышения профессионального мастерства педагогических работников.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Агарков, С. А. Инновационный менеджмент и государственная инновационная политика: учебное пособие / С. А. Агарков, Е. С. Кузнецова, М. О. Грязнова. Москва: Академия естествознания, 2011. 143 с.

2. Миронова Светлана Петровна. Инновационные технологии в профессиональной подготовке бакалавров [Электронный ресурс]: монография / С. П. Миронова, Е. Б. Ольховская, Т. А. Сапегина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2019. 171 с.

3. Калачикова О.Н. Исследование содержания и этапов вхождения педагогов в инновационную деятельность // Вестник Томского государственного университета. - 2008. - № 316.

4. В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, О.Ф. Клинк, А.И. Сатдыков, И.С. Сергеев, А.А. Факторович. Актуальные вопросы развития среднего профессионального образования Практическое пособие. ФГАОУ ФИРО.2016. 256 с.

Ж.А.ЧЕРНЯК<sup>1</sup>, П.Г.КОПОСОВА<sup>1</sup>

## **ОБ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

«Уча других, мы учимся сами»  
Сенека

Тот факт, что образование (как среднее, так и высшее) переживает сейчас непростые времена, ни для кого не является секретом. Проанализировать глубинные причины этого явления – дело отдельных исследований. Вузы «пожинают плоды» неудовлетворительного уровня среднего образования и, таким образом, вынуждены адаптироваться к ситуации, в частности,

- путем изменения типовых и учебных программ;
- разработки новых методик обучения и т.д.

Поговорим в этой связи о преподавании математики. В нашем вузе при изучении этой дисциплины используются как классические, так и современные методы обучения, в том числе широко применяется компьютерное тестирование. С сожалением надо признать, что студенты «научились» успешно отвечать на тестовые вопросы и выполнять тестовые задания, ничего не зная о предмете. Иногда доходит до абсурда: слабые, плохо подготовленные студенты пишут тесты на более высокие баллы, чем их толковые одногруппники. При этом на контрольных работах по этим же разделам ситуация с оценками меняется на противоположную. Поэтому, говоря откровенно, результаты компьютерных тестов трудно признать объективными.

Несмотря на то, что в прошлом учебном году типовые и учебные программы по математическим дисциплинам в технических вузах были существенно упрощены, эти дисциплины по-прежнему остаются сложными для понимания и изучения студентами первого курса. Причин много, они в

основном сформированы годами школьного обучения: неумение понимать и работать с теорией (материал преподносится только на числах и примерах); нежелание самостоятельно решать задачи (только по решебникам или с помощью калькуляторов); отсутствие трудолюбия и настойчивости в изучении предмета (не получается – ну и ладно), убеждение, что усваивать теорию и держать ее в голове не нужно, потому что в любой момент можно открыть Интернет и через поисковик найти материал по искомому вопросу и т.д.

Этими же причинами объясняются:

- пассивность студентов на практических занятиях;
- неумение аргументировать и грамотно выражать мысли;
- попытки отсидеться за спиной соседа во время занятий;
- желание «затеряться» в Интернете вместо активного участия в занятиях и т.д.

Перечисленные явления приводили к тому, что на практических занятиях по математике мы обнаруживали следующую картину: постоянно работают несколько человек из группы (решают задачи у доски, выполняют домашние задания, задают вопросы), а остальные пассивно просиживают. Даже если среди последних были те, кто слушал и следил за выкладками, такой пассивный способ усвоения материала приводил к тому, что знания не усваивались глубоко и быстро забывались. Как сказал известный немецкий педагог А. Дистерверг, «Развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает к ним приобщиться, должен достигнуть этого собственной деятельностью, собственными усилиями, собственным напряжением». Поиск ответа на вопрос, как стимулировать всех студентов к приложению собственных усилий в усвоении математики, и нежелание мириться с перечисленными выше явлениями и их последствиями подтолкнули нас искать другие формы проведения практических занятий по математике.

Наши усилия в преподавании дисциплин «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» и «Математический анализ» мы направили на отработку и внедрение авторской методики проведения практических занятий с условным названием «обучаясь-обучай» (сокращенно ОО).

Принимая во внимание тот факт, что, когда перед человеком стоит задача объяснить что-то другим, он не может этого сделать убедительно, если сам до конца не понимает того, о чем собирается говорить, мы ввели на практических занятиях элементы обучения студентами студентов. Что касается математики, то каждый шаг в решении задачи и переход от одного шага к другому должен быть логически обоснован и подкреплен доказанными утверждениями и теоретическими выкладками. Поэтому тот, кто излагает решение задачи, должен уметь обосновать каждое действие.

Изложим кратко суть методики ОО. Преподаватель объявляет тему следующего практического занятия и выдает (высыпает) группе задания (теоретические и практические задачи), которые запланированы для обсуждения на этом занятии. Между тем на лекции уже изложен теоретический материал, необходимый для самостоятельного выполнения полученных заданий. Студенты распределяют между собой эти задания для выступления и разбора их у доски. Предварительно студенческая группа разбивается на команды (3-5 человек), поэтому каждое задание обсуждается командой, при этом у доски задание может представлять несколько человек: один студент объясняет теорию, другой рассказывает алгоритм решения, третий отвечает за вычислительную часть. Если задание нетрудоемкое, то его может изложить один человек. Остальные студенты слушают, записывают, следят за вычислениями, задают уточняющие вопросы.

На первых порах с распределением заданий может помочь преподаватель, который, зная сложность каждого задания, сумеет грамотно раздать их в соответствии с возможностями участников.

Как показывает наш опыт, активная часть группы сразу с охотой откликается на эту методику, тогда как оставшиеся со временем заражаются их энтузиазмом и тоже подключаются к процессу заинтересованного участия в освоении математики.

Изложенная методика помогает избежать того, чтобы студенты просто «отсиживались» на практических занятиях. В представление задач у доски включены, если и не на каждом практическом занятии, все студенты из группы, потому что внутри команды не допускается, чтобы отвечали всегда одни и те же ее представители. Поэтому даже самые неподготовленные, пассивные и не имеющие желания работать на практических занятиях студенты вынуждены хотя бы в тех случаях, когда им предстоит объяснить решение задачи, подготовиться и запомнить это решение. Чтобы избежать механического заучивания решения задач или теории самыми слабыми студентами, можно поручать им наиболее простые задачи, этапы решения, или части теории. Поскольку, если задача намного превосходит возможности студента, некоторые из них даже не пытаются разобраться и понять, а

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

лишь заучивают наизусть, чтобы только ответить. И, напротив, случается, что, сумев понять и осознать какую-то простую и небольшую часть материала, у студента появляется мотивация, поскольку он обнаруживает, что в чем-то способен разобраться.

Кроме того, методика ОО помогает развить у студентов способность к самообучению. Получив задачу и имея в распоряжении теоретический материал, изложенный на лекции, и, в случае необходимости, рекомендованную литературу, студенту нужно разобраться в теории и применить ее к решению задачи. В процессе анализа теоретического материала, возможно, придется прочесть его несколько раз. Современные студенты часто смотрят видеоролики в Интернете, поэтому преподаватель может позаботиться о том, чтобы предложить им ссылки на более авторитетные источники. Этот процесс изучения теории путем неоднократного просмотра лекции или видеоматериалов приводит к запоминанию многих фактов, так что новые знания начинают накапливаться. И такое изучение теории, которое направлено на решение конкретной задачи, является весьма эффективным.

В итоге студенты привыкают:

- 1) слушать и понимать материал, излагаемый на лекциях и практических занятиях;
- 2) адаптировать теорию, пройденную на лекциях, к решению практических задач;
- 3) выбирать лучшие алгоритмы для решения задач;
- 4) грамотно использовать язык математики для понятного изложения решения задач у доски;
- 5) готовиться к практическим занятиям, предварительно изучая теорию соответствующего раздела;
- 6) участвовать в дискуссии: разъяснять решение, отвечать на вопросы, отстаивать свою точку зрения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Товарниченко, Л.В., Степкина М.А. Инновационные технологии обучения математики студентов непрофильных направлений подготовки в университете // Современные проблемы науки и образования, 2015. Вып. 4.
2. Есенбекова, А.Э. Современный подход к преподаванию математики в вузе / А.Э. Есенбекова, Л.К. Джумахметова, С.М. Дусталиева // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2017 г.). – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2017. – С. 189-192.

В.А.ПАСИЧНИЧЕНКО<sup>1</sup>, В.И.КУРМАШЕВ<sup>1</sup>

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Физическая культура в высших учебных заведениях является основным звеном организации физкультурно-массовой и спортивной работы среди студентов. В этой связи огромное значение приобретает правильная организация занятий со студентами на кафедрах физической культуры вузов, которые должны выпускать квалифицированных специалистов, готовых к высокопроизводительному труду. Именно такой предмет, как физическая культура, должен формировать у будущих специалистов навык сохранения высокой физической и творческой активности на долгие годы.

При правильном использовании средства физической культуры способствуют оздоровлению за счет укрепления мышечной системы, а также костно-связочного аппарата и повышения функциональных возможностей всех систем организма, что ведет к нормализации энергетики организма и его психоэмоционального и физического состояния.

Правильное использование средств физической культуры предусматривает подбор такого двигательного режима и такой физической нагрузки, которые были бы адекватны физиологическим и психоэмоциональным параметрам и уровню здоровья каждого студента.

Так как в настоящее время в вузы приходит молодежь с очень плохой физической подготовкой, то необходимо строго придерживаться классических принципов постепенности и рассеивания физической нагрузки. Особенно это касается студентов, имеющих различные отклонения в состоянии здоровья.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Восстановление и развитие физических и функциональных возможностей требует соблюдения правил трех «П»: правильно, постепенно, постоянно.

**Правильность** – означает научить правильно выполнять физические упражнения и подбирать их дозировку; строго придерживаться структуры учебно-тренировочного занятия: вводить организм в нагрузочный режим, предлагая адекватную и оптимальную физическую и эмоциональную работу, и обязательно в конце занятия умело использовать восстановительный характер заключительной части занятия; научитьциальному дыханию во время и после выполнения физических нагрузок; адекватно подбирать средства физической культуры для развития и поддержания физических качеств и коррекции физических и функциональных нарушений и т.д.

**Постепенность** – означает «от простого к сложному» и «от меньшего к большему»: постепенно усложнять физические упражнения, увеличивая объем, а затем только интенсивность физических нагрузок; постепенно вводить организм в режим, сопровождающийся переключением на более высокий уровень биохимических реакций; постепенно формировать физическую культуру личности, приучая студентов к ежедневным физическим нагрузкам.

**Постоянство** – означает ежедневно, ежегодно развивать физические и функциональные возможности организма, постоянно поддерживая все то, что приобрел в результате тренировочных занятий.

Повседневная жизнь предъявляет к организму студентов очень большие требования. Для того чтобы системы регуляции функций адекватно отвечали на все предъявляемые жизненными условиями требования, необходимо повышать диапазон компенсаторных возможностей организма. Для этого дозированными физическими нагрузками разнонаправленного характера следует добиваться совершенствования всех физических качеств и затем в течение всей жизни поддерживать их на должном уровне, чтобы не иссякал запас прочности организма.

Физические качества развиваются и совершенствуются разными средствами физической культуры. К выбору последних нужно подходить, исходя из физической и функциональной подготовленности студентов.

Первое и основное качество, которому уделяют больше всего времени на практических занятиях, – **выносливость**.

**Выносливость** – это способность совершать работу заданной интенсивности в течение возможно более длительного времени. Выносливость развиваются циклическими видами физических упражнений при выполнении их в среднем темпе до появления утомления и продолжают еще немного, преодолевая утомление. Затем постепенно повышают объем нагрузки за счет увеличения расстояния (при беге, плавании, гребле и др.), темпа работы. Поддерживать качество выносливости необходимо на каждом занятии.

**Ловкость** – развивается с освоением каждого нового упражнения, особенно координационно сложного. Наиболее активно это качество развивается в подвижных и спортивных играх. Игровые виды следует включать только в середину основной части занятия. Ловкость характеризует своевременность и точность двигательного действия, а также способность человека осваивать новые двигательные действия и перестраивать свою двигательную активность в соответствии с требованиями внезапно меняющейся обстановки.

**Гибкость** – это способность выполнять движения с большой амплитудой. Выделяют активную и пассивную гибкость. Активную гибкость развиваются, выполняя самостоятельно упражнения на постепенное увеличение объема движения и растягивание через сопротивление. Пассивную гибкость совершенствуют, прикладывая внешнюю силу и выполняя упражнения с большой амплитудой. Это упражнения в парах с помощью партнера или преподавателя.

**Быстрота** – это способность человека выполнять движения с возможно большей скоростью в минимально короткий отрезок времени. Различают быстроту или скорость одного движения, частоту или темп движений, а кроме того, еще быстроту реакции.

Основными методами развития быстроты движения являются различные беговые упражнения в максимально быстром темпе на короткие дистанции, упражнения с предметами и выполнение элементов подвижных и спортивных игр. Следует стремиться к оптимальному увеличению темпа движения при сохранении оптимальной амплитуды движения и максимальном расслаблении не участвующих в работе групп мышц.

**Сила** – это способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилий.

Начинать развивать это качество следует с силовой выносливости и динамической силы, используя собственный вес, метболы, затем подключая эспандеры и тренажеры, постепенно увеличивая силовую нагрузку. Силовая выносливость развивается повторным (до отказа) выполнением силовых упражнений в среднем темпе с отягощением, вес которого равен примерно 50% от максимального. При развитии динамической силы упражнения выполняют с отягощениями разного веса, поднимаемыми с большой скоростью. После адаптации организма к этим нагрузкам, следует развивать устойчивость к статическим нагрузкам. Качество силы следует тренировать, прежде всего, для того, чтобы мышцы находились в нормальном тонусе, так как, они взаимосвязаны с центральной и периферической нервной системами, с железами внутренней секреции, с органами и системами организма. Тренированная мышца будет адаптирована к стрессовым реакциям, а значит, будет предохранять системы и органы от патологических изменений.

Физические упражнения не принесут желаемого эффекта, если физическая нагрузка недостаточна и в то же время, чрезмерная по интенсивности нагрузка может привести к перенапряжению. Возникает необходимость установить индивидуальные дозы двигательной активности для каждого студента. Для этого необходимо определить исходный уровень функционального состояния организма и затем контролировать изменение его показателей.

Если занятия строились правильно, то можно будет отметить снижение частоты сердечных сокращений, как в покое, так и при выполнении нагрузки, причем время восстановления после нагрузки сокращается, дыхание становится реже. Одновременно повышается физическая работоспособность, улучшаются спортивные результаты.

Важно помнить, что нарушения в построении занятий, несоответствие выполняемых физических нагрузок функциональному состоянию организма, занятия в болезненном состоянии или в фазе недовосстановления могут привести к неблагоприятным последствиям.

Представленные в работе методические приемы организации занятий позволяют студентам и преподавателям рационально и эффективно заниматься физической культурой.

В.И.КУРМАШЕВ<sup>1</sup>, В.А.ПАСИЧНИЧЕНКО<sup>1</sup>, В.В.КРОТОВ<sup>1</sup>

## **О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КАЧЕСТВА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Учебная дисциплина «Физическая культура» в условиях высшей школы должна обеспечивать психофизическую подготовленность студента к будущей профессии. Целью данного предмета является формирование физической культуры личности студента, обучение умению к самостоятельному методически правильному использованию средств физической культуры и спорта в режиме труда и отдыха. Для этого воспитательная и образовательная задачи должны решаться в единстве.

Особое значение имеет решение стоящей перед курсом «Физическая культура» оздоровительной задачи. Ее решение возможно путем активного вовлечения студентов в учебно-тренировочный процесс, четкого освоения оздоровительных систем физических упражнений, а также путем формирования у студентов ценности здоровья. В этом отношении преподавательский состав обязан так построить образовательный процесс, чтобы он дал возможность студенту познать самого себя, свой организм, понять социальные и биологические основы физической культуры, сущность здоровья и факторов, его детерминирующих. Студентам должны быть продемонстрированы негативные проявления недостаточной двигательной активности человека; возможности формирования, сохранения и укрепления потенциала здоровья и средствами физической культуры, и соблюдением основных принципов здорового образа жизни.

Одной из актуальных проблем вузовской физической культуры является компьютерное обеспечение прохождения курса «Физическая культура» [1]. Дело в том, что современный этап в образовательной сфере характеризуется широким внедрением компьютерных технологий. Совершенствование учебного процесса немыслимо без целенаправленного учета состояния здоровья и физической подготовленности студентов учебной группы, факультета, вуза, вузов страны на основе использования компьютерных программ.

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

В настоящее время остро стоит вопрос о повышении интереса студентов к учебным занятиям по физической культуре. Различный уровень физической подготовленности молодежи, поступающей в вуз, различная мотивация по отношению к занятиям физкультурой и спортом и ряд других факторов усложняют, но не снимают необходимость этой проблемы, что требует дополнительных мер. Здесь и расширение материальной обеспеченности учебных занятий по возможно большему перечню видов спорта, и организация учебных занятий, направленных на укрепление здоровья и общей физической подготовленности, на исправление недостатков телосложения и т.д., а также повышение уровня профессионального мастерства преподавателей.

Однако опыт показывает, что особое внимание в настоящее время следует уделять образовательной стороне учебного предмета «Физическая культура», чтобы студенты на теоретических занятиях получили ясное представление о том: Что, Зачем и Как должно решаться не только на учебных занятиях по физической культуре, но и в процессе самостоятельных занятий.

Поэтому каждое практическое занятие должно содержать в себе не только обучающие и тренирующие элементы, направленные на освоение двигательных умений и навыков, развитие физических и специальных качеств, но носить в себе установочные положения. Этот раздел занятий должен быть направлен на методическое обеспечение и способствовать осознанному и методически правильному применению студентами физических упражнений и других средств физической культуры на самостоятельных занятиях в свободное время. Это необходимо для того, чтобы обеспечить недельный объем двигательной активности студентов в течение учебного года. С этим же тесно связана проблема обеспечения непрерывности занятий студентов различными формами физической культуры в период экзаменационной сессии, учебных и производственных практик, в каникулярное время. Большие временные разрывы в регулярных занятиях физическими упражнениями, значительные колебания в общем объеме двигательной деятельности студентов в течение годичного цикла существенно понижают эффективность учебных занятий по физической культуре. Поэтому проблема мотивации, методического обеспечения и реализации самостоятельных занятий студентов требует специального внимания и, на наш взгляд, обязательного включения в программу физической культуры методико-практических занятий. Назрела необходимость в комплексном обобщении лучшего опыта такой работы в ряде вузов страны. Преподавательское мастерство, специальные знания в этом разделе физического воспитания самих студентов бессспорно повышают их интерес не только к учебным занятиям, но и к оздоровительно-спортивным мероприятиям во внеучебное время, к самостоятельным занятиям физкультурой и спортом.

Несмотря на материальные и другие трудности следует еще раз обратить внимание на роль преподавателя в обеспечении эффективности учебного процесса. Бессспорно, весь процесс физического воспитания студентов тесно связан с личностными качествами педагога, с его профессиональным мастерством. Однако далеко не всегда и не все преподаватели физической культуры способны удовлетворить высокий уровень интереса студентов к проводимым занятиям. Можно наметить два пути решения этой проблемы: первый – повышение квалификации преподавателя, второй – предоставление возможности студентам после окончания учебного года обоснованно отказаться от занятий в группе преподавателя, который не может заинтересовать студентов и обеспечить рост их профессионального мастерства.

Общая проблема необходимости повышения квалификации преподавателей физической культуры вузов заложена еще при обучении в университетах физической культуры и заключается в неудовлетворительной подготовке будущих преподавателей к работе в специфических условиях вуза со взрослым контингентом, чья основная задача – освоение избранной ими профессии. Поэтому на каждой кафедре физической культуры должна быть создана система непрерывного и обязательного повышения квалификации преподавательского состава в различных формах. Эта система должна включать в себя как практические формы – методические занятия преподавателей перед каждым теоретическим циклом под руководством наиболее опытных коллег, регулярный обзор последних публикаций по проблемам физической культуры и т.п., так и более сложные – обязательность ведения научно-методической работы разного уровня каждым преподавателем, работа над диссертационной темой.

Требуется существенное повышение качества и увеличение разнообразных форм обучения в институтах повышения педагогической квалификации (ИППК) преподавателей. Плохо то, что группы факультета повышения квалификации формируются без учета стажа и опыта работы преподавателей в вузах, их научно-педагогической квалификации. Ныне слабо используют на

***Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи***

занятиях самих слушателей, которые нередко по знаниям и опыту ни в чем не уступают преподавателям, работающим со слушателями этих факультетов.

Повышение качества учебного процесса по физической культуре тесно связано с обеспеченностью соответствующей учебной базой, оборудованием, инвентарем. Нельзя считать нормальным, когда единственной кафедрой в вузе, не имеющей централизованного снабжения учебным оборудованием и инвентарем, является кафедра физической культуры. Необходимо централизованное обеспечение по установленным нормам всех вузов страны спортивным инвентарем и оборудованием, а также электронными приборами срочной и объективной диагностики функциональных возможностей организма, совершенствующихся в процессе регулярных занятий физической культурой и спортом.

Вызывает большую озабоченность и тот факт, что из-за экономических условий медицинское обеспечение всех форм физического воспитания в вузе практически отсутствует.

Мы надеемся, что данные предложения будут способствовать совершенствованию учебного процесса по физической культуре и улучшению психофизической подготовки студентов к профессиональной деятельности.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Волков, В. Ю. Физическая культура: Учебное пособие/ В. Ю. Волков, Л. В. Волкова. – СПб : Изд-во СПбГПУ, 2008. – 323 с.

В.И.КУРМАШЕВ<sup>1</sup>, Н.С.РЫСЮКЕВИЧ<sup>2</sup>

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА – ОСНОВНОЙ  
КОМПОНЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ВАЖНЕЙШИХ КАЧЕСТВ СПЕЦИАЛИСТА БУДУЩЕГО**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ГНУ «Институт социологии НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Значимость физической культуры и спорта для здоровья молодежи и населения в целом неоспорима. Недооценка значимости физической активности в сознании молодого поколения, недостаточная информированность социума в вопросах здорового образа жизни ведут к ухудшению здоровья населения, росту наследственных заболеваний и врожденных патологий. Это приводит к снижению качества жизни, ее ценности и непосредственно не может не отражаться на социальной стабильности общества и перспективах развития Беларуси.

Повышение общего уровня здоровья населения входит в число основных национальных интересов. Здоровье нации – категория экономическая, политическая и определяющая социальную стабильность. От него зависит трудовой потенциал страны. Только здоровые люди могут стать работоспособными, востребованными специалистами будущего. Без них невозможны ни успехи в экономике, ни научно-технический прогресс, ни достижения в других отраслях хозяйствования.

Если обратить внимание на мнение населения о значении занятий физическими упражнениями или спортом то, по имеющимся данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, главной целью занятий физической культурой и спортом большинство респондентов называют «укрепление здоровья» – 51,5%. Далее следуют «сохранение физической формы, фигуры» – 27,2%, «поддержание работоспособности» – 8,1%, «удовольствие от физической нагрузки, психологическая разрядка» – 5,7%, «увеличение продолжительности жизни» – 4,5%.

Исследования, темой которых является здоровый образ жизни и увеличение его популярности в студенческой среде, проводятся и в учреждениях высшего образования. Ежегодно в Белорусской государственной академии связи проводится анкетирование студентов по вопросам здорового образа жизни. Представляют интерес ответы на вопросы о том, как студенты понимают для себя, что такое здоровье.

- физический и психологический комфорт - 60%,
- хорошее самочувствие и настроение - 72%,
- отсутствие необходимости обращаться к врачу - 17%,
- способность переносить различного рода нагрузки - 24%,
- то, что нужно беречь - 32%,
- другое - 1%.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

На вопросы, связанные с реализацией студентами здорового образа жизни на практике, были получены следующие данные.

- ведут активный здоровый образ жизни - 41%,
- имеют приверженность к здоровому образу жизни - 12%,
- считают, что здоровье очень важно, чтобы добиться успеха в жизни - 50%,
- указывают на отсутствие вредных привычек- 53%.

Как видно, многие студенты в целом понимают важность здоровья для каждого человека и, тем не менее, имеющийся опыт наблюдения за уровнем физической подготовки студенческой молодежи за последние годы показывает явную тенденцию ухудшения здоровья у значительной части студентов.

Проведенные нами исследования показали, что слабые знания о валеологических аспектах физической культуры не способствуют формированию устойчивой потребности в ценностях физической культуры, что, в свою очередь, приводит к ухудшению здоровья у старшекурсников. Напряженная умственная деятельность студентов в процессе обучения в сочетании с недостаточной двигательной активностью приводит к снижению общей и умственной работоспособности.

Формирование здорового образа жизни студенческой молодежи это лишь одна из форм работы реализующей оздоровительную функцию профессионально-прикладной физической подготовки специалиста.

Учреждения высшего образования должны готовить специалистов с все более высокими компетенциями, которые на рынке труда необходимы. Возрастающая в связи с этим учебная нагрузка требует и большей физической подготовленности студентов. Квалифицированный специалист будущего — это высокоорганизованная личность, способная адаптироваться к быстро меняющимся социальным, экономическим условиям, обладающая высоким интеллектом, настойчивостью в достижении поставленной цели, самостоятельностью в принятии решений, устойчивой потребностью в физическом совершенствовании.

В этой связи особое значение в системе высшего образования приобретает профессионально-прикладная физическая подготовка. В процессе обучения в учреждении высшего образования, особая роль в становлении личности высоко подготовленного специалиста принадлежит физической культуре. Обладая мощным арсеналом средств, оздоровительных, педагогических, информационных технологий, физическая культура воздействует не только на биологическую природу, но и на социальную и духовную сферы жизнедеятельности молодых людей.

К сожалению, современные реалии таковы, что около трети абитуриентов при поступлении уже имеют специальную медицинскую группу здоровья. И количество отнесенных к СМО в процессе обучения только возрастает. Вопрос профессионально-прикладной физической подготовки в группах СМО стоит еще остро в связи с ограниченным выбором средств и возможности контроля показателей уровня подготовленности. Студенты, занимающиеся в специальном отделении, осваивают те элементы ППФП, которые доступны им по состоянию здоровья.

Уровень физической подготовленности специалиста является одним из важнейших факторов обеспечения безопасной жизнедеятельности. Только морально-психологические качества личности, знания, умения и навыки не могут помочь, если у будущего специалиста не развиты физические и специальные качества, которые необходимо проявить в данной конкретной ситуации, чтобы избежать опасности для жизни и здоровья.

Основной задачей ППФП студентов технических вузов является формирование с помощью различных средств физической культуры и спорта профессионально важных свойств и качеств личности инженера и необходимых ему в трудовой деятельности физических качеств. Уровень умственной работоспособности, безусловно, зависит от состояния здоровья и общей работоспособности, а способность человека длительно выполнять умственную или физическую работу определяется выносливостью, обуславливаемой, прежде всего, функциями сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Важным фактором, определяющим совершенствование сердечно-сосудистой и дыхательной систем молодого организма студентов, является оптимальное сочетание умственных нагрузок и разнообразных средств физической культуры.

Из многочисленных физических упражнений наиболее целесообразными и доступными в применении в СМГ следует считать циклические упражнения, такие как дозированный бег, ходьба, другие циклические виды. Эффективны подвижные и спортивные игры, которые характеризуются множеством циклических и ациклических движений и высокой эмоциональностью. С помощью специально-организованных занятий можно достичь повышенной устойчивости организма к холоду,

жаре, резким колебаниям температуры воздуха. Содержание таких занятий связано с обучением приемам закаливания организма и выполнения гигиенических мероприятий, а также мероприятия по ускорению восстановительных процессов в организме.

Перечисленные формы занятий успешно применяются на кафедре ЗОЖ Белорусской государственной академии связи. Однако для дальнейшего развития работы по совершенствованию профессионально-прикладной физической подготовки специалистов инженерного профиля, необходимо ввести обязательные теоретические и практические занятия, направленные на развитие профессионально значимых личностных качеств. Это позволит расширить возможности профессионально-прикладной подготовки специалистов, и как следствие выработать необходимые качества и навыки высококвалифицированного востребованного специалиста будущего.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Рысюкевич, Н. С. Отличительные особенности и значение профессионально-прикладной физической подготовки специалистов в учреждениях высшего образования/ Н. С. Рысюкевич, Т.А. Баешко, С.А. Жмуровский // Качество образовательного процесса: проблемы и пути решения: материалы II Международной научно-практической конференции (Республика Беларусь, Минск, 30 апреля 2021 года) / редкол.: Ю. Е. Кулешов [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С.87-89.
2. «Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь» / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021 – С.250.

О.В.СЛАВИНСКАЯ<sup>1</sup>, А.А.ЛАГУТИНА<sup>1</sup>

### **ПРОГРАММИРОВАННАЯ ЛЕКЦИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЗАНЯТИЕ В СИСТЕМАХ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Лекция является одним из основных видов занятий в системах высшего и среднего специального образования (статьи 191 и 207 Кодекса Республики Беларусь об образовании [1]).

Лекция – специфическое занятие, предназначенное для передачи большого объема систематизированной учебной информации. К его достоинствам относят [4]: охват обучением большого количества обучающихся; благоприятные условия для обеспечения научного уровня изучения материала; экономия времени, необходимого для изучения материала, и финансовых средств, затрачиваемых на оплату труда одного педагога вместо нескольких и санитарно-техническое обеспечение образовательного процесса; четкое разделение деятельности между педагогом и учащимся, что создает условия для лучшего выполнения своих функций в учебном процессе каждым из них; возможность реализации обучения в соединении его с научными исследованиями, опорой на актуальные научные изобретения, инновации; продуктивное использование коллективных средств обучения.

Лекция имеет и ряд недостатков. Конечно, они зависят от ее типа (классическая, монографическая, проблемная лекция, лекция вдвое и т.п.). Если мы говорим о традиционной лекции, то к очевидным недостаткам отнесем [4]: большое количество обучающихся (для проведения занятий группы могут объединяться в потоки); обучение не всегда строится с опорой на практико-ориентированный подход, а «чистая» теория хуже усваивается; обучающиеся имеют меньше возможностей для взаимодействия; невозможность учета педагогом их индивидуальных особенностей; низкая мотивация учения из-за ограниченных возможностей у педагога по управлению их вниманием и активностью; невозможность гарантированного достижения прикладных результатов обучения.

Поэтому педагоги, работающие в лекционно-семинарской системе, постоянно задумываются о том, как устранить или нивелировать недостатки лекции и сделать ее более эффективной.

Один из известных способов – проведение программируемой лекции. Это может быть традиционное занятие в аудитории с использованием технологии программируемого обучения. Наиболее простой его вариант – постепенная выдача на протяжении всей лекции небольших заданий для обучающихся после «дозы» учебного материала. Это позволяет устраниТЬ ряд недостатков лекции за счет достоинств технологии программируемого обучения: для педагога – сохранить

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

внимание всех обучающихся на протяжении всего занятия, получить обратную связь по качеству усвоения материала, для обучающихся – обобщить и систематизировать новую информацию, обратить внимание на ее наиболее важные аспекты.

Слегка усовершенствованный вариант программированной лекции – задания для обучающихся внутри сопровождающей изложение презентации, которые не объявляются. Это требует включенности внимания от студентов. Здесь встает вопрос, где обучающиеся выполняют мини-задания. Если на бумажном носителе – это не современное обучение. Сегодняшние студенты, учащиеся привыкли к цифровым устройствам, соответствующим технологиям коммуникации в быту. Их необходимо использовать педагогу и в обучении. Для этого понадобится использовать технические средства: персональные компьютеры, планшеты или смартфоны. Это могут быть средства обучения, выделяемые учреждением образования, или собственные технические устройства обучающихся при работе педагога в рамках концепции BYOD (Принеси свое собственное устройство с собой).

На первый взгляд педагога может не привлекать тот факт, что обучающиеся должны иметь собственные средства коммуникации. Однако, когда педагоги узнают, что речь идет, в основном, о смартфоне, то сразу признают выгоду этой концепции. Современные обучающиеся не расстаются со смартфоном, привыкли жить по принципу «всегда на связи», что отвлекает их от содержания занятия. Кроме этого, потеря внимания на занятии способствует увлечение обучающегося доступным с его помощью контентом. Особенно, если мотивация учения изначально была низкой.

Собственный смартфон досконально изучен владельцем. Каждый знает, где и какие функции или кнопки. Поэтому обучающиеся для использования в учебном процессе предпочитают именно его. А при использовании в обучении смартфона обучающегося он перестанет быть «врагом обучения», так как будет занят с учебными целями. Именно смартфон помогает сделать программированную лекцию современной за счет возможности доступа обучающихся к образовательным онлайн-платформам различного вида. Условие – наличие у студентов мобильного интернета и программы для сканирования QR-кодов, с помощью которых преподаватель предоставляет ссылки доступа. QR-коды, как правило, педагоги размещают в презентации.

Как могут помочь онлайн-платформы для проведения программированной лекции? С их помощью можно использовать в виде программированных заданий лекции тесты или опросы, голосования. Но голосования не показывают достоверно уровень усвоения материала, так как респондентом возможен выбор ответа наугад. Не совсем корректно это проходит и с использованием тестовых заданий только с заданиями выбора одного правильного ответа. Обучающийся всегда сделает выбор, даже не будучи уверенным, что он правильный.

Педагогу нужна разнообразная система тестовых заданий. Хотя для проверки результатов обучения на уровне понимания могут быть использованы и задания типа «Верно-не верно». Важна система, учитывающая разнообразие возможностей тестовых платформ для формирования различных видов заданий, изучаемое содержание и учет необходимых уровней его усвоения (прогнозируемые результаты обучения).

Для организации программированной лекции подходят любые тестовые платформы. По опыту использования мы рекомендуем Online Test Pad (возможность использования тестов, опросов, кроссвордов, голосований и великолепная статистика по результатам) [5], Google-опросы (известность, простота составления заданий и использования, статистика) [3], «Kahoot!» (возможность формировать серию заданий заранее в единой форме, а выдавать студентам их последовательно и на определенное время) [2]. Могут быть использованы платформы для онлайн-викторин, которых достаточно много. Все зависит от содержания дисциплины и результата, которого хочет добиться педагог. Важно помнить, что это – не игра, не развлечение и не дань моде, а элемент обучения.

Но наибольший интерес у студентов вызывала программированная лекция, основанная на выполнении системы заданий, сгруппированных в интерактивный кроссворд. Вид платформы для интерактивных кроссвордов не принципиален. Доступ к заданию предоставляется по ссылке или с помощью QR-кода. Каждый студент работает онлайн, индивидуально со своим (но одним и тем же) кроссвордом. Платформа в результате оценит процент выполнения им задания (заполнения кроссворда) целиком.

По ходу лекции педагог объявляет номера заданий кроссворда, доступные для выполнения на данном этапе. Студенты работают в свободном темпе, могут воспользоваться поиском информации. Но они должны быть уверены в ее достоверности, поэтому будут внимательны. Или зададут вопросы.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Однако не останутся бездеятельными, невнимательными. И даже возможность узнать ответ у соседа не является проблемой – это тоже возможный вариант обучения, пусть и не самый привлекательный. Но скопировать полностью заполненный кроссворд у соседа невозможно, можно только выполнить его, даже с известными ответами – а это форма изучения понятий, которой не дает обычная лекция.

Программированная лекция с элементами онлайн-обучения становится современной, эффективной формой обучения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании (в ред. 2022 г.) : Закон Республики Беларусь от 14.01.2022 № 154-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2022. – № 2/2874.
2. Славинская, О. В. Использование мобильного обучения для мотивации изучения и диагностики усвоения содержания традиционной лекции / Славинская О. В., Карчмит М. А. // Актуальные вопросы профессионального образования: тезисы докладов III Межд. науч.-практ. конф., Минск, 1-2 октября 2020 г. / БГУИР ; редкол.: С. Н. Анкуда [и др.]. – Минск, 2020. – С. 289-291.
3. Славинская, О. В. Использование сервисов GOOGLE при реализации образовательных программ переподготовки руководящих работников и специалистов / О. В. Славинская, Н. В. Сенакосова // ПОСТДИП – 2020 : современные технологии образования взрослых : сб. науч. статей / ГГУ им. Янки Купалы; редкол.: Е. В. Концеал [и др.]. – Гродно, 2020. – Вып. 8. – С. 158-163.
4. Славинская, О. В. Методика производственного обучения : учеб.-метод. пособие / О. В. Славинская. – Минск : БГУИР, 2021. – 143 с.
5. Славинская, О. В. Опыт использования платформы Online Test Pad в методике преподавания психолого-педагогических дисциплин / Славинская О. В. // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : матер. XII Межд. науч.-методич. конф., Минск, 26 мая 2022 г. / редкол.: Е. Н. Шнейдеров [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 142-143.

В.П.ВИРСКАЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ: СОВМЕСТНОЕ РАЗВИТИЕ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В республике Беларусь информатизация и компьютеризация высшего образования с привлечением инновационных технологий реализованы достаточно. Их использование – это объективная реальность, которую необходимо принимать, вне зависимости от нашего к ней отношения. АОС – комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечений на базе компьютера, предназначенный для индивидуализации обучения [1].

Следует отметить, что в научно-педагогических и методических сообществах все более активно формируется критическое отношение к АОС. Наша задача – проанализировать положительные и отрицательные стороны информатизации и компьютеризации образования. Под информатизацией образования будем понимать обеспечение полного и своевременного использования достоверных знаний в учебном процессе, удовлетворение спроса участников этого процесса на информационные продукты и услуги. Компьютеризация образования предполагает внедрение компьютерных продуктов и услуг в учебный процесс, повышение общеобразовательного уровня обучаемых в применении компьютеров [2]. Поскольку знания, помимо нашей естественной сети (нейронной) хранятся в искусственной памяти и на съемных компьютерных носителях, а информационные продукты и услуги реализуются через компьютерные технологии, следует рассматривать информатизацию и компьютеризацию образования в совокупности.

Социологические опросы и научные публикации выявляют как преимущества, так недостатки дистанционной формы обучения. Дистанционное обучения может быть эффективным, необходимо знать, по каким критериям его оценивать. Онлайн-образование, технологии e-learning сегодня — это единственная возможность для многих студентов получить высшее образование. Использование современных LCMS, платформ для видеоконференций показало свою эффективность в период ограничений, связанных с COVID-19 и различных карантинах. При этом дистанционный формат

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

предполагает четкую постановку целей и задач обучения, а также выявления особенностей целевой аудитории. Рассмотрим минусы дистанционного обучения.

Эффективность АОС зависит от технической оснащенности учебного заведения и персонала: инженеров, программистов, системных администраторов, операторов и т.д. Нестабильный интернет, "вирусные атаки" на файловую систему компьютеров или сети, сбои в работе компьютеров и программ приводят к срыву занятий на платформе УД.

Обучение на базе АОС не учит самостоятельному выражению мыслей вслух, ориентирует студента на шпаргалку через Интернет, притупляет его творческое мышление. Выхолащивается воспитательная функция образования – воспитание мышления.

Отсутствие «живого» контакта и общения для развития коммуникабельности; 70,8 % студентов испытывают недостаток «живой» практики, навыков работы в команде, обмениваясь эмоциями, новыми идеями. Исчезает студенческая жизнь как явление; hard и soft не заменяют личного общения с преподавателями для 70,2% студентов.

Невозможность проведения семинарских занятий, поскольку онлайн-обучение не предполагает публичное выступление с докладом, гдерабатываются навыки риторики и ведения дискуссии, полемики; умение логически и образно излагать свои мысли.

Неготовность преподавателей организовать контроль из-за проблемы идентификации: проверить самостоятельность выполнения студентом онлайн-тестов или заданий по электронной почте практически невозможно. Даже при наличии LCMS с хорошо проработанной системой тестирования нет гарантии самостоятельной работы студента.

Излишняя автоматизация предполагает наличие у студента высокой мотивации и степени ответственности. Проблемы с самоорганизацией и самоконтролем испытывает 36,9% молодых людей.

Таким образом, получая определенный набор знаний, студенты не могут развивать многие важные аспекты академического образования. Следует отметить и такой вид студенческой деятельности, как конспектирование лекций. Из всех видов произвольных действий процесс письма – наиболее сложный. Быстро выделяя наиболее важные факты из лекции, вырабатывается способность к логическому мышлению. Каллиграфия стимулирует работу мозга на развитие правильности линий, симметрии, ритма и темпа, концентрации внимания и координации движений. Например, в Японии, чтобы сформировать качества, необходимые ИТ-специалистам, независимо от специализации, в программу подготовки ввели каллиграфию [3].

Исторический анализ инновационных процессов в образовании показывает, что отечественное высшее образование всегда базировалось на учебно-методической базе. Учебно-методическое обеспечение АОС – это учебный материал и сценарий обучения, разработанный преподавателем, а также методические указания для преподавателей, проводящих занятия в классе АОС. Процесс приобретения студентами знаний может быть успешным только при условии сохранения качественного учебно-методического обеспечения. Наш опыт преподавания свидетельствует о необходимости трансформировать традиционные методы обучения под цифровые технологии, адаптировать их к онлайн-среде. Для этого необходимо: освоить технологию модульного обучения; овладеть технологиями создания электронных образовательных ресурсов; овладеть теорией и практикой программированного обучения.

Хорошо проработанная дистанционная программа, ее структура и содержание не должны быть дубликатом очного курса. В рабочей программе по каждой отдельной дисциплине должны быть прописаны все доступные варианты получения информации: мобильный телефон, факс, электронная почта, интерактивное телевидение, видео-/аудио-конференция и др. способы и средства коммуникации. При этом сохраняются общие требования к лекции: научность, доступность, единство формы и содержания с другими видами учебных занятий. Дистанционный курс предполагает использование различных средств, которые вовлекают студента в диалоговое обучение и позволяет организовывать управляемый учебный процесс под руководством преподавателя.

Таким образом, более востребованным должно оставаться традиционное высококачественное образование, где приоритет отдается человеческим отношениям, а не стандартизированное образование через телематические и виртуальные каналы. В условиях стремительного роста количества знаний и ограниченными возможностями их усвоения мозгом человека, преподаватель, при определенных условиях, способен формировать актуальную и востребованную образовательную среду для студента.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.ru> 58th Annual AOC International Symposium & Convention | Microwave Journal (дата обращения 17.08. 2022).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://plyusy-i-minusy-distancionnogo-obucheniya-v-vuze-i-kolledzhe/> (дата обращения 29.08.2022).
3. Черниговская, Т. В. Когнитивные исследования. Выпуск 2. [Электронный ресурс]. – URL. <https://www.pravmir.ru> (дата обращения 09.09.2022).

Е.В.РУМЯНЦЕВА<sup>1</sup>, Т.В.САЙКО<sup>1</sup>

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «ОБСЛУЖИВАНИЕ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

По данным анализа штатного расписания СООО «Мобильные ТелеСистемы» и Унитарного предприятия «A1» выявлена нехватка работников по должностям и профессиям, связанным с обслуживанием базовых станций мобильной связи, и ее величина составляет 8% от общей численности работников. Нехватка зачастую связана с переходом работников на новую должность или увольнением. По данным информационных порталов, размещающих вакансии для трудоустройства в Республике Беларусь за 2022 год в зависимости от поры года требуется:

- 1) инженер электросвязи (по надзору за электросвязью) – от двух до восьми человек;
- 2) техник по связи – от одного до девяти человек;
- 3) антенщик-мачтовик – от пяти до шестнадцати человек;
- 4) монтажник оборудования связи – от пятнадцати до шестидесяти семи человек.

Востребованность работников по указанным в профессиональном стандарте должностям и профессиям в Республике Беларусь в течении года может достигать 10% от всех вакансий на рынке труда.

На сегодняшний день и в ближайшем будущем все операторы мобильной связи будут увеличивать число базовых станций в связи с растущей потребностью в высокоскоростной передаче данных по беспроводным каналам связи, ростом числа абонентов, увеличением объемов передаваемого трафика, покрытием новых территорий, а также развитием технологий передачи данных. Современные базовые станции мобильной связи являются автономными, однако для обеспечения бесперебойной работы требуют периодического технического обслуживания, мониторинга параметров, постоянного электроснабжения.

К специалистам в сфере обслуживания базовых станций мобильной связи относятся работники, способные разрабатывать архитектуру и конфигурацию систем мобильной цифровой связи, разворачивать соответствующее оборудование и программное обеспечение, организовывать процессы эксплуатации и обслуживания всех систем. Основной задачей таких специалистов является обеспечение правильного функционирования систем мониторинга и электроснабжения базовой станции. Операторы мобильной связи передают некоторые функции по организации обслуживания базовых станций мобильной связи на аутсорсинг. В этом случае операторы связи и обслуживающие организации обязаны контролировать квалификацию непосредственных исполнителей.

Профессиональный стандарт «Обслуживание базовых станций мобильной связи» может быть полезен работодателю для выбора квалифицированного персонала на рынке труда; при подборе персонала; обеспечения соответствия трудовых функций, выполняемых персоналом, установленным требованиям; повышения профессионализма работников; мотивации работников к труду в своей организации. Профессиональный стандарт «Обслуживание базовых станций мобильной связи» может использоваться работником для определения собственного профессионального уровня; определения направлений дальнейшего обучения; обеспечения личной востребованности на рынке труда; карьерного роста.

Профессиональный стандарт «Обслуживание базовых станций мобильной связи» необходим для системы образования в качестве основы для формирования учебных программ, образовательных стандартов всех уровней образования, разработки методических материалов, а также дополнительного образования персонала на предприятиях.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Работа выполняется УО «Белорусская государственная академия связи» согласно договору с Министерством связи и информатизации Республики Беларусь № 02-22 от 04.04.2022 г.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Трудовой кодекс Республики Беларусь от 26 июля 1999 г. № 296-3.
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании от 13 января 2011 г. №243-3.
3. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 014-2017 «Занятия» (ОКЗ).
4. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС).

Л.М.СПЕЦИАН<sup>1</sup>, АМУСАН КРИСТОФЕР СЕГУН<sup>2</sup>

**ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В НИГЕРИИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, слушатель факультета довузовской подготовки, Федеративная Республика Нигерия

В современном мире наблюдается тенденция повышенного интереса к изучению русского языка. В Нигерии РКИ является одним из наиболее популярных иностранных языков. Такое признание среди нигерийцев обусловлено постоянным кругом лиц, нуждающимся в знании русского языка.

Нигерийские студенты заинтересованы в изучении языка и русской культуры, поскольку страна стремится стать частью мирового политического пространства, а русский язык является одним из мировых языков. Знание русского языка необходимо для осуществления международной политики и дипломатии. Оно позволит получить доступ к научным исследованиям и технологиям. Без знания языка невозможно чтение технической, научной и художественной литературы в оригинале.

Потребность общаться на русском языке испытывают выпускники нигерийских университетов, прошедшие курс русского языка. Этому способствуют крупные центры культурного сотрудничества, где устраиваются выставки, проводятся вечера, проходят концерты и киносеансы, организуются встречи с русскими гражданами, проживающими в Нигерии.

Российские культурные центры располагают аудио- и видеофондом на русском языке. В этих центрах работают библиотеки, которые предоставляют на длительный срок книги на русском языке. Дополнительные возможности предоставляют русскоговорящим нигерийцам фонды и внеаудиторная работа отделений русского языка нигерийских университетов.

В настоящее время в системе высшего образования Нигерии русский язык занимает среди иностранных языков (не считая английского, который в Нигерии имеет статус государственного языка) второе место по числу изучающих, уступая лишь французскому.

Так, Белорусская государственная академия связи оказывает огромное содействие нигерийским студентам, которые проявляют высокий интерес к изучению русского языка. На факультете довузовской подготовки отмечается позитивная динамика: количество обучаемых нигерийцев увеличивается. К примеру, соавтор этой статьи остался изучать язык на второй год углубленно, а в следующем году будет поступать в магистратуру академии.

Основные причины, которые определяют выбор студентов в пользу русского языка — возможность трудоустроиться, получить престижную специальность, остаться в стране изучения языка для карьерного роста. Нигерийские студенты факультета довузовской подготовки объясняют желание изучать язык тем, что знания пригодятся в будущем. Расширение торгово-экономических отношений, туристического бизнеса позволит им найти достойную работу, которая приносит хороший доход.

Таким образом, русский язык в Нигерии продвигается быстрыми темпами. В системе высшего образования РКИ занимает среди иностранных языков второе место по числу обучаемых. Белорусская государственная академия связи активно участвует в продвижении РКИ в Нигерии. С целью стимулирования интереса к изучению языка необходимо: активизировать программы по организации международных конференций, проведению совместных научно-исследовательских проектов, по обмену опытом и информацией о современных подходах в методике преподавания РКИ.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Специан, Л. М. Инновационные технологии в обучении русскому языку иностранных студентов — перспективное направление / Л. М. Специан // Актуальные вопросы современной науки

М.Ю.ТЕНЯНКО<sup>1</sup>, Ю.Ю.ШИНКАРЬ<sup>2</sup>

## УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КОМАНДОЙ

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт бизнеса учреждения образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Интерактивная команда – это команда, члены которой географически разделены, ей свойственно поликультурное взаимодействие, виртуальные рабочие места, а командная деятельность отличается своими особенностями [1,с.100]. Особенность управления интерактивной командой состоит в следующем: 1) Постановка целей и задач. Для интерактивных команд цели и задачи отличаются высоким уровнем конкретизации результата, сроков выполнения и условий. Для этого необходимы особые компетенции лидера, к которым относятся: навыки письменной коммуникации; способность постоянно контролировать ход работы; оперировать большими объемами информации; 2) Уровень квалификации членов команды. Интерактивная команда должна состоять из профессионалов. 3) Коммуникации в интерактивной команде. Общаясь на расстоянии, руководитель команды имеет меньше рычагов управления и влияния на своих подчиненных, чем в непосредственном общении. Самое главное при построении виртуальной коммуникации – передача важной информации таким образом, чтобы все сообщения интерпретировались верно и не возникало культурных и психологических барьеров. 4) Долговечность команды. Интерактивная команда, как правило, не долговечна. Так как состав участников может изменяться, руководителю приходится формировать другую комбинацию ресурсов и компетенций. 5) Мотивация команды. Арсенал методов мотивации также ограничен. Если в традиционной команде нематериальная мотивация выходит на первый план, в виртуальной среде политика в области стимулирования более индивидуализированная и материальная. 6) Процесс принятия решений. Он может основываться на вовлечении подчиненных в этот процесс. Вовлеченность может осуществляться разными путями. Руководитель может консультироваться с подчиненными или передавать им полномочия по принятию решения.

Таким образом, можно сделать вывод, что интерактивные команды могут быть эффективными только в том случае, если руководитель такой команды обладает более широким набором навыков и подходов к управлению.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Картушина, Е. Н. Командообразование как потребность в современном процессе управления персоналом / Е. Н. Картушина //Социально-экономические явления и процессы. – № 5 (051). – 2013. – С. 99–102.
2. Кибанов, А. Я. Управление персоналом организации : учебник / А.Я. Кибанов, И.А. Баткаева, Л.В. Ивановская ; под ред. А.Я. Кибанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 695 с.
3. Мамедова, А. А., Базаров, Т. Ю. Эффективность командной работы в зависимости от реализуемых членами команды стилей реагирования на изменения/ А. А. Мамедова, Т. Ю. Базаров // Вестник Евразийской науки. – 2018. – Т. 10, № 1. – С. 21–28.

Ю.А.СТЕПАНЧУК<sup>1</sup>, М.Ю.ТЕНЯНКО<sup>1</sup>

## ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ РУССКОГО ЯЗЫКА В ИНОСТРАННОЙ АУДИТОРИИ

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Сегодня русский язык – это естественная и осознанная необходимость для зарубежных граждан. Обучение русскому языку иностранных слушателей должно проходить с формированием у них определенных навыков и умений, позволяющих в будущем успешно овладеть специальностью.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

Морфология – грамматический строй языка, имеющий свои цели, задачи и предмет изучения, исследующий внутреннюю структуру слов.

Изучение морфологии способствует развитию логического мышления учащихся, овладению ими русским литературным языком во всех формах.

На начальном этапе изучения русского языка основное внимание уделяется существительным, прилагательным и глаголам, являющимися основными элементами построения высказывания. Имя существительное – это одна из богатых в лексическом и грамматическом отношениях часть речи. Основой грамматического строя русского языка являются его морфологические категории: род, число, падеж.

Сопоставляя словоизменения в русском языке и в других языках (например, в языке хинди) необходимо в первую очередь выявлять сходства и расхождения между двумя языковыми системами. При этом слушатели всегда рассматривают новые, трудные языковые явления, сравнивая их с соответственным по значениям явлениям в родном языке.

Одной из особенностей русского языка является чередование, которое не наблюдается в родном языке учащихся и служит барьером в спонтанной автоматизированной речи как основной форме активного владения изучаемым языком.

Необходимым условием в построении образовательного процесса являются методические рекомендации, которые помогут слушателям в организации коммуникативной направленности развивающего обучения.

Н.Е.РОМАНОВСКАЯ

## **ФОРМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ СТАРШИХ ПОДРОСТКОВ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика  
Беларусь*

Мы имеем сегодня возможность взять с собой переносной компьютер, небольшой гаджет (планшет, телефон) и многое другое. К сожалению, с каждым годом современное общество попадает в все большую компьютерную зависимость. Работая с учащимися и студентами, с сожалением надо отметить, что данная категория молодежи наиболее подвержена компьютерной зависимости. В процессе преподавания замечено, что за последнее время происходит сужение круга познавательных интересов и познавательной активности, резкое снижение социальной коммуникации, выражаящейся в ограничении контакта со сверстниками в процессе обучения и свободного времени препровождения, отказ от привычных игровых форм активной деятельности на свежем воздухе, а также, вытекающее из этого, снижение физической деятельности, моторной. Вышеперечисленные факторы приводят к снижению уровня здоровья подросткового населения, а также к отклонениям в физическом и психическом развитии. Компьютерная зависимость – это форма деструктивного поведения, стремление к уходу от реальности, путем изменения своего психического состояния. Деструктивное поведение – одна из форм девиантного поведения.

Девиантное поведение – действие, не соответствующее официально установленным или фактически сложившимся в данном обществе (социальной группе) моральным и правовым нормам, приводящие девианта к изоляции, лечению, исправлению или наказанию. Но не всегда девиантное поведение необходимо рассматривать, как отклонение от нормы, которое может привести к изоляции или наказанию.

Находясь в постоянной коммуникации со старшими подростками, отмечаю их стремление доказать свою независимость и самобытность, активный процесс открытия «Я», осознание собственной индивидуальности и ее свойств, которые сопровождаются как позитивными (новые ценности, потребности, ощущение близости с другими людьми, с природой, новое понимание искусства), так и негативными проявлениями (беспокойство, тревога, раздражительность, агрессивность, меланхолия, снижение работоспособности). Таким образом, можно говорить и о существовании так называемых «позитивных девиаций». Примером может стать любое положительное действие человека, которое ранее не воспринималось и не воспринимается как норма сейчас. Открытие, например, приюта для бездомных животных, участие в различных масштабных благотворительных акциях и прочее. При этом нельзя забывать и о том, что старшие подростки

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

подвержены влиянию ровесников, проявляющаяся в единобразии стилей поведения, норм морали. В этом возрасте чаще встречаются акцентуированные типы характера, наблюдаются быстрые, частые и непредсказуемые переходы от одного настроения к другому. Для старшего подростка характерно стремление к неизвестному, рискованному поведению, наблюдается подражание внешним признакам взрослости: курение, употребление алкогольных напитков, особый лексикон и др. Поэтому в подростковом возрасте наиболее характерным явлением является девиантное поведение отрицательного характера.

Как считают психологи, в этом возрасте целесообразно развивать у учащихся эмоциональный интеллект, навыки регуляции собственных психических состояний; формировать целостную Я-концепцию, временную перспективу; развивать способность принимать решения и нести за них ответственность, действовать в ситуациях неопределенности и пр. Особое внимание следует уделить формированию у старших подростков положительных установок на здоровый образ жизни, развитию понимания важности сохранения физического и психического здоровья для полноценной и качественной жизни.

Поэтому, выбирая формы работы на занятиях, приоритет отдается таким формам, как: тематическое обсуждение, обсуждение афоризмов, дебаты, дискуссии, проекты, доклады и пр. Например, при подготовке НПК предлагаю подготовить доклад о социальной рекламе, причем рассмотреть не только лингвистический аспект, но и роль ее в обществе. Ведь социальная реклама – один из видов рекламы, который формирует в сознании людей общечеловеческие ценности, привлекает внимания к социально значимым проблемам и возможностям их разрешения.

В качестве объекта предлагаю: здоровый образ жизни, правопорядок и законопослушность, милосердие и благотворительность и др. В процессе проектирования подростки не только продумывают различные приемы воздействия на сознание аудитории, разрабатывают способы негативного позиционирования ненормативного поведения, но и вырабатывают собственную позицию, личностное отношение к той или иной проблеме, что в свою очередь стимулирует нормативное поведение авторов рекламы. Таким образом, наиболее интересными формами профилактики девиантного поведения, исходя из опыта работы, являются следующие: 1) проектная деятельность; 2) мультимедийные технологии.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кочетов, А. И. Мастерство перевоспитания/А.И. Кочетов. – Минск : Народная асвета, 1981. – 159с.
2. Кудрявцев, Ю. М. Превентивная психология : учеб. пособие / Ю. М .Кудрявцев, В. Е. Уткин. – Казань : изд-во Казанского гос. технол.ун-та, 2006. – 148 с.
3. Кулганов, В. А. Превентология: профилактика социальных отклонений: учеб. пособие / В. А. Кулганов, В. Г. Белов, Ю. А. Парфенов. – СПб. : Питер, 2014. –304 с.
4. Мардахаев, Л. В. Социальная педагогика : учебник / Л. В. Мардахаев. – М. : Гардарики, 2006. – 269 с.
5. Никишина, Т. В. Девиантное поведение несовершеннолетних : формы профилактики / Т. В. Никишина ; под общ. ред. М.П.Осиповой ; Брест.гос.ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012. – 107 с.
6. Никишина, Т. В. Моббинг в подростковой среде : пособие / Т. В. Никишина. – Брест : БрГУ, 2015. – 89 с.

А.В.ПРОХОРЧУК

**РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ  
ОБРАЗОВАНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В условиях постоянных преобразований в общественной, экономической и политической жизни нашей страны, непрерывное совершенствование квалификации кадров становится все более актуальным. Возрастает необходимость пересмотра системы повышения квалификации и переподготовки кадров для работы в современных условиях. Для того чтобы обеспечить адаптацию профессиональных навыков белорусских государственных служащих, а также для развития их

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

способностей в реализации нестандартных управлеченческих задач, нужен новый подход к их профессиональному образованию. Для решения задач, стоящих перед Республикой Беларусь в ближайшем десятилетии, госслужащие обязаны иметь не только качественное образование, но и возможность постоянно совершенствовать свои профессиональные навыки. Сегодня госслужащие Беларуси обладают достаточно высоким уровнем образования. Однако для успешной реализации задач, обозначенных в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года, а также для успешной адаптации профессиональных навыков к сложным региональным и международным проектам, необходимо усовершенствовать систему профессионального образования. Вступивший с 1 сентября 2011 г. Кодекс Республики Беларусь об образовании (далее – Кодекс) внес определенные изменения в систему дополнительного обучения взрослых. Возможности, обозначенные в Кодексе об образовании Республики Беларусь, предусматривают применение в подготовке, в том числе руководящих работников, программ, которые предлагаются коммерческими структурами, а также индивидуальными предпринимателями. Этот процесс предполагает создание новых возможностей и систематизирование уже имеющихся. Одним из важных компонентов в профессиональном развитии специалистов является возможность социализироваться как на рабочем месте, так и среди иностранных коллег из других организаций. Участие в работе профессиональных ассоциаций на международном уровне позволит укрепить продуктивные контакты с коллегами и быть в курсе последних событий и направлений в развитии профессиональной области. В связи с этим владение иностранным языком сегодня рассматривается как социально-политический приоритет. Ведь зачастую препятствием для участия в зарубежных образовательных программах становится недостаточный уровень владения иностранным языком среди белорусских госслужащих, так как обязательным условием для участия в большинстве зарубежных программ является высокий уровень знания английского языка, что необходимо подтвердить международным сертификатом IELTS (не менее 6,5 баллов). Владение иностранным языком в любом случае является одним из основных требований для современного госслужащего, который должен уметь анализировать информацию в зарубежных источниках, и недостаточный уровень знания языка рассматривается в ходе профессионального роста госслужащего как навык, требующий совершенствования, но не как преграда. Разработка стратегии профессионального развития иноязычной компетенции внутри организации, которая будет опираться на цели и задачи, стоящие перед конкретной организацией в настоящее время, должна стать неотъемлемой частью профессионального образования государственных служащих. Оптимальным было бы создание соответствующего ресурса, доступного для всех государственных структур, где содержалась бы информация о существующих образовательных возможностях, процедуре подачи заявок на получение дополнительного образования, стоимости обучения, а также возможных вариантах покрытия расходов по обучению сотрудников организацией или за счет средств республиканского бюджета.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ромашевская, И. В. Новый подход к профессиональному развитию государственных служащих в Беларуси/ Ромашевская И. В., Рябова Н. В. – Минск : Белорусский институт реформы и трансформации публичного администрирования, 2020. – 8 с.
2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года: одобрен протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 4 февраля 2020 г. № 3. - URL. <https://economy.gov.by/>.

А.ЛЕВИТСКАЯ

**НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА  
ПОСРЕДСТВОМ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

*Комратский государственный университет, г. Комрат, Республика Молдова*

Современные тенденции технологического развития, демографические и миграционные процессы влияют на появление новых профессий и нетипичных форм занятости, способы обучения и виды профессионального образования и подготовки. Широкое распространение автоматизации, искусственного интеллекта с одной стороны, способствует производительности и экономическому

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

росту, с другой стороны, заставляет многих людей постоянно повышать квалификацию и адаптировать свои навыки под новые требования рынка труда.

Концепция «работы на всю жизнь» сменилась концепцией «обучения в течении всей жизни». Данный факт требует активизации действий госструктур и организаций - посредников, ответственных за формирование профориентационных политик, основанных на:

- исследовании эволюции потребностей в профессиональных навыках на рынке труда;
- прогнозировании спроса на актуальные в будущем профессии;
- разработке стратегий развития образовательных программ и координации действий поставщиков образовательных услуг (профтехучилищ, колледжей, университетов, центров непрерывного образования и подготовки кадров, НКО и т.д.).

Данное исследование фокусируется на анализе действующих в регионе программ обучения в области предпринимательства, выявления наиболее актуальных тематик в сфере бизнес образования [1]. Институциональной базой исследования являются следующие отраслевые документы: Стратегия развития образования 2030 (Strategie de dezvoltare a educației pentru anii 2021-2030 „Educația-2030”); Целевая программа развития сферы образования АТО Гагаузия 2022-2030 и др. [2].

Согласно целям ООН, в области устойчивого развития на период до 2030 г система подготовки кадров должна обеспечивать всем категориям населения равные возможности доступа к профессиональной ориентации и подготовке на протяжении всей трудовой жизни независимо от уровня доходов населения. Однако, в сельской местности РМ, не все категории населения имеют доступ к профессиональным образовательным услугам, что отражается на росте безработицы.

Согласно отчету Национального агентства занятости, на начало 2020 года года зарегистрировано 50200 безработных (в течении года обратилось 25 525 человек), из которых в АТО зарегистрировано более 3000 безработных, из них 51 % женщин, около 20 % - люди в зрелом возрасте, 61,2% - сельские жители. Уровень бедности в 2019 году в сельской местности составил 34,5 % по сравнению с 11,2 % в городской местности; в региональном профиле самый высокий уровень бедности наблюдается Южном регионе (40,4 %), тогда как в Кишиневе он намного ниже (4,4 %) [3].

Настоящий проект преследует цель популяризации процесса непрерывного неформального обучения в области предпринимательства в РМ. Неформальное образование является важной и определяющей составной частью новой роли образования в мире, которое направлено на «Образование во имя стабильного развития», а также является важным компонентом Стратегии ЕС «Образование-2030» - согласно Инчхонской декларации «Обеспечение инклюзивного и справедливого качественного образования, и обучения на протяжении всей жизни для всех» [4].

Из наиболее предпочтительных методов обучения респонденты отметили важность проведения интерактивной лекций и анализа конкретных бизнес кейсов, разработка бизнес-планов и симуляций, презентации опыта успешных предпринимателей и групповые методы работы. Данные рекомендации будут приняты во внимание при разработке графика проведения курсов и включения наиболее эффективных методов преподавания. При анализе удобства онлайн формы обучения большинство респондентов (около 60%) отметили отсутствие потерь времени на перемещение и дополнительных затрат на транспорт, а также возможность выбора удобного графика обучения, что, в целом, делает данный тип обучения (гибридной формы) доступным для жителей сельской местности.

Для анализа наиболее актуальных тематик курсов в области предпринимательства были проведены фокус- группы с преподавателями - действующими тренерами в области предпринимательства, имеющими опыт более 10-15 лет в данной сфере. Также большинство тренеров являются действующими практиками в релевантных сферах бизнеса.

Была разработана анкета, проведен сплошной опрос, охватывающий все единицы генеральной совокупности, имеющие отношение к данному вопросу: предприниматели, самозанятые, учащиеся, госслужащие (управление экономического развития и туризма). Респонденты распределились следующим образом: предприниматели (42,2 %), самозанятые (13,7 %), учащиеся (21,6 %), госслужащие (11,8 %), безработные (6,9 %), преподаватели (3,9 %). Для принятия рекомендаций на региональном уровне, организованы рабочие встречи экспертов, членов команды проекта и стейкхолдеров, включая представителей региональных властей.

Большинство опрошенных – 66,7 % не участвовали в программах обучения по предпринимательству. Из трети респондентов, имеющих опыт участия в образовательных программах, 36% самостоятельно записываются на обучающие онлайн курсы, 21 % просматривает обучающие курсы в социальных сетях по чьей- либо рекомендации, 33 % периодически просматривают обучающие лекции в YouTube, у 11 % опрошенных такой опыт отсутствует. Это

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

достаточно высокий показатель присутствия на образовательном онлайн пространстве, который, безусловно, был простимулирован внедрением карантинных мер в течении почти 2-х лет.

Помимо возрастающей роли неформального образования в Стратегии развития образования РМ, рекомендуется интегрировать онлайн курсы и в университетские куррикулумы, что доказывает актуальность данного проекта для развития обоих ветвей образования: как формального, так и неформального. Благодаря запуску курсов на базе центра непрерывного образования Комратского государственного университета, постоянно обновляющаяся информация о новых формах маркетинга (е- коммерции), проектного менеджмента, бухгалтерского учета, ИКТ, профессионального обучение в области туризма, будет доступна каждому сельскому жителю посредством сети интернет без отрыва от его основного вида деятельности и физического перемещения.

Образование в течение всей жизни (непрерывное образование) предлагается реализовать посредством информационных технологий, в частности, посредством гибридных форм. Гибридные формы неформального обучения, предполагающие чередование онлайн и офлайн методов обучения, позволяют расширить целевую аудиторию, вовлекая сельское население независимо от места проживания, статуса и могут быть использованы в ответ на современные вызовы, продиктованные пандемией COVID-19.

Сфера краткосрочного профессионального обучения представлена в АТО Гагаузия организациями, которые самостоятельно разрабатывают обучающие программы и проходят процедуры их аккредитации и авторизации, а также организациями – инициирующими процесс проведения данных курсов и не занимающихся их самостоятельной разработкой.

Гибридный формат курсов позволяет: проводить занятия с минимальным присутствием в аудиториях, что влияет, прежде всего, на сокращение затрат как со стороны организатора учебного процесса, так и самих участников; вовлечь в учебный процесс участников из удаленных населенных пунктов, не имеющих возможность надолго выезжать из дома; быстро и гибко реагировать на актуальность запрашиваемых со стороны участников тематик обучения.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ghid de evaluare externă a programelor de formare profesională continuă. ANACEC. 2016.
2. Постановление Правительства № 616/2016 «Об утверждении Методологии внешней оценки качества для авторизации на временное функционирование и аккредитации образовательных программ и учреждений профессионально-технического, высшего и непрерывного образования».
3. Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all. 2016.
4. Raportul de activitate ANOFM. 2021. URL : <https://www.anofm.md/>.

Д.В.ЕРЁМЕНКО<sup>1</sup>, Т.Ю.ШЛЫКОВА<sup>2</sup>

## **НЕВЕРБАЛЬНОЕ ОБЩЕНИЕ В ДИСТАНЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

При переходе на дистанционное или смешанное обучение учебные заведения сталкиваются с принципиально новыми средствами взаимодействия между сотрудниками и студентами и, часто, непониманием как адаптировать традиционные механики общения к новым условиям. Наибольшая проблема возникла с его невербальной стравляющей.

В психологии у понятия общение отсутствует четкое определение. Его дают как собирательное определение, указывающее на его основные функции или стороны. Например, Ильин Е.П. [1] приводит такое определение: общение — это сложный и многогранный процесс, который может выступать в одно и то же время и как процесс взаимодействия индивидов, и как информационный процесс, и как отношение людей друг к другу, и как процесс взаимовлияния друг на друга, и как процесс сопреживания и взаимного понимания друг друга. Еще одно определение приводит Степановна Г.Б. [2]: общение основано на реализации особой потребности в контакте с другими

субъектами, об удовлетворении которой свидетельствует возникновение эмоционального подкрепления. Т.е. в процессе общения предполагается сопереживание, включенность участников и подключение эмоций.

Важной составляющей педагогического общения является его невербальный компонент. Он представляет собой большое количество информации, знание которой очень помогает всем участником процесса общения. Невербальные средства дополняют нашу речь, вносят дополнительные оттенки, создавая психологический и эмоциональный контакт. А при переходе на дистанционную форму обучения все участники педагогического процесса неминуемо испытывают дискомфорт, вызванный его потерей. Критичную важность этого показывают результаты исследований, которые показывают, что обычно в процессе коммуникации слова составляют всего лишь 7%, звуки и интонации 38%, а невербальное взаимодействие 53%. Это так же согласуется с оценками процентного соотношения количества информации, которую получает человек через органы чувств: визуальная информации составляет 85% от всего объема, которую получает человек, 10% звук и 5% - приходит через остальные органы чувств. [3]

При реализации технологий дистанционного обучения мы получаем технологически опосредованную среду почти полностью лишенную невербального компонента общения. Даже если у всех участников включены камеры, в больших группах (от 10 человек) сложно отследить всех глазами и уделить внимание каждому или заметить признаки неудовлетворения занятием. Так же эта специфика формирует у участников образовательного процесса чувство изоляции обусловленное невозможность полноценно общаться и взаимодействовать между собой: преподаватель читает материал в «черный экран», не имея возможности полноценно и оперативно получать обратную связь от слушателей, а студенты сидят в одиночестве и молча его слушают, глядя в этот же «черный экран», не имея возможности понять, как проходит усвоение нового материала его одногруппниками. Таким образом изоляция, порождаемая дистанционным форматом, не только почти полностью убирает невербальный компонент общения из процесса обучения, но и в том числе лишает участников базовой социальной потребности человека в причастности и принадлежности. И это выражается в следующем:

1. Невозможность в полной мере ощущать свою принадлежность к учебной группе.
2. Разделение в пространстве влечет за собой снижение возможностей обсуждения, уточнения в процессе изучения учебного материала.
3. Утрата ощущения конкуренции в учебной группе влияет на уровень мотивации учащихся.
4. Уменьшается коридор возможностей преподавателя в поддержке студентов, что в свою очередь влияет на потребность студентов в признании и уважении.
5. Уменьшается количество рефлексивных контактов с преподавателем и между участвующими студентами [4].

Авторы предлагают разные варианты решения описанных выше проблем. Их можно разделить на две группы: организационные и программно-технические [4] [5].

К организационным относится все формы и виды проведения занятий, которые приведут к вовлечению учащихся в процесс взаимодействия, снимут негативные последствия изоляции и, хотя бы частично, включат невербальную составляющую общения. А именно:

1. Изменять ритм занятия: включать разные формы активности. Если это невозможно, менять ритм от занятия к занятию: использовать разные технологические платформы, виды заданий и работ.
2. Использовать работу в микрогруппах, развивать навыки профессионального взаимодействия студентов вне формальных занятий.
3. Вовлекать учащихся в обсуждение проблемных вопросов, избегая оценочных суждений, в целях поощрения участия.
4. Регулярно давать и запрашивать обратную связь в открытом или анонимном формате. Регламентировать этот процесс во время занятий. Например, если все понятно поставьте + в чат. Фиксировать результат.
5. Поддерживать студентов, которые проявляют неуверенность в своих возможностях.
6. Использовать все возможности графического и эмоционального участия в чатах: смайлы, эмоджи, стикеры и другие пиктограммы-реакции, предусмотренные на используемой платформе.
7. Заполнять самостоятельно и контролировать заполнение профилей студентов на используемых платформах: полное имя, аватар (портрет участника крупным планом с хорошо различимым лицом) и подпись.

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

8. Внедрение внутреннего онлайн этикета – правил, которые призваны адаптировать студентов для формального общения в привычных для неформального общения средах.

К программно-техническим можно отнести: технические средства проведения занятий (компьютеры, смартфоны, наушники, микрофоны, веб-камеры и пр.) и программы с помощью, которых они проводятся (развернуто представлены на рисунке 1).

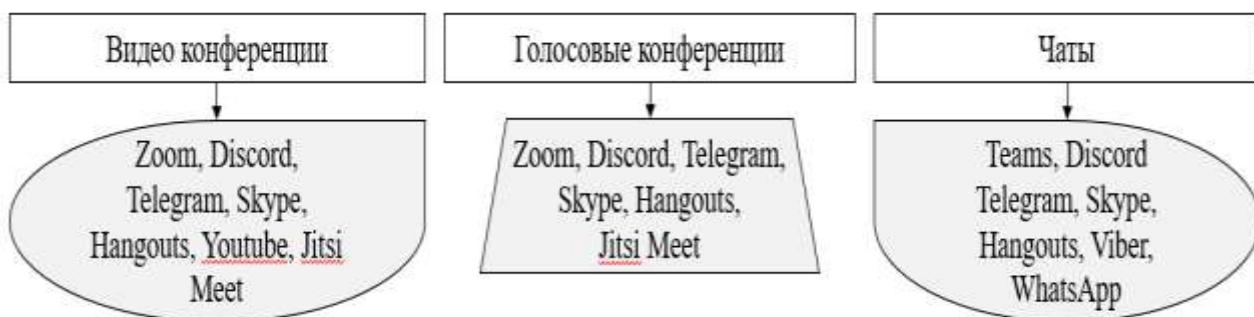


Рисунок 1 – Программные средства, способствующие вовлечению студентов в занятия

Наблюдение и верная интерпретации невербальных сигналов от студентов всегда были очень важными компонентами педагогического мастерства, поскольку, позволяли сделать выводы о том, какие интересы и чувства возникают у студентов в процессе обучения, как они усваивают учебный материал, есть ли у них возможность решать задачи с ним связанные и появилась ли готовность переходить к следующей теме. Исходя из этого очень важно дополнять процесс дистанционного образования методами, приемами и средствами, позволяющими восполнить потерю невербального компонента, чтобы в случае необходимости преподаватели могли переориентировать обучение и помочь студентам сделать учебный процесс более эффективным и действенным.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ильин, Е. П. Психология общения и межличностных отношений / Е. А. Ильин. – СПБ. : Питер, 2009г. 779с.
2. Степанова, Г. Б. Общение и коммуникация: традиции и новации / Г. Б. Степанова // Человек вчера и сегодня Междисциплинарные исследования. – Москва, - 2011. - №5. - с. 215-235
3. Ушаков, А. А. Педагогическое общение в дистанционном обучении / А. А. Ушаков // Вестник барнаульского государственного педагогического университета. - Барнаул, - 2004. - №4-1, с. 142-148
4. Верещагина, М. В. К проблеме обезличенного общения в формате дистанционного обучения студентов высшей школы / М. В. Верещагина, В. З. Течиева // Общество: социология, психология, педагогика. – 2020. – № 12(80). – С. 210-214.
5. Дмитриева, О. П. Академическое общение в условиях дистанционного и смешанного обучения / О. П. Дмитриева // «Вышэйшая школа»: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. - 2021. - № 3. - С. 29-34.

А.О.ГРИГОРЬЕВА

**ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ  
ОТРАСЛИ СВЯЗИ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В современном обществе остро стоит потребность в специалистах не только обладающих специальными навыками на высоком профессиональном уровне, но и умеющих должным образом преподнести себя, свои услуги или производимые товары. В первую очередь стоит обратить внимание на умение общаться и правильно выражать свои мысли. Многие исследователи согласны в том, что повышение навыков говорения и слушания необходимы как современным школьникам, так и специалистам различных отраслей [1-5]. По словам С.А. Менакер: «Необходимость постоянного

взаимодействия с социумом, социальными институтами, группами населения, специалистами различного профиля в процессе осуществления профессиональной деятельности актуализирует проблему подготовки к социальному взаимодействию как ключевой профессиональной компетенции специалиста» [2]. Стоит согласить с позицией авторов данных работ.

Современные учащиеся средне-специальных учебных заведений имеют серьезные проблемы с устным изложением материала по причине неумения грамотно и конкретно излагать свои мысли. Это следует из того, что в школьной программе уделяется недостаточно внимания формированию такого качества как устное рассуждение. А ведь именно умение устно излагать свои мысли и при этом активно слушать собеседника является важной составляющей делового общения. Стоит обратить внимание, что в профессиональной среде будущим специалистам требуется решать не только узконаправленные задачи, но и коммуникативные. В силу этих причин аудиторная работа с учащимися и студентами в рамках гуманитарного цикла дисциплин должна быть направлена на формирование умения слышать собеседника и грамотно излагать собственную точку зрения.

Поиск эффективных средств и методов развития надпрофессиональных компетенций будущих специалистов – важная составляющая современного образования: развитие уникальных личностных качеств, творческих способностей, самосовершенствование и самоорганизация профессиональной деятельности, которая позволит принимать решения самостоятельно и активно действовать, и, конечно же, развитие умения работать в команде. Все это позволит сформировать профессионала, умеющего легко перестраиваться под изменяющиеся условия. Так в статье, анализирующей необходимость soft-skills навыков, упоминается о том, что «профессиональная компетентность работника, по мнению руководителей крупных компаний, не является первостепенной, так как ее можно получить... через корпоративные образовательные программы... Креативная экономика будет требовать новый подход к отбору персонала, в котором самым востребованным качеством будет уникальность человека»[3].

В связи с этим в УО «Белорусская государственная академия связи» на уровне средне-специального образования ведется подготовка по дисциплине «Техника коммуникации и основы командообразования». Дисциплина включает пять основных разделов, направленных на овладение следующими навыками и умениями:

- выражать свои мысли;
- творчески подходить к решению задач;
- грамотно распределять свое время;
- профессиональной коммуникации;
- работать в команде.

В рамках первого раздела изучаются коммуникативные приемы и способы воздействия на аудиторию, техники привлечения и удержания внимания слушателей. Второй раздел посвящен анализу различных методик для нахождения новых подходов при решении как стандартных, так и нестандартных задач. В третьем разделе уделяется внимание способам рационального распределения свободного и рабочего времени, что на сегодняшний день является обязательным условием организации времени любого делового человека. В следующем разделе внимание уделяется вопросам: ведения деловых переговоров, составления резюме, коммуникации в международном сообществе и т.д. В конце курса предполагается практическая часть, направленная на формирование навыков и умений работать в команде.

Данный курс направлен на практическую отработку полученных знаний и помимо лекционного материала включает обязательные практические задания и упражнения, которые подобраны таким образом, что учащиеся могут сами в любое время обратиться к ним и отработать необходимый навык дома в свободное время или с группой на перерыве. Задания и упражнения хотя и составлены часто в игровой форме, однако они помогают приобретать практические умения, необходимые в работе и быту.

В результате изучения курса учащиеся не только усваивают теоретический материал, но, в первую очередь, преодолевают психологические барьеры при общении с аудиторией. Этому помогает выстроенная линейка упражнений, направленных на раскрепощение при работе с аудиторией. Во-вторых, даются практические рекомендации: как выстроить публичную речь, провести презентацию продукта или услуги и т.д. Заключительным этапом выступает практическая работа по установлению командных взаимоотношений в рамках учебной группы.

Данный курс показал хорошие результаты. Так, средний балл по группе варьируется от 6,9 до 7,4, что говорит о более чем 70 % усвоения материала. Учащиеся на занятиях чаще стараются

*Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов  
для отрасли связи*

аргументировать личную точку зрения, тренируются выслушивать собеседника, задавать уточняющие вопросы. Все это способствует не только повышению общей коммуникативной культуры, но и снятию психологических барьеров при выражении своей точки зрения.

Как видно из анализа, дисциплина «Техника коммуникации и основы командообразования» помогает сформировать коммуникативные навыки необходимые современному специалисту в отрасли связи.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Лях, Ю. А. Развитие коммуникативных навыков у школьников / Ю. А. Лях // Ярославский педагогический вестник. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-kommunikativnyh-navykov-u-shkolnikov-1> (дата обращения : 17.09.2022).
2. Менакер, С. А. Проблемы формирования коммуникативных навыков будущих специалистов // Синергия. 2017. № 5. [Электронный ресурс]. – URL. : <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-formirovaniya-kommunikativnyh-navykov-buduschih-spetsialistov>. (дата обращения 19.09.2022).
3. Платонова, Р. И. Актуальность soft skills в профессиональном плане будущих специалистов / Р.И. Платонова, Г.Б. Михина // АНИ: педагогика и психология. 2018. № 4 (25). [Электронный ресурс]. – URL. : <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-soft-skills-v-professionalnom-plane-buduschihs-petsialistov> (дата обращения : 19.09.2022).
4. Резе, А. Коммуникативные навыки врача / А.Резе // Врач. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/kommunikativnye-navyki-vracha> (дата обращения : 21.09.2022)
5. Чупашева, Е. В. Развитие коммуникативно-познавательных навыков / Е. В.Чупашева // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2014. №27. [Электронный ресурс]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-kommunikativno-poznavatelnyh-navykov> (дата обращения : 17.09.2022).

Г.М.БУЛДЫК

**ДИДАКТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УЧЕБНИКА (УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ) ПО  
ДИСТАНЦИОННОМУ ОБУЧЕНИЮ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Учебник (учебное пособие) по дистанционному обучению должен создаваться как технологическое средство процесса обучения и должен обладать вполне определенными качествами, свойствами, призванными помочь студентам овладеть содержанием образования. Учебник, в единстве с содержательной стороной отражая технологию обучения, его методику, является наиболее конкретизированной нормой обучения и имеет определенную структурированную книжную форму. А для совершенствования такой структуры учебника, нужно описать его дидактические функции, которые отражали бы функциональную нагрузку отдельных структурных элементов учебника. Под *дидактической функцией учебника* по дистанционному обучению понимается целенаправленно сформированные его свойства как основного технологического средства обучения, реализующего содержание образования, способствующего самостоятельной творческой деятельности студента, умению ориентироваться в предмете, искать и находить необходимую информацию. Следовательно, определение дидактических функций учебника по дистанционному обучению нужно осуществлять посредством системного подхода, соответствующего системному характеру объекта изучения, понимая при этом, что выделение различных его функций достаточно условно. Тем не менее, современному учебнику по дистанционному обучению, являющемуся основным технологическим средством обучения, охватывающим содержание образования и виды деятельности, определенных учебной программой по предмету для обязательного усвоения, присущи следующие дидактические функции: мотивационная и профессионализирующая, информационная, трансформационная, логическая, самообразования, интегрирующая и координирующая, деятельностно-воспитательная и функция закрепления и самоконтроля. Эти функции составляют систему иерархически взаимосвязанных и взаимопроникающих свойств учебника по дистанционному обучению и выступают в органическом единстве. Через дидактические функции реализуется деятельностный подход к самообразованию, с учетом закономерностей поэтапного усвоения предметных знаний,

формирующих мотивы, заставляющие студентов выполнять ту деятельность, которая предусмотрена содержанием образования. При дистанционном обучении учебник является основным источником обязательных для усвоения студентами предметных знаний. Содержание образования определяется учебной программой по предмету, которая является нормативным документом для учебного процесса. Отметим, что совокупность всех учебных программ по предметам отражает содержание образования в целом. Поэтому в учебных программах должны быть сформулированы требования к основным знаниям и умениям по предметам, т.е. должны быть даны развернутые конкретизации целей обучения, что определяет основные знания, которые должны быть усвоены студентами, практические умения, навыки и опыт деятельности, которые должны быть сформированы в результате учебной деятельности. Глубоко продуманная, научно обоснованная учебная программа по предмету – первое и важнейшее условие реализации дидактических функций учебника для дистанционного обучения.

Рассматривая учебник как сложную и целостную многофункциональную систему, надо учитывать, что его структуру определяет содержание, непосредственно связанное с его дидактическими функциями, которые выполняют системообразующую роль. Повышение роли функции самообразования, развивающей и воспитывающей роли учебника может стимулировать активную познавательную деятельность студентов, формировать у них желание и умение самостоятельно приобретать и применять знания. Поэтому является очевидным наличие в структуре учебника разного рода текстов. Реализация мотивационной, информационной, трансформационной и др. функций является эффективной при наличии содержательного иллюстративного материала профессионального характера. Иллюстративный материал усиливает наглядность обучения, повышает уровень эмоционального и чувствительного восприятия предмета, обеспечивает прочность запоминания и усиливает интерес к изучаемому предмету. Для реализации функций самообразования, закрепления и самоконтроля нужны вопросы для самопроверки, задания к изучаемому тексту, примеры применения изученного материала и решению практических задач, т.е. те конструктивные материалы, которые призваны помочь студенту в организации усвоения знаний. Строгой педагогической целесообразностью определяется наличие в учебнике предисловия, оглавления, шрифтовых и цветовых выделений, символов ориентировки, указателей, глоссария, тренинга умений, тестов для определения усвоения учебного материала, рекомендательного списка литературы и других важных элементов учебной книги, в которых находят свое проявление сложные дидактические функции учебника по дистанционному обучению.

Одной из ведущих частных структурных систем учебника является структурная система текстов, которая является носителем основной учебной информации, определяющей сущность и объем содержания образования, предназначеннной для изучения и усвоения студентами.

Итак, текст учебника содержит дидактически и методически обработанный и систематизированный в строгом соответствии с учебной программой учебный материал, отражающий фундаментальные знания и адекватную им и целям обучения деятельность.

Для более полного усвоения научных знаний и способов деятельности, заложенных в содержании учебника, служат внетекстовые компоненты (призванные по признаку своей доминирующей функции служить тексту), помогающие в выработке умений и навыков самостоятельного поиска знаний и практического их применения.

В учебнике по дистанционному обучению для активизации познавательной деятельности студентов, формирования специальных учебных умений и навыков самостоятельной деятельности с учебным материалом, используются вопросы и задания, систематизирующие и обобщающие таблицы, тесты, глоссарий и тренинг умений, которые составляют аппарат организации усвоения и относятся к внетекстовым компонентам.

Таким образом, в основе сложной и многообразной структуры учебника (учебного пособия) по дистанционному обучению лежат необходимые структурные компоненты: текст (основной, дополнительный, пояснительный) и внетекстовые компоненты (аппарат организации усвоения, иллюстративный материал, аппарат ориентировки (навигации)), несущие определенную функциональную нагрузку и реализующие дидактические функции учебника.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В КОЛЛЕДЖЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

*Смоленский колледж телекоммуникаций (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича», г. Смоленск, Российской Федерации*

Данная статья затрагивает актуальный на сегодняшний день для преподавателя и куратора вопрос об организации учебной и внеучебной деятельности, используя инновационные и информационные технологии при подготовке специалистов в колледже телекоммуникаций. И для обеспечения успешного, устойчивого и безопасного развития общества в настоящее время в современном образовательном пространстве возникает необходимость в подготовке конкурентоспособных, профессионально компетентных и социально активных специалистов, которые способны к профессиональному саморазвитию и самоопределению. Подготовка такого специалиста в системе СПО телекоммуникационной направленности может быть реализована последовательным формированием профессиональных информационных компетенций и информационной культуры, например, в контексте социального, личностного и профессионального успеха с использованием инновационных педагогических технологий и информационных технологий.

Инновационные педагогические технологии – это нетрадиционные педагогические технологии, разрабатываемые в связи с появлением новых информационных технологий, новых методов и приемов обучения с целью создания наиболее благоприятных психолого-педагогических условий для активизации и реализации лучших свойств и саморазвития молодежи и повышения эффективности учебного процесса. А информационные технологии – это процессы, использующие совокупность средств и методов сбора, обработки, накопления и передачи данных (первой информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса, явления, информационного продукта, а также распространение информации и способы осуществления таких процессов и методов (ФЗ №149-ФЗ). И у каждого студента есть необходимость уметь мыслить, самостоятельно работать с информацией, творчески решать профессиональные задачи, уверенно отстаивать свои позиции и т.д.

Инновационные технологии – это система методов, способов, приемов обучения, воспитательных средств, направленных на достижение позитивного результата за счет динамических изменений личности молодого человека в современных социокультурных условиях.

Инновационные технологии более целенаправленный, интенсивный процесс, который благодаря практическому использованию новых идей приводит к улучшению усвоения знаний, умений и большого потока информации с использованием цифровых и информационных технологий (облачных технологий).

В профессиональном образовании существуют разнообразные инновационные педагогические технологии. И каждое учреждение использует наиболее приемлемые или традиционные педагогические технологии в образовании.

Самые популярные – это игровые технологии, здоровьесберегающие технологии, личностно-ориентированные технологии, проектно-исследовательские технологии, блочно-модульные технологии, информационно-коммуникационные технологии и др.

Личностно-ориентированное обучение создает условия для самоопределения молодого человека.

На всех занятиях используются здоровьесберегающие технологии, смысл которых заключается в том, чтобы исключить негативное воздействие на здоровье молодого человека, связанное с процессом учебно-воспитательной работы.

Проектно-исследовательская технология, или по-другому продуктивное обучение, включает в себя активное обучение, то есть методы исследования, сбора, обобщение результатов студентов.

Блочно-модульная технология ориентирована на различные виды самостоятельной, посильной работы учащегося, например, изготовление наглядных пособий, написание творческой работы, выполнение упражнений. Эта технология учит обучающегося самому искать информацию, изучать и получать знания в новом виде.

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

Информационно-коммуникационные технологии позволяют педагогу усовершенствовать дидактический материал, привлечь стопроцентное внимание студентов в аудитории независимо от успеваемости обучающегося. Например, выводимые преподавателем на экран задания способствуют абстрагированию у студента каких-либо предметов, которые вряд ли можно было бы объяснить по учебнику.

Учебно-воспитательный процесс в колледже направлен на постоянное преобразование умственной деятельности учащихся, внедрение автоматической и телекоммуникационной систем с целью мобильного поиска, обработки и передачи информации на расстоянии при помощи инновационных и информационных технологий в образовании.

Во время учебно-воспитательной работы именно инновационные технологии и информационные технологии помогают при документационной работе, подготовке организационных часов презентаций, внеклассных занятий, при организации родительских собраний и сотрудничестве с семьей и др. Вводимые инновационные и информационные технологии пользуются успехом при подготовке преподавателей к выступлениям на методических объединениях или педагогических советах. А занятия становятся более интересными для студентов благодаря разнообразию их форм.

В педагогической деятельности во время формирования информационной культуры у студентов телекоммуникационной направленности и во время обучения и воспитания кроме этапов и педагогических технологий, например, технологий традиционного обучения, технологий развития критического мышления, технологий дифференцированного обучения, технологий проблемного обучения, технологий проектного, используют формы и методы обучения.

Кроме инновационных педагогических технологий для организации, отбора, сохранения и обработки информации мы используем Google Drive и Яндекс Диск. Например, на Google Drive и Яндекс Диске мы создаем электронный ресурс, который помогает также в организации педагогическом процессе, как преподавателя, так и в учебной деятельности студентов.

Однако в педагогической деятельности мы используем программы облачных технологий (Google Drive и Яндекс Диск), дополнительные инструменты и библиотечные возможности образовательной платформы «Юрайт» и дополнительные ресурсы (мессенджеры, программы, инструменты) и др., которые и помогают в организации педагогического процесса.

В работе с информацией на занятиях мы используем интерактивный методический прием «Знаю. Хочу знать. Умею», который направлен на развитие обратной связи в познавательном процессе, представленный по ссылке (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1r9NWbiy3RIzyEJmtZ5qrXJgN0Tc024vUVno8KbrQUEg/edit#gid=1875127572>).

Т. о., для последовательного формирования информационных компетентностей в информационной культуре мы используем инновационные педагогические технологии и информационные технологии (программы Google Drive и Яндекс Диска, мессенджеры и ресурсы образовательной платформы «Юрайт»). Инновационные и информационные технологии в образовании играют важную роль для студентов, которые помогают преподавателю на занятиях. Данные технологии обуславливают продуктивную работу и успех в учебной деятельности.

Е.Г.НАУМОВА<sup>1</sup>, И.О.ЯБЛОЧНИКОВА<sup>2</sup>

## **ЦИФРОВЫЕ НАВЫКИ КАК КОМПОНЕНТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет культуры и искусств, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Московский технический университет связи и информатики, г. Москва, Российская Федерация

В информационном обществе возрастает роль цифровых навыков и компетенций, необходимых любому специалисту для работы в цифровой среде и с цифровыми продуктами в сфере его профессиональной деятельности. Это формирует социальный заказ на соответствующие образовательные программы подготовки и переподготовки, которые должны реализовывать структуры формального и неформального образования посредством необходимых для этого учебно-программных, научно-методических и образовательно-технологических инструментов. Данная ситуация обусловлена структурой и содержанием цифровых навыков, необходимых каждому человеку для полноценной

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

жизни в современном обществе. В данном случае специалисты выделяют три основные группы цифровых навыков, различающихся между собой по функциональному предназначению, источникам и средствам формирования.

Первая группа – это базовые функциональные навыки, необходимые для поддержания элементарной пользовательской активности в киберпространстве. В содержательном аспекте они включают в себя навыки по поиску необходимой информации в интернете, созданию и поддержанию аккаунта в социальных сетях, работе с ИКТ на начальном уровне, когда пользователь способен осуществлять правильный выбор и адекватно использовать основные настройки софта, сервисов и мобильных устройств. Данная группа навыков должна формироваться на уровне общего среднего образования посредством традиционных и цифровых методов обучения, а развиваться индивидом самостоятельно вследствие постоянного расширения его пользовательской и коммуникативной активности.

Вторая группа – это стандартные цифровые навыки, необходимые для полноценного использования индивидом ИКТ в деловой и личной коммуникации, профессиональной и социальной деятельности. Они характеризуют уровень цифровой грамотности индивида, а в содержательном плане предполагают умение пользоваться гаджетами, создание и использование цифрового контента, обработку и анализ данных, работу пользователя с онлайн-приложениями и мессенджерами, навыки эффективного и безопасного использования онлайн-услуг, оперативного получения необходимой информации и работы с ней. Как и в первом случае, данная группа навыков должна формироваться на уровне общего среднего образования и развиваться средствами дополнительного образования на основе формального, неформального и информального обучения.

Третья группа – это специализированные цифровые навыки («жесткие» навыки), необходимые специалисту для профессиональной деятельности в сфере ИКТ (программирование, администрирование сетей, web-дизайн, аналитика больших данных и т.д.), основным инструментом формирования которых остается формализованный образовательный процесс с его обязательными учебными дисциплинами, дисциплинами и факультативами по выбору, компонентами проектной и практической работы. Об их уровне и качестве свидетельствует способность индивида алгоритмизировать и оптимизировать свои действия, умение работать с разнородной информацией в цифровой среде, умение работать со сложными механизмами и инструментами, способность оптимально решать образовательные и профессиональные задачи с учетом технических возможностей и ограничений современных цифровых устройств и интернет-технологий. Одновременно в данную группу входят социальные компетенции и личностные качества («мягкие» навыки), необходимые для выстраивания профессионально ориентированной и эффективной групповой деятельности (креативность, эмпатия, эмоциональная стабильность, критическое мышление, умение работать в команде, скорость и гибкость в принятии решений и т.д.).

Таким образом, развитие цифровых навыков обеспечивает формирование системы цифровых компетенций специалиста, охватывающих сферы коммуникаций и сотрудничества, информации и данных, создания и использования цифрового контента, информационной безопасности, необходимых для определения и подтверждения уровня квалификации в профессиональной сфере.

Ю.О.ФИЛОНОВА<sup>1</sup>, КАЛЛОН МАРИАМА ХАДЖА<sup>2</sup>

## **ОСОБЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРАДИЦИЙ СЬЕРРА-ЛЕОНЕ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, слушатель факультета довузовской подготовки, Республика Сьерра-Леоне

Республика Сьерра-Леоне – государство в Западной Африке, на побережье Атлантического океана. Границит с Гвинеей и Либерией. Площадь – 72 тыс. км<sup>2</sup>. Столица – город Фритаун.

В Сьерра-Леоне ценят и уважают вековые традиции исторического прошлого, а большинство культурных наследий передаются по иерархии. Особую важность в стране имеет устная традиция. Благодаря ей и был сохранен родной язык, большое количество древних мифов и легенд.

В стране существует 18 племенных групп – две крупнейших из них проживают на севере (племенная группа Темны) и юге (племенная группа Менде) страны.

## *Инновационные технологии в образовательной сфере при подготовке специалистов для отрасли связи*

Если говорить о вероисповедании в стране, то более 70 % местного населения является мусульманами. Около 20 % христиан. Остальные жители страны придерживаются африканских культов. Больше всего христианского населения проживает на юге страны.

Среди жителей Сьерра-Леоне достаточно часто встречаются смешанные браки – здесь это разрешено.

В двух крупнейших племенных групп Менде и Темнах действует система тайных обществ, отвечающих за сохранение культурных ценностей и традиций страны. Одной из древних традиций, которую многие здесь чтят, является инициация девушек, она проходит несколько раз в год в течение двух недель и требует больших затрат от родителей: им необходимо купить новую одежду ребенку и кормить гостей все это время.

Затяжной военный конфликт внутри страны отражается и на мировоззрении жителей Сьерра-Леоне. Любой разговор здесь сводится к политике, экономике и коррупции.

КАПАСУИЛА КАБАНГИ ДЖОНАТАН<sup>1</sup>

## **НАЦИОНАЛЬНЫЕ СИМВОЛЫ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ КОНГО**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, слушатель факультета довузовской подготовки, Республика Конго*

Демократическая Республика Конго (ДРК) – государство в Центральной Африке. Столица – Киншаса. Государственный язык – французский. До 1960 года ДРК была колонией Бельгии. Страна занимает 11 место в мире по территории и 14 место – по численности населения. Население по данным на 2022 год составляет 108 миллионов.

Государство очень богато природными ресурсами. В стране большие залежи золота, платины, алмазов, железной руды и урана. Считается, что 80% мировой добычи урана приходится на ДРК. Также здесь находится множество национальных парков, заповедников и других природных достопримечательностей, оставшихся в первозданном виде.

Основной религией в стране является христианство. В ДРК около 95% населения являются христианами. Около 50% населения исповедуют католицизм, около 20% – являются протестантами и около 10% населения исповедуют кимбангизм.

Цвета и символы флага ДРК традиционны для стран Африки. Флаг имеет основание голубого цвета, по диагонали пересеченное красной полосой с желтой окантовкой. В верхнем левом углу флага расположена пятиконечная звезда желтого цвета. Голубой цвет символизирует мир и надежду; красный цвет флага означает кровь, пролитую за независимость страны; желтый цвет – благополучие и богатство страны; а звезда, помещенная на флаг, олицетворяет единство и светлое будущее.

Герб Демократической Республики Конго изображает голову леопарда, слева от которой находится бивень слона, а справа – копье. Внизу герба проходит лента, на которой написан национальный девиз – «Правосудие, Мир, Труд».

## **КИТАЙСКИЙ ОПЫТ СОЗДАНИЯ «УМНЫХ ГОРОДОВ»**

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт востоковедения Национальной академии наук Армении, г. Ереван, Республика Армения*

В современном мире Китай является той страной, темпы и параметры развития цифровой экономики в которой не только устойчиво демонстрируют позитивную динамику, но и значительно превышают темпы экономического роста, как по регионам, так и в целом по стране. Согласно данным Пекинского управления экономики и информатизации, в первом квартале 2022 года добавленная стоимость цифровой экономики столичного мегаполиса достигла 387,36 млрд. юаней (около 57,35 млрд. долл. США), продемонстрировав по сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост на 7,2 проц. и составив в результате 41,2 проц. от ВРП города [1]. Согласно китайской официальной статистике, только за период с 2017 по 2021 год объем цифровой экономики КНР увеличился примерно с 27 трлн. юаней до 45 трлн. юаней, а ее доля в ВВП страны выросла с 33,0 проц. до 39,8 проц. [1]. Цифровая экономика, в которой занята четверть работающего населения, играет все более важную роль в стимулировании и обеспечении высоких темпов экономического роста страны. Так, Министерство промышленности и информатизации КНР информирует, что в первой половине 2022 года общий объем производства электронной информации, индустрии программного обеспечения, индустрии беспроводной и мобильной связи, интернет-индустрии в стране превысил 10 трлн. юаней [2].

Различные аспекты развития цифровой экономики в стране являются предметом исследований Китайской академии информационных и коммуникационных технологий (CAICT), которая является одним из ведущих аналитических центров, работающих в интересах государства и китайской инфокоммуникационной отрасли. В основном CAICT фокусируется на проблематике развития широкополосного интернета, беспроводной и мобильной связи, информационных сетей, сферы ИКТ-услуг, создания ИКТ, интеграции информатизации и индустриализации, сетевой и информационной безопасности, поддержания инноваций в сфере инфокоммуникаций, консалтингу отраслевых бизнес-стартапов, нормативному правовому регулированию цифровой экономики, разработке отраслевых технологических стандартов [3].

Отдельный интерес представляет китайский опыт создания «умных городов», которые являются драйверами социально-экономического развития страны. В экономическом смысле китайский рынок систем «умного города» характеризуется значительной инвестиционной привлекательностью: годовой темп роста инвестиций на этом рынке по итогам текущего года составит 20,4% и к концу года достигнет объема 390 млрд. юаней [4]. В настоящее время более 500 городов Китая в коллaborации с крупнейшими китайскими ИТ-компаниями реализуют pilotные проекты по созданию и эксплуатации «умного города». В ближайшее время с ними можно будет ознакомиться на Китайской международной выставке «Умный город» (Пекин, 18–20 ноября 2022 г.). На данной выставке будут представлены такие области, как строительство и эксплуатация «умного города», информатизация городского управления, цифровое сопровождение урбанизации, технологическая модернизация промышленности и сельского хозяйства, роль цифровых технологий в обеспечении устойчивого развития городов, применение ИИ в диагностике заболеваний, обеспечение общественной безопасности, управление общественным транспортом [4]. Большие данные при этом рассматриваются в качестве ключевой технологии, необходимой для создания и функционирования систем «умного города».

Китайские эксперты в области урбанистики и проектировщики рассматривают город как структурно сложное и динамично развивающееся пространство, представленное множеством систем для управления различными процессами городской жизни. Все они нуждаются в технологиях по сбору, хранению и анализу различных типов данных, в системном и транспарентном взаимодействии между структурами городского управления, поставщиками услуг и их потребителями. Это необходимо для достижения оптимальных параметров администрирования городской жизни, регулирования городской логистики и использования различных ресурсов. В качестве инструментов проектирования «умных городов» используются такие технологии, как СИМ (городское

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

информационное моделирование) и UDT (цифровые двойники городов). В данном случае технология СИМ актуализирует применение интерактивных цифровых технологий, необходимых для создания цифровой модели зданий и строительных работ в рамках процесса городского планирования. В свою очередь, UDT позволяет на основе информационно-технологических систем цифровой идентификации, автоматизированного восприятия, сетевого соединения, интеллектуального управления и платформенных услуг выстроить в виртуальном пространстве цифровой город, соответствующий по всем основным параметрам реальному физическому городу.

Цифровая модель основана на применении голографического моделирования, динамического мониторинга, диагностики процессов и объектов в реальном времени, точного прогнозирования состояния любого физического городского объекта в реальной среде. Благодаря использованию ряда технологий (технологии IoT, географических информационных систем, информационного моделирования зданий и др.), цифровой двойник города может представить полную картину функционирования физического города в нескольких слоях и масштабах. Такая модель включает в себя статичные географические объекты (здания, дороги, растительность, водные системы, городские компоненты и трубопроводы), а также транзитные элементы (люди, транспортные средства и др.). В результате это обеспечивает цифровизацию и виртуализацию всех элементов города, визуализацию всего мегаполиса в реальном времени.

В структурно-функциональном аспекте операционный механизм цифрового двойника города включает следующие этапы. Во-первых, с помощью IoT, информационного моделирования и коммуникационно-сетевой инфраструктуры в режиме реального времени собираются данные о дорожном движении, экологической обстановке и городских процессах (транспортные потоки и т.д.), что позволяет установить связь между объектами и процессами и создать соответствующую виртуальную карту. Во-вторых, на основе виртуальной карты и алгоритмов анализа больших данных выявляются и оцениваются проблемы городского развития, а также разрабатываются научные рекомендации для их решения городской администрацией. Так, в цифровом пространстве на основе данных, собранных в физическом городе, можно анализировать такие факторы, как транспортная загруженность города, параметры энергопотребления зданий, состояние подземных коммуникаций и т.д. В-третьих, с помощью дистанционного управления и интерактивного интерфейса IoT обеспечивается контроль предоставления услуг по управлению всем жизненным циклом физического города, достигается оптимизация и улучшение работы основных систем и объектов города (например, путем изменения времени работы светофоров, мониторинга объектов с высоким энергопотреблением и т.д.).

Итак, объединение 3D-модели города с динамическими данными, получаемыми с помощью датчиков и геопространственных технологий, позволяет преобразовать физическую среду в виртуальный аналог, необходимый для более полного и детализированного понимания структуры и жизнедеятельности города, эффективной эксплуатации и управления городом. Конкретным примером применения на практике данных технологий является китайский мегаполис Нанкин, в котором СИМ используется в качестве инструмента планирования и управления городскими объектами (административные здания, промышленные и торговые объекты, жилье и т.д.), транспортными потоками в режиме реального времени.

Таким образом, благодаря системам «умного города» китайские власти своевременно могут выявить риски городской жизнедеятельности, визуализировать и параметризировать их с помощью цифрового моделирования, что необходимо как для улучшения городского управления и логистики, так и для создания благоприятных условий для устойчивого социально-экономического развития конкретного города. Следует подчеркнуть, что для китайского государства создание и развитие целой сети «умных городов» является одним из приоритетов внутренней политики, эффективным инструментом для повышения качества жизни населения Китая.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Экономическое обозрение: цифровые услуги и производство процветают по всему Китаю / Агентство Синьхуа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0727/c31518-10127734.html>. – Дата доступа : 15.09.2022.
2. Министерство промышленности и информатизации КНР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.miit.gov.cn/>. – Дата доступа : 10.09.2022.
3. China Academy of Information and Communication Technology (CAICT) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.caict.ac.cn/english/>. – Дата доступа : 03.09.2022.

4. Китайская международная выставка «Умный город» / Пекинский международный выставочный и конференц-центр Etrong [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cbicf.com/> – Дата доступа : 11.09.2022.

И.М.РИМАРЕВ<sup>1</sup>, В.А.РЫБАК<sup>2</sup>

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЖИВАНИЯ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Сегодня можно часто услышать словосочетание «умный город», хотя четкого и общепринятого определения этой концепции не существует. Можно согласиться, что под этим понятием чаще всего подразумевают безопасное, экологически устойчивое место с развитой инфраструктурой (включающей в себя камеры, сенсоры и каналы связи), где наиболее вероятно устойчивое экономическое развитие при гарантированном качестве жизни. При этом достигается гармоничное переплетение циркулирующей информации, людей и каналов связи.

Замечено, что «умный город» должен проектироваться заранее, ибо попытки переделать уже существующие населенные пункты требуют больших капиталовложений и времени. Вместе с тем признанными лидерами на планете являются: Сингапур, Лондон, Шанхай и Нью-Йорк. При этом важно не только, что может предложить населению «умный город», но и как люди будут пользоваться этим. Взаимодействие инструментов инфокоммуникационных систем и пользователей – интерфейс – является показателем востребованности и залогом дальнейшего развития.

В Республике Беларусь имеются современные информационные технологии и оборудование для организации «умных городов». В рамках программы «Цифровое развитие Беларуси» одной из задач является повышение уровня комфорта и безопасности жителей с помощью smart-технологий, видеоналитики, удаленного мониторинга. Разработка и апробация цифровой платформы осуществляется в первую очередь в Орше, Барановичах, Пинске, Новополоцке, Полоцке, Мозыре, Лиде, Борисове, Солигорске, Молодечно, Бобруйске – в городах, которые имеют население более 100 тыс., но не являются областными центрами. Как правило, в первую очередь автоматизация и информатизация касается таких сфер как транспорт, платежи и расчеты, обращение граждан, энергетика. Популярным трендом последних лет является внедрение видеонаблюдения, когда каждый житель современного дома может отслеживать, что происходит на детской площадке, автостоянке или в коридорах здания.

Также актуальным является развитие концепции «Безопасный город», направленной на прогнозирование, реагирование, мониторинг и предупреждение рисков, устранение их последствий. С целью реализации данной концепции необходимым является использование новейших информационных технологий, обеспечивающих процессы поддержки принятия управлеченческих решений в режиме реального времени. К возможным угрозам относятся природные явления или процессы, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций; техногенные опасные ситуации, имеющие вредное физическое, химическое и механическое воздействия на окружающую среду; биолого-социальные ситуации, представляющие угрозу жизни и здоровью людей; экологические ситуации, такие как критические показатели атмосферного воздуха, воды и почв; ситуации, связанные с безопасностью на транспорте (терроризм, преступность, происшествия и аварии); конфликтные ситуации, приводящие к социальным взрывам, криминогенным и террористическим угрозам; эскалация экстремистской деятельности; разжигание национальных и религиозных конфликтов и др.; ситуации, связанные с киберпреступностью и информационной войной; управлеченческие (операционные) риски и ситуации, приводящие к нарушением жизнедеятельности населения.

Единая информационная цифровая среда в рамках данной концепции достигается в том числе посредством использования интеллектуальных систем видеонаблюдения на основе искусственных нейронных сетей, датчиков и эффективных технологий удаленного доступа к ним («интернет-вещей»); экономичном хранении и обработке информации в «облачной» среде; разработки в области

информационно-аналитических технологий, таких как «искусственный интеллект», «большие данные», разрешение видеокамер до 4K, 5G-технологии и др.

Исходя из вышесказанного требования к подготовке специалистов с высшим образованием в области информационных технологий значительно возрастают. Компетенции проектирования и улучшения систем «умный город» могут приобретаться в процессе обучения в магистратуре с обязательным практическим применением, в том числе в рамках практик и подготовки диссертации.

В.А.ВАШКЕВИЧ<sup>1</sup>, О.П.РЯБЫЧИНА<sup>1</sup>

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ**

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

**Цифровизация** – это повсеместное внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни: промышленность, экономику, образование, культуру, обслуживание и т. п. Она подразумевает переход компании или целой экономической отрасли на новые модели бизнес-процессов и инструменты производства, основанные на информационных технологиях [1].

Цифровое образование – это учебная и воспитательная деятельность, основанная на преимущественно цифровой форме представления информации учебного и управлеченческого характера, а также актуальных технологиях ее хранения и обработки, позволяющая существенно повысить качество образовательного процесса и управление им на всех уровнях [2].

Во всем мире учреждения образования все чаще используют цифровые технологии для обеспечения учебного процесса. Сюда можно отнести использование электронных конспектов, платформ удаленного обучения, проведение дистанционных занятий, использование электронной отчетности.

Использование электронных документов имеет ряд преимуществ:

1. Возможность беспрепятственно отредактировать документ.

2. Неограниченное тиражирование и мгновенное распространение любыми доступными способами (например, отправка по электронной почте или прямая передача на флеш-носителях).

3. Надежность хранения информации.

Однако при внедрении цифровых технологий может возникнуть ряд трудностей:

1. Материально-техническая база учреждения образования может не соответствовать требованиям внедряемого программного обеспечения. Сюда же относится малая мощность вычислительной техники.

2. Переход к цифровым технологиям требует переработки инфраструктуры учреждения образования, т.е. создания отделов для поддержки пользователей и технической поддержки.

3. Необходимость обучения преподавательского и управляющего состава учреждения образования для работы с новым программным обеспечением.

Внедрение информационных технологий в образовательный процесс так же подразумевает использование, анализ и хранение огромного количества информации.

Оперирование большими данными (Big Data) в образовании – это технология аналитики образовательной системы, включающей измерение, сбор, анализ и представление структурированных и неструктурированных данных огромных объемов об обучающихся и образовательной среде с целью понимания особенностей функционирования и развития образовательной системы [3].

Использование больших данных может значительно повлиять на учебный процесс и улучшить качество образования. Примером может стать опыт английского университета Ноттингем Трент. В 2013 году он внедрил систему аналитики и мониторинга вовлеченности студентов в образовательный процесс. Система показывала преподавателям, студентам и кураторам информацию по успеваемости, частоте посещения библиотеки, частоте посещения университета и так далее. Если студент длительное время не проявлял активность, эта информация отправлялась его кураторам, и те начинали работу со студентом. Через три года использования, результаты показали, что 72% студентов первого курса использовали эту систему мониторинга, что сподвигло их посвящать больше времени учебе [4].

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Можно заключить, что цифровизация и внедрение больших данных в учреждениях образования положительно влияет на образовательный процесс. Однако при внедрении больших данных могут возникнуть трудности. В первую очередь с финансированием, т.к. разработка и поддержка таких платформ длительное время требует больших как человеческих, так и материально-технических ресурсов.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Что такое цифровизация и в каких сферах она применяется - Национальная электронная платформа педагогического образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neppo.ru/news/chto-takoe-czifrovizacziya-i-v-kakih-sferah-ona-primenyaetsya/>. – Дата доступа : 11.09.2022.
2. Стариченко, Б. Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания / Б. Е. Стариченко. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 3. – С. 49-58. – DOI: 10.26170/ro20-03-05.
3. Утёсов В. В., Горев П. М. Развитие образовательных систем на основе технологии Big Data // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 6 (июнь). – С. 449–461. – URL: <http://e-koncept.ru/2018/181039.htm>.
4. Огурцова Е. Ю., Фадеев Р. Н. Большие данные и цифровая аналитика в университетеобразовании // Ноосферные исследования. 2021. Вып. 4. – С. 37–44.

Т.А.АВДЕЙЧИК

## **ПОДХОДЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДОЙ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Для выстраивания оптимальной структуры управления развитием городской среды необходимо четко сформулировать систему ограничений, т.е. комплекс ограничений различной природы происхождения, влияющих на качество городской среды в анализируемый момент времени и в будущем.

Одновременно система ограничений должна коррелироваться с заданной моделью городской среды с учетом ее специфики и эволюции развития, обладать требуемым потенциалом и по каждому элементу системы.

Любой методический и организационный подход требует апробации на практике, оценки ограничений по различным категориям с точки зрения основных категорий и принципов системного, проектного и процессного подходов.

Некоторые исследователи выделяют основные научные проблемы на этапе формирования и оценки системы ограничений развития городской среды:

- определение ключевых критериев классификации для формирования списка ограничений, оказывающих прямое и косвенное влияние на городскую среду;
- синтез методических подходов к качественной и количественной оценке уровня влияния отдельных элементов системы ограничений на развитие городской среды;
- разработка новых методик по оценке эффективности управления системой ограничений развития городской среды, а также определения синергетического эффекта от текущих значений параметров и элементов системы ограничений;
- описание функций и ключевых ролей органов государственной власти в формировании и оптимизации параметров системы ограничений развития городской среды;
- выбор инструментов и организационно-управленческих механизмов реализации системы ограничений развития городской среды на основе учета факторов риска внутренней и внешней среды;
- организация адаптивного мониторинга реализации системы ограничений развития городской среды;
- внедрение инновационных технологий во все процессы функционирования системы ограничений развития городской среды.

## Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения

Приведенный перечень определяет первым шагом проектирования и повышения эффективности системы ограничений для развития городской среды поиск критериев классификации для определения прямого и косвенного влияния на нее.

Основные критерии классификации ограничений развития городской среды, показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Систематизация основных критериев классификации ограничений развития городской среды

И.А.САНЬКО

## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В РЕСПУБЛИКЕ СИНГАПУР

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Начиная с 2000-х годов во многих странах мира стали успешно развиваться проекты в рамках концепции «Умный город». Вследствие того, что было реализовано большое количество технологий под маркой «Умный город», трудно сформулировать точное определение «умного города». Цель «умных городов» – делать жизнь горожан удобнее и безопаснее, а также экономить городские средства и пространство [1]. В Европарламенте считают, что «умный город» – это город, который стремится решать общественные проблемы за счет инфокоммуникационных ресурсов. Марк Дикин и Хусам Аль-Уэар предлагают список, включающий четыре фактора, которые оказывают большое влияние на определение «умного города» [2]:

1. Применение большого набора электронных и цифровых технологий в обществе и городах.
2. Использование ИКТ для трансформации жизни и рабочей среды в пределах региона.
3. Внедрение таких технологий в государственные системы.
4. Практика территориализации, которая объединяет ИКТ и людей, для того, чтобы повысить инновации и знания, которые они предлагают.

Одним из мировых лидеров в области развития умных городов был признан Сингапур. Он оказался в первой десятке «умных городов» в мире (9 место в рейтинге «Умных городов» 2020 (IESE BusinessSchool). Каждый город оценивался по 101 параметру, среди которых городское планирование, экономика, мобильность и транспорт, человеческий капитал, международные связи, сплоченность граждан, окружающая среда. 174 города из 80 стран). Также Сингапур первым в мире запустил систему беспилотных такси.

24 ноября 2014 года премьер-министром Сингапура Ли Сяньлуном был официально запущен проект SmartNation. Его задачей стало улучшение качества жизни жителей и модернизация экономики. Правительственный проект SmartNation объединяет предпринимателей, ученых, чиновников и граждан для внедрения технологий в повседневную жизнь и создания практической среды обитания для жителей города-государства. Данный проект Сингапура модифицирует транспортную и социальную системы. Теперь граждане могут получать доступ к информации о дорожном движении, полученной с камер наблюдения, узнавать в режиме онлайн о свободных парковках, проходить консультацию у врача по видеосвязи и даже получать дополнительное время на переходе дороги при помощи специальной карты.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Сингапур выделил для себя пять основных направлений программы: транспорт, снижение эффекта от перенаселенности, старение страны, медицинское обслуживание и устойчивая энергетика. Достижения:

1. Снижены транспортные нагрузки за счет развитой системы общественного мониторинга транспорта – «One Monitoring». В нее входят: датчики и видеокамеры, непрерывно отслеживающие происходящее на дороге. Они установлены на каждом километре трасс, ими оборудован каждый светофор и каждый городской автобус. Через приложение можно узнать время прибытия автобуса и количество свободных мест в нем. Большой прорыв совершен в области городского метро – его основная часть полностью автоматизирована и работает в беспилотном режиме. Автобусные остановки сами измеряют температуру и влажность воздуха и при необходимости занимаются его очисткой и охлаждением. Кроме того, они анализируют количество пассажиров. То есть если на остановке регулярно скапливается слишком много людей, то система даст сигнал о том, что нужно увеличить количество рейсов на этом маршруте. Также в городе работает программа приоритетного проезда автобусов на светофорах. Распространена система каршеринга (carsharing), так как стоимость на личный автомобиль возрастает, и к этому потребуется еще и лицензия на вождение, которая будет действительна только 10 лет.

2. Использование технологий для помощи пожилым гражданам. В домах у пожилых людей устанавливают сенсоры, которые, если перестают фиксировать движение, отправляют сиделке или родственникам текстовое сообщение. Сейчас этот сервис тестируется бесплатно. На многих переходах установлены устройства, продлевающие зеленый сигнал для пожилых и людей с ограниченной мобильностью после приложения социальной карты.

3. Медицина. Если человек не хочет постоянно записываться и ходить к врачу, можно заказать консультацию по видеосвязи. При этом доступна установка камер и датчиков, которые будут передавать информацию лечащему специалисту для контроля исполнения рекомендаций и корректировки лечения.

Разумеется, целью правительства является не только создание «умных» приложений, но и интеграция населения в них. Сингапур предусмотрел и это. На официальном сайте программы «Smart Nation» есть отдельный раздел – SCOPE (Smart Nation Co-creating with Our People Everywhere). Это платформа, которая облегчает тестирование цифровых правительственные инициатив в области развития и сбора обратной связи от граждан. Проще говоря, это группа волонтеров, так называемых послов умной нации («Smart Nation Ambassador»), людей, которые помогают другим разобраться с новыми приложениями, техникой. Их работа помогает улучшить и сделать более доступными и удобными цифровые государственные услуги для жителей города.

Исходя из вышеизложенной информации, можно сделать вывод, что есть смысл перенять, творчески переработать, обогатить своими наработками и внедрить опыт Сингапура и других лидеров в этой отрасли, учитывая национальные особенности нашего государства.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. «Умный город»: пять технологий концепции smart city [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://idomus.company/umnyj-gorod-pyat-tehnologij-kontseptsii-smart-city/>. – Дата доступа : 15.09.2022.

2. Туманова, К. С. Новые технологии публичной политики (сравнительно-сопоставительный анализ на примере Гонконга и Сингапура) / К. С. Туманова. Магистерская диссертация, 2021. – 102 с.

**И.И.ШПАК<sup>1</sup>, Я.А.ПАШКЕВИЧ<sup>1</sup>**

## **РОБОТИЗАЦИЯ КАК ПРОРЫВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Роботизация процессов – это тренд, который активно начал продвигаться в 2019 году и по-прежнему не теряет своих позиций в условиях цифровизации всех сфер человеческой деятельности. С помощью RPA (Robotic Process Automation) автоматизируют рутинные задачи, избавляются от сложностей документооборота и сокращают трудозатраты сотрудников в десятки раз [1].

Типичными областями применения RPA являются: управление персоналом, учет и финансы, контроль качества и тестирования, интеграция корпоративных приложений, сервисы ИТ,

## Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения

автоматизированные системы управления, “умные города” и целые отрасли производства, цепочки поставщиков и другие [2].

Робот представляет собой цифрового сотрудника, который выполняет работу используя пользовательский интерфейс и логику, которую прописывают программисты RPA при его разработке. Это упрощает внедрение в существующие процессы, поскольку нет необходимости существенно дорабатывать программное обеспечение, которое использует сотрудник для выполнения своей работы и прибегать к дорогостоящим услугам ИТ-компаний. Помимо снижения нагрузки на сотрудников при выполнении рутинных задач, роботизированный процесс увеличивает точность выполнения работы, поскольку действует по строго заданному алгоритму и лишен человеческого фактора. Это же является и минусом из-за отсутствия возможности внедрения RPA-технологии в творческую работу, где бизнес-логика не поддается описанию и условия постоянно меняются.

Преимуществом роботизации процессов в сравнении с классической автоматизацией, где над проектом трудятся целые команды разработчиков, является и то, что в среднем внедрение и разработка технологии RPA занимает всего один-полтора месяца (при несложных процессах) и для его ввода в эксплуатацию, требуется один аналитик, который узнает пожелание заказчика и выявляет его потребности, и программист, который их реализует в техническом плане. После тестирования роботизированного процесса, для его поддержания в работоспособном состоянии и наладки в случае несущественного изменения в логике работы, необходим всего лишь программист и пару часов его рабочего времени, что будет обходиться бизнесу дешевле, чем повторный заказ услуг [3].

Программа для разработки роботов представляет собой студию-редактор, в которой RPA-программист, перемещая и выстраивая блоки в определенной последовательности создает сценарий для выполнения роботом. Каждый из этих блоков имеет под собою программный модуль, написанный на языке высокого уровня программистами компании-поставщика RPA-услуг. Благодаря отсутствию необходимости написания кода при роботизации процессов, подготовка специалистов, которые будут заниматься обслуживанием разработанной и внедренной системы становится дешевле, а квалификационный порог входа – ниже.

Для компаний без риска банкротства и иных финансовых проблем принято считать срок окупаемости систем автоматизации следующим образом: оптимистичным сценарием считается – 1 год, реалистичным – 2 года, пессимистичным – от 3-х лет [4].

Исключительно важным требованием для всех сфер современной деятельности является информационная безопасность. Поскольку в наше время цифровой тип информации является преобладающим среди всех остальных типов, а робот взаимодействует именно с ним, то для обеспечения сохранности данных компании-разработчики RPA-технологий ввели ряд мер. Основным, является разграничение ролей и возможности внесения изменений во введенные в эксплуатацию процессы под ними. Данная технология позволяет закрыть доступ к редактированию сценария, но иметь возможность его запуска. Это особенно полезно при работе с чрезвычайно конфиденциальной информацией, где утечка может принести компании большие репутационные и финансовые потери.

Для экономии рабочего времени сотрудников компаний, авторами была создана система актуализации информации о клиентах, использующая преимущества RPA-технологии и возможности языка программирования Python. Структура системы представлена на рисунке 1.

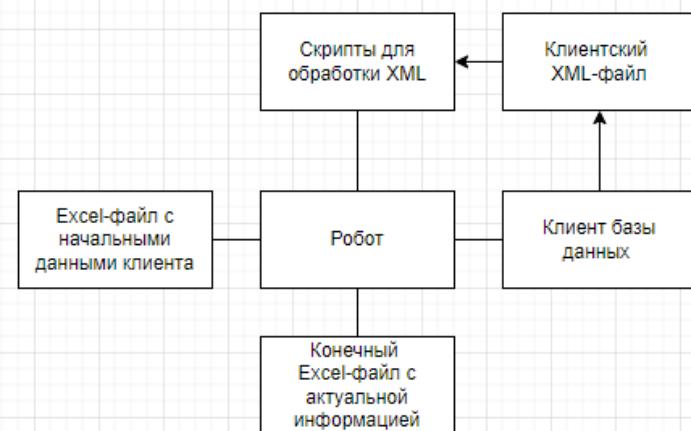


Рисунок 1 – Структурная схема системы актуализации информации о клиентах

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

В своей работе робот использует идентификационный номер клиента, информацию о котором необходимо оптимизировать. Номер и часть информации о клиенте содержится в Excel-файле, который сотрудник помещает на выделенную сетевую папку для обработки. Работа системы происходит в автоматическом режиме, путем проверки наличия необработанных файлов каждые 5 минут. Выбор подобной стратегии позволяет отключить так называемый «ручной запуск по запросу». После получения идентификационного номера клиента из первоначального Excel-файла, робот заходит в базу данных, как это бы делал сотрудник банка, используя графический интерфейс и ищет самый актуальный на момент запуска системы XML-файл, который содержит вторую часть информации необходимую для актуализации.

Python-скрипты, которые запускает робот после получения XML-файлов, позволяют существенно сократить время обработки информации одного клиента, поскольку код выполняющий переработку и структурирование информации выполняется интерпретатором гораздо быстрее, нежели сценарные конструкции самого робота. Результатом выполнения программ является созданный Excel-файл, содержащий информацию о клиенте из XML-файла, но в удобном для обработки роботом виде.

После переработки информации из файла клиента, содержащегося в базе данных, с помощью скриптов написанных на языке Python, робот актуализирует информацию из начального файла, который был помещен сотрудником для обработки, и дополняет ее, в случае необходимости такого дополнения, информацией из XML-файла по определенным критериям.

Заключительным этапом работы системы является запись полученного массива актуализированных данных в привычный для сотрудников Excel-формат, внесение даты выполнения актуализации информации и сохранения файла на сетевой папке, откуда сотрудник может переместить его к себе на компьютер и использовать в своей дальнейшей работе.

Данная система позволяет оптимизировать рабочее время сотрудников, избавляя их от рутинных и монотонных действий; уменьшает ошибки и осуществляет полный контроль за обработкой данных.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Роботизация процессов: что это, для чего и кому необходима [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.directum.ru/blog-post/2829>. – Дата доступа : 04.09.2022.
2. Современные системы автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/avtomatizaciya-sistem-upravleniya/>. – Дата доступа : 04.09.2022.
3. Реинжиниринг бизнеса. Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект. / Джон Будро, Равин Джесутан. – 2019 г. – 278 с.
4. Индустрия 4.0. От прорывной бизнес-модели к автоматизации бизнес-процессов / Август-Вильгельм Шеер. – 2022 г. – 265 с.

**Я.А.ПАШКЕВИЧ**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ О КЛИЕНТЕ, СОЗДАННАЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ RPA**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

С помощью технологии RPA (Robotic Process Automation) компании автоматизируют выполнение рутинных повторяющихся задач. Это может быть перенос данных из одной системы в другую, выставление счетов, извлечение текста из документов и многое другое. При использовании RPA подобные задачи берут на себя программные роботы — приложения, обученные имитировать действия человека [1].

По разным оценкам глобальный рынок RPA-систем будет расти в среднем на 30-50% в год. По мнению экспертов, Gartner, к 2022 г. RPA-проекты стартуют в 90% крупных компаний мира, поскольку в корпоративном менталитете уже утвердилась мысль об RPA как средстве повышения производительности и эффективности рабочих процессов за счет существенного сокращения объема рутинной ручной работы. При этом серьезным аргументом за внедрение RPA является отсутствие у этих инструментов отраслевой специфики. Роботы имитируют человеческие действия в работе с ПК, а значит, все отрасли, где за компьютером работает человек, вполне подходят для цифровых сотрудников [2].

В связи с преимуществами, которые предоставляет технология RPA при выполнении монотонной и повторяющейся работы, на основе данной технологии была спроектирована автоматизированная система актуализации информации о клиентах для снижения нагрузки на сотрудников и оптимизацию их ресурса времени [3]. Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

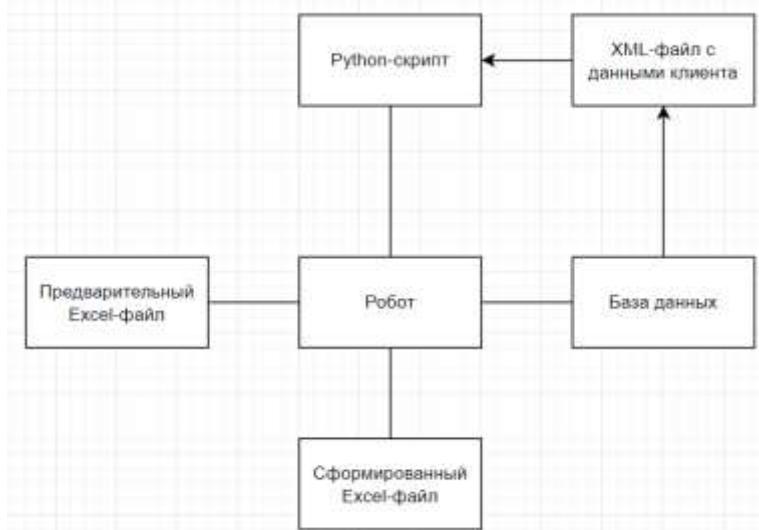


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной системы по актуализации информации о клиенте

Данная система работает полностью в автоматическом режиме и запускается при обнаружении роботом нового файла, содержащего часть информации о клиенте и который раньше не подвергался обработке системой.

Получив часть информации и уникальный идентификационный номер клиента, робот начинает проводить поиск по внутренней базе данных компании, как это бы делал вручную обычный человек – сотрудник компании, используя пользовательский интерфейс программы. Зачастую, данные о клиентах в компаниях хранятся, используя специализированный язык разметки XML, так как он позволяет читать сформированный таким образом документ, используя обычный браузер сотрудника [4].

Поскольку информация может быть конфиденциальной и не должна распространяться за пределами компании, робот должен наделяться специальными правами доступа. Благодаря этому система безопасности сможет распознавать его не как вредоносное ПО, а также дать ему лишь необходимый минимум прав для выполнения определенной работы.

XML-файл с данными клиента представляет собой удобный формат для хранения структурированной информации о клиенте в одном файле. Содержащиеся внутри сведения проходят переработку роботом.

RPA-системы должны состоять из сценариев, написанных на специальном языке. Поскольку сами сценарии состоят из заранее заданных блоков-команд, в некоторых случаях скорость выполнения может уменьшаться. Для ее повышения применяют языки программирования, которые работают значительно быстрее, поскольку выполняются интерпретаторами или компиляторами, действующими на иных уровнях абстракции.

Python-скрипты выполняют подготовку данных из XML-файла перед их загрузкой в робота для непосредственной актуализации информации. Данный ход позволяет повысить скорость обработки информации о клиенте и сократить время сложных вычислений, которые занимают ресурсы компьютера. Выбор в пользу использования языка Python в проекте произошел из-за наличия достаточной документации, а также наличию дополнительных библиотек для работы с массивами данных и технологией XML [5]. После их отработки в папке появляется Excel-файл с очищенными данными, который робот будет загружать к себе в память для выполнения следующего шага сценария.

Этап актуализации происходит по определенным критериям, основным из которых является времененная составляющая занесения записей и их различия. Если запись была сделана позже, однако определенные поля и названия совпадают – робот заменит ее на запись, у которой дата более близка к моменту запуска системы. Если такой записи совсем нет, то внесет ее. Информация для сравнения и

дополнения берется из предварительного файла, который сотрудник помещает в папку для обработки и очищенных данных с помощью Python-скриптов из XML-файла этого клиента, который нашел робот по внутренней базе данных компании.

Конечным продуктом работы системы является Excel-файл клиента, который содержит в себе полную и актуализированную информацию, которую сотрудники могут использовать в своей дальнейшей работе.

Скорость и точность в сравнении с ручной обработкой значительно выше, а возможность использования данной разработки круглосуточно позволяет сделать вывод об эффективности применения средств роботизации процессов в бизнесе и государственных учреждениях [6]. При внедрении данной системы и ее наладке требуется меньшее количество людей, по сравнению с классической автоматизацией, где программные комплексы разрабатываются целыми *it*-отделами, а сроки запуска могут составлять четыре и более месяцев. Технология RPA представляет собой выгодное и перспективное направление развития, поскольку дает возможность не содержать большого количества сотрудников для выполнения ряда определенных задач, а передать это в руки цифрового сотрудника, который может работать без выходных, отдыха, но сохраняя при этом точность и скорость в работе.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Что такое RPA [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://electroneek.com/ru/rpa/what-is-rpa/#what-is-rpa>. – Дата доступа : 04.09.2022.
2. Роботизированная автоматизация процессов Robotic Process Automation RPA [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RPA\\_\(Robotic\\_process\\_automation,\\_Роботизированная\\_автоматизация\\_процессов\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RPA_(Robotic_process_automation,_Роботизированная_автоматизация_процессов)). – Дата доступа : 04.09.2022.
3. Пашкевич, Я. А. Автоматизированная система актуализации кредитной заявки клиента. 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Направление 8 : «Информационные системы и технологии». – Минск: БГУИР, апрель 2022 года – С. 51–52.
4. Теоретический минимум по Big Data. Все, что нужно знать о больших данных / Су Кеннет, Йн Анналин. – 2018 г. – 208 с.
5. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение / Дж. Вандер Плас – 2019. – 576 с.
6. Современные системы автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/avtomatizaciya-sistem-upravleniya/>. – Дата доступа : 04.09.2022.

Ю.А.СКУДНЯКОВ<sup>1</sup>, Н.А.ТЫМАНОВИЧ<sup>1</sup>

#### **МОДЕЛИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ И ПРОЦЕССАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ СВЯЗИ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Целью работы является разработка структурно-функциональной и математических моделей микроконтроллерной системы (МКС) для осуществления мониторинга и управления объектами и процессами различного назначения с использованием средств связи.

Схема, иллюстрирующая реализацию мониторинга и управления объектом или процессом, показана на рисунке 1.

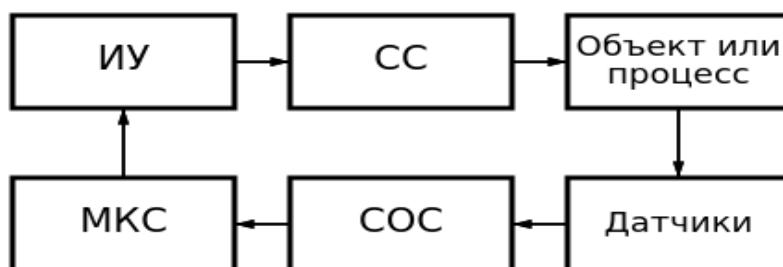


Рисунок 1 – Схема реализации мониторинга и управления объектом или процессом

На рисунке 1 обозначены: 1) ИУ – исполнительные устройства, корректирующие текущее состояние объекта или процесса в случае его отклонения от заданного; 2) СС – средства связи с контролируемым и управляемым объектом или процессом; 3) СОС – средства обратной связи, получаемые данные от датчиков о текущем состоянии объекта или процесса и передающие их на МКС для коррекции контролируемого состояния в случае его отклонения от заданного. Основным модулем МКС является микроконтроллер (МК), подробное описание которого приведено в [1].

От датчиков с использованием СОС на МКС поступает множество информационных сигналов  $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_{k-1}, y_k\}$ ,  $|Y| = k$ , а, в свою очередь, МК обрабатывает  $Y$  и на выходе формирует множество управляющих сигналов  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{k-1}, u_k\}$ ,  $|U| = k$ , поступающих через ИУ и СС на контролируемый и управляемый объект или процесс, состояние которого измеряется датчиками.

Ядром МКС является компьютер, обрабатывающий и хранящий данные, необходимые для функционирования МК, ИУ, СС и системы в целом. Поскольку от датчиков, кроме цифровых сигналов, могут поступать аналоговые, то на входе компьютера необходимо наличие аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Выходной сигнал компьютера имеет цифровую форму и, следовательно, в случае формирования аналогового сигнала необходимо использовать цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Все реальные технические средства по своей природе являются нелинейными и, следовательно, МКС в совокупности с другими техническими модулями можно рассматривать как нелинейную цифровую систему управления (НЦСУ).

Работоспособность НЦСУ в значительной степени зависит от стабильной и надежной работы компьютера и других технических средств. Основным критерием работоспособности НЦСУ является достижение ее абсолютной устойчивости, суть которой заключается в том, что все траектории корней, полученных при решении алгебраических уравнений, описывающих динамику системы, должны находиться внутри окружности единичного радиуса комплексной плоскости  $z = \delta^* + j\omega^*$ .

НЦСУ состоит из нелинейного элемента (НЕ) с характеристикой  $\varphi(\sigma)$ , линейной цифровой части (ЛЦЧ), представляющей собой совокупность цифрового элемента с периодом переключения  $T$  и приведенной непрерывной линейной части (ПНЛЧ), состоящей из экстраполирующего устройства (ЭУ) и непрерывной части. Передаточная функция ПНЛЧ, как правило, задается от переменной  $p = \delta + j\omega$  и представляет собой трансцендентную функцию, что вызывает большие трудности при оперировании с такой функцией и дальнейшем исследовании. Поэтому необходим переход от трансцендентной функции к рациональной. Для достижения этой цели применим  $z$  – преобразование. Это объясняется тем, что  $z$  – преобразование, являющееся преобразованием для цифрового сигнала с присущей ему компактностью и обозримостью выкладок, есть рациональная функция от комплексного переменного  $z = \delta^* + j\omega^*$  и, как следствие из этого, – построение корневых портретов цифровых систем можно осуществлять с помощью тех же правил, которые справедливы для построения корневых траекторий непрерывных систем.

В общем виде  $z$  – преобразование для передаточной функции ЛЦЧ системы имеет вид:

$$D(z) = \sum \text{вычеты } G(p) * \frac{1}{1 - e^{pT} z^{-1}},$$

полюсы  $G(p)$

где  $G(p) = \psi_m(p) / \Phi_n(p)$ ;  $p = \delta + j\omega$ ;  $\psi_m(p)$ ,  $\Phi_n(p)$  – полиномы целочисленных степеней  $m$  и  $n$  соответственно,  $D(z)$  –  $z$ -преобразование для  $G(p)$ , где  $z = e^{(\delta + j\omega)T}$ .

Для случая, когда  $\Phi_n(p)$  имеет простые корни, приведенное выше выражение для  $D(z)$  запишем следующим образом:

$$D(z) = \left[ \sum_{n=1}^N \frac{\psi_m(p_n)}{\Phi_n(p_n)} \cdot \frac{1}{1 - e^{-T(p-p_n)}} \right] \text{при } z = e^{pT},$$

где  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_N$  – простые корни  $\Phi_n(p_n)$ ,  $\Phi_n(p_n) = d\Phi(p)/dp$ ,  $p_n = p_n$ .

Из двух вышеприведенных формул видно, что функция  $D(z)$  только переменного  $z = \delta^* + j\omega^* = e^{pT}$ , где  $T$  – период дискретности.

Поскольку  $D(z)$  – функция только переменного  $z = \delta^* + j\omega^* = e^{pT}$ , то вся окружность единичного радиуса, лежащая в плоскости  $z$ , является конформным отображением частотного годографа  $D(z)$  плоскости  $D$  на плоскость  $z$  при  $z = e^{j\omega T}$ . Следовательно, рассматриваемая система будет работоспособной при условии нахождения всех корневых траекторий внутри окружности единичного радиуса плоскости  $z$ . Следует отметить, что компьютер, как основной модуль МКС, обладает передаточной функцией как отношение двух полиномов:

$$D(z) = \frac{a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_n}{b_0 z^m + b_1 z^{m-1} + \dots + b_m}.$$

В линейном случае работоспособность компьютера можно определить путем решения характеристического уравнения, получаемого приравниванием полинома в знаменателе нулю. Если корни данного уравнения лежат строго внутри окружности единичного радиуса плоскости  $z$ , то в этом случае компьютер должен быть в работоспособном состоянии при его функционировании в реальных условиях, с учетом, что  $n < m$ . Для автоматизации расчета работоспособности НЦСУ разработано программное средство на основе использования приведенных выше математических моделей, а для функционирования МКС предложен следующий обобщенный алгоритм: 1) сначала осуществляется настройка МКС; 2) производится ввод данных с датчиков; 3) осуществляется обработка данных компьютером; 4) проверяется: все ли данные обработаны?, если нет, то переход к пункту 2), если да – к пункту 5); 5) формируется множество управляющих сигналов на ИУ; 6) с выходов ИУ производится подача сформированных сигналов на контролируемый и управляемый объект или процесс. Программно алгоритм реализован на языке Rust [2]. Итак, в процессе проведенного исследования: 1) разработана схема реализации мониторинга и управления объектом или процессом; 2) проведен анализ работоспособности НЦСУ на основе предложенных математических моделей и спроектировано программное средство расчета показателей качества системы; 3) предложен алгоритм функционирования МКС, программно реализованный на языке Rust.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иоффе, В. Г. Структурная организация однокристальных микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Иоффе. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 206 с.
2. Клабник, С. Программирование на Rust / С. Клабник, К. Николс. – Питер : ЛитРес, 2021. – 592 с.

Н.А.ТЫМАНОВИЧ<sup>1</sup>, Ю.А.СКУДНЯКОВ<sup>1</sup>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BLUETOOTH LOW ENERGY ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время актуальной проблемой является обеспечение эффективного взаимодействия микропроцессорных систем для передачи и обработки данных с помощью современных средств связи. Пользовательский опыт испытывает большие издержки при организации взаимодействия систем посредством проводных интерфейсов и интерфейсов, имеющих проблемы в организации «горячих» подключений и прочих опций.

Однако, начинают появляться стандарты беспроводной связи, позволяющие решать проблемы, возникающие при создании соответствующих связей во встраиваемых современных микропроцессорных системах.

В данной работе для проектирования сложных информационно-вычислительных систем предлагается использовать достаточно развитую технологию – Bluetooth Low Energy (BLE), включающая составляющую Bluetooth 5, позволяющую вывести BLE на новый уровень с расширением возможностей совершенствования и практического применения существующих технологий [1].

GATT – это аббревиатура от Generic ATTtribute Profile, определяет способ, которым два устройства Bluetooth с низким энергопотреблением передают данные туда и обратно, используя концепции, называемые сервисами и характеристиками. При этом используется общий протокол данных, называемый протоколом атрибутов (ATT), который применяется для хранения сервисов, характеристик и связанных данных в простой таблице поиска с использованием 16-битных идентификаторов для каждой записи в таблице. GATT вступает в силу после того, как между двумя устройствами установлено выделенное соединение, указывающее на уже прошедший рекламный процесс. Самое важное, что нужно помнить о GATT и связях, это то, что связи являются эксклюзивными.

Это означает, что периферийное устройство BLE может быть одновременно подключено только к одному центральному устройству (мобильному телефону и т. д.)! Как только периферийное устройство подключается к центральному устройству, оно перестает рекламировать себя, и другие устройства больше не смогут его видеть или подключаться к нему, пока существующее соединение не будет разомкнуто. Установление соединения также является единственным способом обеспечения двусторонней связи, когда центральное устройство может отправлять значимые данные на периферийное устройство и наоборот.

Рекламные расширения вводятся для уменьшения загруженности рекламных каналов и потенциальной перегрузки каналов. Увеличенная длина пакета и новый уровень PHY (Physical Layer) повышают продолжительность времени, в течение которого каждый пакет занимает канал. Поскольку существует только 3 рекламных канала, эти каналы вскоре могут быть перегружены рекламными пакетами с большим объемом полезных данных при более низких скоростях передачи в эфире, таких как 125 кбит/с.

Рекламные расширения смягчают эту потенциальную проблему, размещая рекламу на 3-х рекламных каналах, как и раньше, но данные, которые должны быть отправлены, находятся на согласованном нерекламном канале, канале данных.

Сервисы и характеристики транзакций GATT в BLE основаны на высокоуровневых вложенных объектах, называемых профилями, услугами и характеристиками, представленными на рисунке 1.

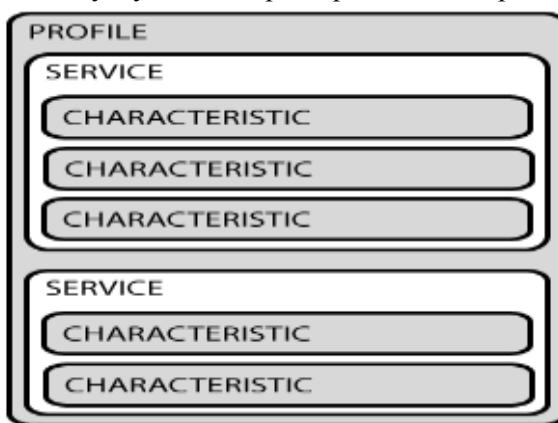


Рисунок 1 – Иллюстрация иерархии профилей, сервисов и характеристик

Профиль реально не существует на самом периферийном устройстве BLE, это просто заранее определенный набор сервисов, который был скомпилирован Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group) или разработчиками периферийных устройств. Например, профиль сердечного ритма объединяет его сервис и информационный сервис устройства. Сервисы используются для разбиения данных на логические объекты и содержат определенные фрагменты данных, называемые характеристиками. Сервис может иметь одну или несколько характеристик, и каждый сервис отличается от других сервисов с помощью уникального числового идентификатора, называемого UUID (Universal Unique Identifier), который может быть либо 16-битным (для официально принятых сервисов BLE), либо 128-битным (для пользовательских сервисов). Если, например, изучить сервис сердечного ритма, можно увидеть, что этот стоковый сервис имеет 16-битный UUID 0x180D и содержит до 3-х характеристик: измерение сердечного ритма, датчик расположения тела и контрольная точка сердечного ритма. Характеристикой концепции самого низкого уровня в транзакциях GATT является характеристика, которая инкапсулирует одну точку данных (хотя она может содержать массив связанных данных, таких как значения X/Y/Z от 3-х осевого акселерометра и т. д.). Как и в случае с сервисами, каждая характеристика отличается предопределенным 16-битным или 128-битным UUID, и в этом случае можно свободно использовать стандартные характеристики, определенные Bluetooth SIG (что обеспечивает совместимость между аппаратной и программной реализации с поддержкой BLE), или определить свои собственные характеристики, понятные только вашему периферийному устройству и программному обеспечению. Например, характеристика измерения сердечного ритма является обязательной для службы сердечного ритма и использует UUID 0x2A37. Он начинается с одного 8-битного значения, описывающего формат данных а затем продолжает включать данные измерения частоты сердечных сокращений, которые соответствуют этому конфигурационному байту.

Характеристики – это основной элемент, с которым предстоит взаимодействовать центральным и периферийным устройствами BLE, поэтому важно понимать данную концепцию. Они также используются для отправки данных обратно на периферийное устройство BLE, поскольку также существует возможность записи характеристики. Например, можно реализовать простой интерфейс типа UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) с настраиваемым «сервисом UART» и двумя характеристиками, одной для вывода TX и одной для вывода RX, где одна характеристика может быть настроена только для чтения, а другая будет иметь привилегии записи.

В результате проведенного исследования предложен подход организации взаимодействия программно-аппаратных средств посредством беспроводной среды связи для передачи и обработки данных с использованием технологии BLE.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калачев, А. В. Основы работы с технологией Bluetooth Low Energy / А. В. Калачев, М. В. Лапин, М. Е. Пелихов. – Питер : Изд-во Лань, 2020. – 224 с.

Н.А.ТЫМАНОВИЧ<sup>1</sup>, Ю.А.СКУДНЯКОВ<sup>1</sup>

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОМПОНОВЩИКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ BARE METAL ПРОЕКТОВ

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Создание скрипта компоновщика – неотъемлемый процесс при разработке экосистемы для новых микропроцессоров [1,2]. Без него не будет возможности выполнения исполняемой прошивки, так как для каждого микроконтроллера необходимо, в зависимости от архитектуры, предпочтений производителя и т.п., особая подготовка конечного бинарного файла в соответствующую форму.

Процесс компиляции под bare metal (процессоры без установленной OS), в общем, справедлив и для x86/amd64 процессора, за исключением некоторых особенностей: скомпилированная программа выполняется не на том же устройстве, на котором она компилируется, появляются дополнительные опции для указания модели памяти и таблицы векторов прерываний.

По этой причине, несмотря на то, что компоновщик является частью компилятора, его стоит отдельно рассматривать в контексте, зависящем от таких факторов, как, например, наличие/отсутствие OS, архитектуры, программной модели и т.п.. В большинстве случаев компилятор может сам получить всю необходимую информацию для подготовки конечного исполняемого объекта, но иногда, все же, приходится вмешиваться в процесс его работы. Хотя принято считать стартовой точкой программы функцию main(), но это, на самом деле, не совсем корректно. До вызова «главной функции» происходит довольно большое количество операций. Когда запускается сборка проекта, каждый модуль собирается в объектный файл. По большей части он состоит из машинного кода под заданную архитектуру, но он не является «автономным», т.е. вы не сможете его запустить. Компилятор помещает туда дополнительную информацию: ссылки на функции и переменные, определенные вне модуля в виде таблицы.

На рисунке 1 представлена схема этапов, начиная от проектирования программного обеспечения и заканчивая вызовом main функции.

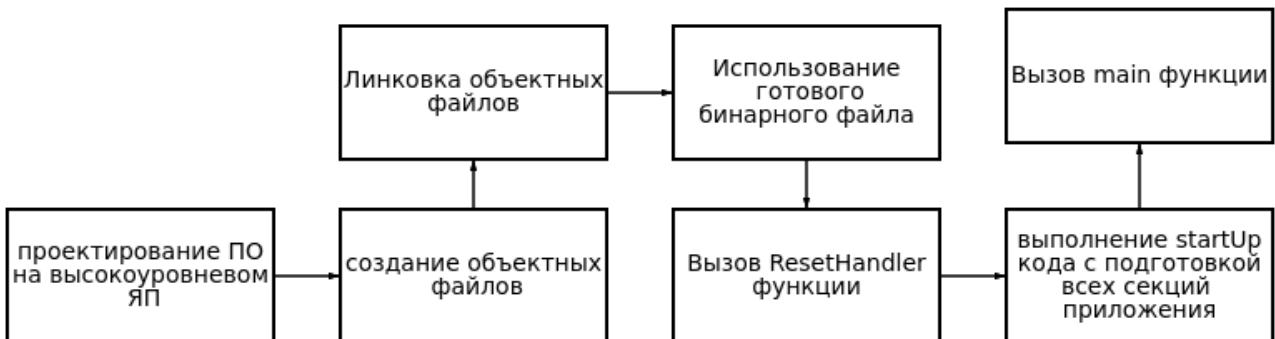


Рисунок 1 – Этапы разработки и подготовки устройства до вызова основной функции программы

Рассмотрим пример с модификатором `extern`. Допустим, реализуется функция задержки, которая зависит от переменной, хранящей количество миллисекунд, прошедших с момента запуска устройства:

```
// utils.c
volatile uint32_t current_time_ms = 0;

void delay(uint32_t ms)
{
    uint32_t start_time_ms = current_time_ms;
    while( (current_time_ms - start_time_ms) < ms );
}
```

Пока разница текущего времени и времени вызова функции не будет равна или больше переданного в функцию значения `ms`, цикл `while` будет сравнивать значения. Переменная `current_time_ms`, должна увеличиваться каждой миллисекундой на 1. Допустим, это реализуется через прерывание таймера:

```
void SysTick_Handler(void) {
    current_time_ms = current_time_ms + 1;
}
```

Все прерывания, для удобства складываются в один файл, в котором никакой `current_time_ms` не существует. Если попробовать скомпилировать модуль с обработчиками прерываний, в котором располагается функция обработки таймера, то компилятор выдаст ошибку, в то время как `utils.c` скомпилируется нормально и даже будет «работать». Просто `current_time_ms` не будет обновляться, а стало быть, неизменяющееся значение может подвергнуться оптимизации: `extern uint32_t current_time_ms.`

Данной строчкой сообщается компилятору примерно следующее: у данной переменной тип `uint32_t`, пока неизвестно место определения переменной, поэтому следует оставить на ее место определенную метку, компоновщик впоследствии подсоединит метки к нужным переменным. После того, как все модули успешно откомпилированы, начинает работу компоновщик, задача которого собрать все файлы в один и решить все внешние зависимости. В случае, если у него этого сделать не получается – возникает ошибка компиляции на этапе линковки. Например, если не будет написан модификатор `extern`, компоновщик при попытке спаять два модуля обнаружит, что имеется два экземпляра переменной (или это может быть функция) с одинаковым названием – чего быть не должно.

Каждый объектный файл состоит из одной или нескольких секций, в которых хранится либо код, либо данные. Для GCC программный код складывается в секцию `.text`, проинициализированные глобальные переменные с их значениями складываются в секцию `.data`, обнуленные – в секцию `.bss`. Выходной файл компоновщика – это такой же объектный файл, с точно таким же форматом хранения кода и данных. Другими словами, компоновщик группирует код и данные по секциям, пытаясь разрешить внешние связи. Такой файл, однако, не может быть исполнен на целевой платформе. Проблема в том, что в нем нет информации об адресах, где данные и код должны храниться. Следующим в игру вступает локатор. Любая программа, на любом языке, имеет некоторые требования к среде. Для Java это виртуальная машина, для Python интерпретатор, а для C наличие памяти для стека. (грубое упрощение). Место под стек, должно быть выделено до начала выполнения программы и этим занимается `startup`-файл. Он же выполняет и другие задачи, например производит определенные действия с прерываниями, перемещает нужные данные в оперативную память, и только после этого вызывает функцию `main` (в прочем функция может называться по-другому). В некоторых компиляторах предусмотрена отдельная утилита, которая занимается локацией адресов, т.е. сопоставлению физических адресов в памяти целевой платформы соответствующим секциям. В GCC она является частью компоновщика. Информация, необходимая для данной процедуры, хранится в специальном файле – в скрипте компоновщика. При работе с интегрированной средой разработки данный файл генерируется автоматически, исходя из указанных параметров микроконтроллера. В некоторых случаях бывает полезно изменить его, чтобы добиться желаемого результата: например поместить программный код в оперативную память для его выполнения.

Таким образом, были рассмотрены основные аспекты проектирования скриптов компоновщика, предоставляющие широкий спектр возможностей по манипуляции с бинарным представлением прошивки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Создание скриптов компоновщика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tunedit.ru/web/myaut/home/-/blogs/25692/>. – Дата доступа : 17.09.2022.

2. Руководство новичка по эксплуатации компоновщика [Электронный ресурс].– Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/150327/>. – Дата доступа : 17.09.2022.

А.О.ДУБЧЁНОК<sup>1</sup>, А.Г.СИНКЕВИЧ<sup>1</sup>, Н.В.ЕРОШЕВИЧ<sup>1</sup>

### РЕАЛИЗАЦИЯ М2М-СОЕДИНЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИЙ LPWAN

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

Неотъемлемой частью в реализации концепции Интернет вещей является интенсивное использование M2M-соединений (англ. Machine-to-Machine), которые позволяют различным техническим устройствам обмениваться информацией друг с другом, или же передавать данные в одностороннем порядке. Анализ приведенных данных в [1] позволяет констатировать практически линейную зависимость увеличения подключаемых устройств за период с 2020 до 2022 года, а также тенденцию увеличения таких подключений к 2023 году, что демонстрируется на рисунке 1. При этом, в каждом случае, сеть Интернет представляется основной средой для передачи соответствующих данных, а реализация M2M-соединения является главным вопросом реализации доступа к сети различным техническим устройствам.

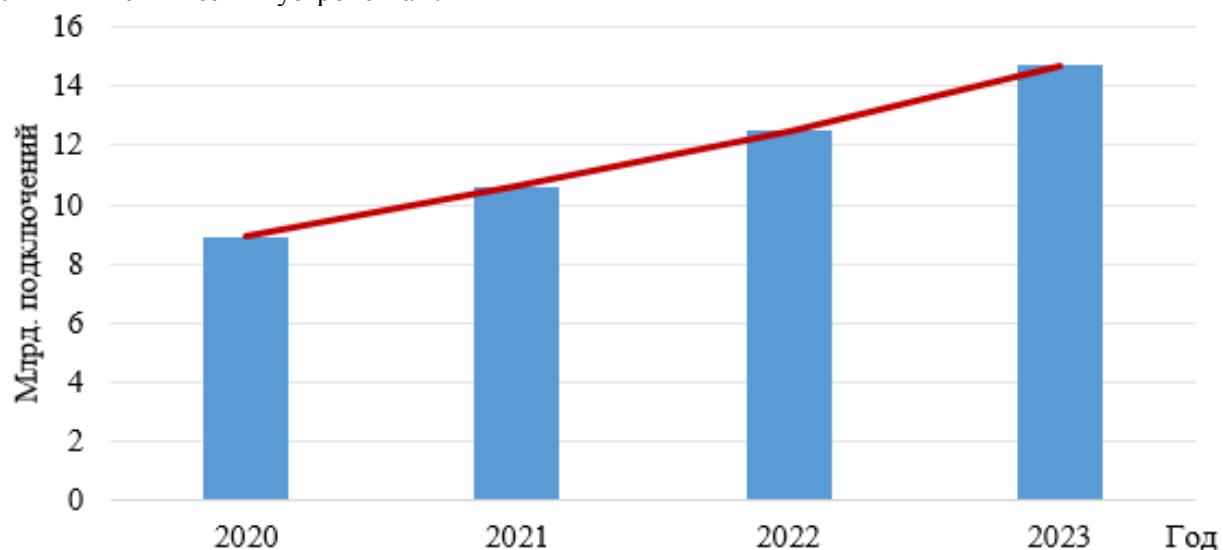


Рисунок 1 – Мировой рост числа M2M-соединений

Стабильный рост использования M2M-соединений наблюдается в различных сферах народно-хозяйственного сектора за счет использования беспроводных технологий, которые позволяют обеспечить взаимодействие не только с мобильными техническими объектами, а также свести к минимуму человеческие ресурсы.

В реализации системы M2M выделяют периферийные узлы, коммуникационное оборудование и программное обеспечение. К периферийным узлам относятся разного рода датчики, которые определяют необходимые клиенту параметры. Когда необходимая информация с датчиков получена, она преобразуется в цифровые сигналы и передается по сети, а передачу сигналов обеспечивает коммуникационное оборудование. Для передачи данных в настоящее время в качестве среды преимущественно используется GSM-сеть, которая является развитой инфраструктурой практически во всех регионах.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

В настоящее время альтернативным решением GSM-сети в реализации M2M-соединения для построения сетей радиодоступа M2M и Интернета вещей предлагаются технологии LPWAN с нелицензируемым и лицензируемым использованием спектра.

Под термином LPWAN (англ. Low-power Wide-area Network) следует понимать несколько технологий, благодаря которым происходит соединение датчиков и контроллеров с сетью Интернет без использования сетевых технологий фиксированной беспроводной и сотовой связи.

LPWAN технологии ориентированы на потребности M2M-устройств и разрабатываются для передачи на дальние расстояния телеметрических данных с приборов учета, датчиков и других устройств [2].

Технические требования к технологиям LPWAN определяются исходя из следующих требований: как правило, устройства Интернет вещей являются простыми сенсорами с низким уровнем генерируемого трафика; требуемая дальность связи при прямой видимости составляет от нескольких до десятков километров; передаваемый объем данных лежит в пределах от 10 до 50 бит многократно в течение суток; основной трафик данных передается в линии вверх (от технического устройства/датчика к базовой станции/радиошлюзу).

Коммерческие и технические преимущества LPWAN позволяют использовать их уже сегодня для создания локальных и территориальных телематических сетей.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Современное состояние M2M. [Электронный ресурс]. – URL. <https://habr.com/ru/post/243101/> (дата обращения 14.09.2022).
2. Сети LPWAN: история и перспективы. [Электронный ресурс]. – URL. <https://iot.ru/promyshlennost/seti-lpwlan-istoriya-i-perspektivy> (дата обращения 18.09.2022).

М.А.АСАЁНОК

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЛОХОЙ ВИДИМОСТИ**

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В последние несколько лет видеоаналитика, также известная как *анализ видеоконтента* или *интеллектуальная видеоаналитика*, вызывает **все больший интерес** во всех отраслях мира. Благодаря популяризации глубокого обучения видеоаналитика ввела **автоматизацию задач**, которые когда-то были исключительной прерогативой людей.

Основная цель видеоаналитики заключается в **автоматическом распознавании временных и пространственных событий в видео**. Подозрительно передвигающийся человек, несоблюдение дорожных знаков, внезапное появление пламени и дыма – это всего лишь несколько примеров того, что может обнаружить видеоаналитика [1].

В настоящее время существует несколько видов видеоаналитики, используемых в системах видеонаблюдения. Зависят они от места размещения модуля аналитики и бывают пяти типов [2]:

- видеоаналитика, встраиваемая в камеры наблюдения;
- видеоаналитика в видеорегистраторах;
- видеоаналитика на сервере;
- смешанная видеоаналитика;
- облачная видеоаналитика.

Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки при эксплуатации системы видеонаблюдения. В связи с достаточно широким разнообразием реализации видеоаналитики, конкретный ее вид необходимо выбирать исходя из конкретного объекта, условий эксплуатации и решения необходимых задач заказчика с помощью интеллектуальных возможностей [3].

Видеоаналитика оказалась огромным подспорьем в сфере транспорта, способствуя развитию умных городов.

Увеличение трафика, особенно в городских районах, может привести к увеличению числа аварий и пробок, если не будут приняты соответствующие меры по управлению дорожным движением. Интеллектуальные решения для анализа видео могут сыграть ключевую роль в этом сценарии.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Анализ трафика можно использовать для динамической настройки систем управления светофорами и для мониторинга пробок. Это также может быть полезно для обнаружения опасных ситуаций в режиме реального времени, например, когда автомобиль остановился в недопустимом месте на шоссе, кто-то едет в неправильном направлении, автомобиль движется хаотично или побывал в аварии. В случае аварии эти системы помогают собирать доказательства в случае судебного разбирательства.

Еще одним примером применения видеоаналитики является обнаружение неправомерного поведения пешеходов на уличных дорогах и обработка больших объемов данных. Этот проект предоставляет соответствующую статистику, чтобы иметь возможность предпринимать действия в областях, где неправомерное поведение было в изобилии, создавая проблемы с трафиком.

Подсчет транспортных средств или дифференциация легковых и грузовых автомобилей, автобусов, такси и т. д. позволяет получать важные статистические данные, которые используются для получения информации о дорожном движении. Установка камер контроля скорости позволяет осуществлять точный контроль водителей в массовом порядке. Автоматическое распознавание номерных знаков идентифицирует автомобили, совершившие правонарушение, или, благодаря поиску в режиме реального времени, обнаруживает транспортное средство, которое было украдено или использовано в преступных целях.

Вместо того, чтобы использовать датчики на каждом парковочном месте, интеллектуальная система парковки на основе видеоаналитики помогает водителям найти свободное место, анализируя изображения с камер видеонаблюдения.

Вопросы наблюдения открытых территорий в условиях плохой видимости в сложных метеоусловиях или под водой в настоящее время приобретают все большую актуальность. Существует множество готовых решений в области видеоаналитики, от классических систем безопасности до более сложных сценариев, таких как приложения для умного дома или здравоохранения [4]. Поэтому целью исследования является выбор оптимальной системы видеонаблюдения с использованием видеоаналитики в реальных условиях ее эксплуатации.

Совершенствование алгоритмов видеоанализа на основе видеозображений высокой четкости значительно повысит безопасность движения транспорта и снизит вероятность аварий.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

8. Забашта, А. Ю. Функции видеоаналитики, анализ архитектур систем видеоаналитики. / А. Ю. Забашта, С. А. Скорикова // Ростовский научный журнал. – 2017. № 7. – С. 194-200.
9. Видеоаналитика. Техпортал. [Электронный ресурс]. – URL. <https://techportal.ru/security/video-analytics/>(дата обращения 15.09.2022).
- 10.Шачнев, Е. А. Встроенная и серверная видеоаналитика: особенности, преимущества и недостатки / Е. А. Шачнев, С. В. Синегубова, С. Ю. Кобзистый // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, – 2021. – С. 148-151.
- 11.Рыжова, В. А. Интеллектуальные системы видеонаблюдения / В. А. Рыжова, С. Н. Ярышев, В. В. Коротаев // уч. пособие. Университет ИТМО. Санкт-Петербург. – 2021 г. – С. 110

В.В.БОЖЕНКОВ<sup>1</sup>, Н.С.СОБЧУК<sup>2</sup>

## **УСТРОЙСТВО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДЛЯ УМНОГО ДОМА**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Устройства домашней автоматизации – это устройства, которые помогают сэкономить временные ресурсы на управление элементами дома, а также сообщают информацию о том, с чем мы имеем дело каждый день: время, температура, влажность. И чем больше элементов, тем нужнее будет использовать данные устройства в вашей квартире или загородном доме. В настоящее время существуют достаточно много разновидностей узко специализированных устройств. [1].

Все функции, которые могут быть востребованы для домашней автоматизации не могут быть реализованы в одном устройстве. На данный момент времени острая необходимость существует в

## Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения

решении наиболее актуальных задач умного дома: управлении освещением и температурным режимом.

Схема устройства многофункционального для умного дома показана на рис.1.

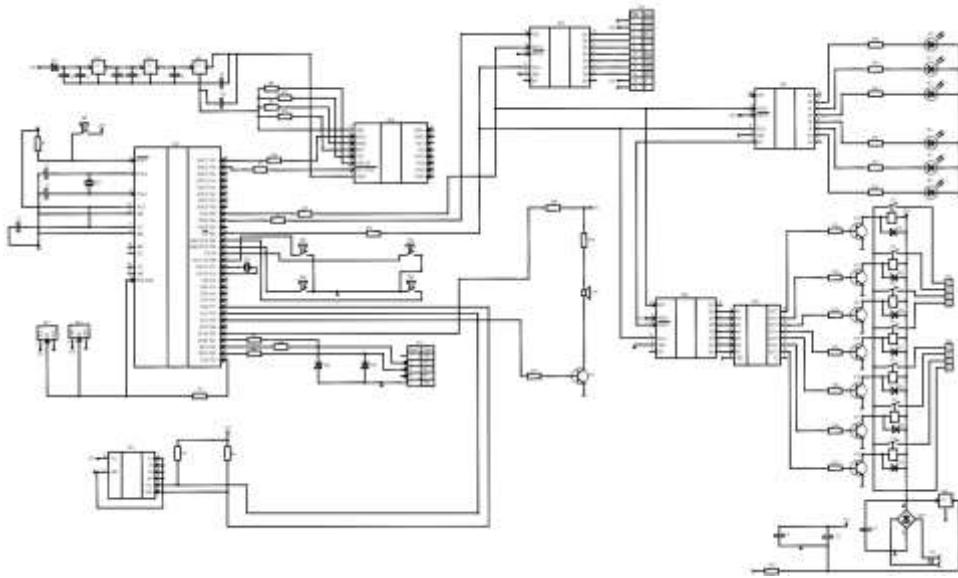


Рисунок 1 – Устройство многофункциональное для умного дома

Основой устройства является микроконтроллер DD1(ATMEGA16A-AU), он работает на частоте 16 МГц. Его питание от внешнего блока питания.

Микроконтроллер считывает информацию с датчиков температуры и по нажатию клавиш выполняются функции, например, отображение температуры на дисплее. Значения температур микроконтроллер записывает в память. Также в памяти хранится время, в которое микроконтроллер пошлет сигнал на активацию звукоизлучателя. В соответствии с определенным процессом микроконтроллер посыпает сигнал на светоизлучающие диоды.

Для принятия сигнала от пользователя для включения света используется микроконтроллер со встроенным WiFi модулем ESP8266. После того, как пользователь посыпает команду, микроконтроллер ESP8266 принимает и отправляет сигнал на микроконтроллер ATMEGA16, который отправляет сигнал на коммутацию высоковольтной цепи для включения света в одном или нескольких точек из семи.

WiFi модуль DD2 (ESP8266) выполняет роль контроллера сети WiFi и вебсервера, а ATMEGA16A-AU выполняет роль контроллера силового узла, принимает строку по простому протоколу от ESP8266 и обработав ее выдает команду для включения света.

Микросхема DS1 (AT24C64BN-10SU-2.7) - ПЗУ, которое предназначено для сохранения настроек будильника, ROM адресов термодатчиков.

DA1...DA3, DA5 - линейные стабилизаторы напряжения.

DD3...DD5(CD74HC595DWR) – сдвиговые регистры, которые предназначены для управления светодиодами, дисплеем и лампами.

Микросхема DA4 - сборка Дарлингтона. Микросхема предназначена для управления лампами.

Разъем XS1 (3-1734035-2) предназначен для подключения устройства к компьютеру.

Разъем XS2 (0528081670) предназначен для подключения дисплея.

Разъем XS3 (PJ-002BH-SMT-TR) - разъем для подключения устройства к сети.

Разъемы XS4, XS5 (2029150-4) – разъем для управления светом.

Звукоизлучатель HA1(CD-1206-SMT) - сигнализатор для будильника.

Светодиоды HL1...HL6 предназначены для информирования о приеме команд по WIFI, о команде, предназначеннной для компьютера, а также о том, что происходит чтение, запись с ПЗУ, о нормальной работоспособности устройства и принятии команды с кнопок.

Реле K1...K7 предназначены для подачи напряжения на лампы.

Сигнал от пользователя поступает на микроконтроллер ESP8266. ESP8266 обрабатывает входящий сигнал и формирует сигнал в зависимости от требуемой функции для ATMEGA16A-AU. Кнопки также посыпают сигнал на ATMEGA16A-AU.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Для включения и выключения света ATMEGA16A-AU посылает сигнал через сдвиговый регистр CD74HC595DWR на определенное реле для подачи питания на определенную ячейку разъемов 2029150-4.

Для получения информации о температуре, к микроконтроллеру ATMEGA16A-AU подключены 2 датчика температуры. При определенном сигнале от пользователя, микроконтроллер посылает информацию о температуре на дисплей.

Дисплей, подключенный через сдвиговый регистр CD74HC595DWR к микроконтроллеру, отображает информацию в зависимости от требований пользователя.

В зависимости от протекающего процесса в устройстве, микроконтроллер ATMEGA16A-AU посылает сигнал на определенный светодиод через сдвиговый регистр CD74HC595DWR.

Информация о времени срабатывания будильника и времени автоматического включения и выключения ламп хранится в микросхеме AT24C64BN-10SU-2.7.

Из схемы видно, что практическая реализация данного устройства позволит решить наиболее актуальные на данный момент задачи умного дома, заключающиеся в управлении освещением и температурным режимом.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. <https://patents.google.com/> [Электронный ресурс] (дата обращения 19.09.2022).

А.П.ЖИХАРЕВ<sup>1</sup>, П.И.РОГАЛЕВИЧ<sup>1</sup>, А.А.ЛАПЦЕВИЧ<sup>1</sup>

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ «УМНЫЙ ГОРОД» С РАЗРАБОТКОЙ МОДЕЛИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМАХ «УМНЫЙ ДОМ»**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

В широком смысле понимания «умный город» – это город и прилегающие территории к нему, объединенные, как правило, в одну административно-территориальную единицу, в которую интегрированы инновационные решения для управления городской инфраструктурой, обеспечивающие сбор и обработку больших массивов данных, анализ которых позволяет прогнозировать «поведение» отдельных объектов инфраструктуры, предотвращать опасные ситуации, оказывать жителям и гостям города многочисленные услуги, повышая комфорт их жизнедеятельности. При этом, темой научного исследования является «умный город», как информационная технология, позволяющая обеспечить выполнение заявленного функционала и задач в такой микросистеме, как «умный дом».

Отличительной особенностью развития «умных городов» в Республике Беларусь является уделение большого внимания развитию прилегающим территориям и микрорайонам к городу, при этом учитывается деятельность крупных предприятий промышленности, энергетики, сельского хозяйства, располагающиеся в данных пределах. Также учитывается специфика организации жизнедеятельности населения конкретных населенных пунктов, в том числе агрогородков и деревень, их потребности, которые зачастую отличаются от потребностей жителей городов.

Не последнюю роль в структуре «умный город» играет такой элемент как «умный дом», который обладает (должен обладать) рядом преимуществ: собственной инфраструктурой, замкнутой системой, широкими возможностями по автоматизации процессов.

В теме исследования «умный дом» рассматривается как технология – локальная интеллектуальная адаптирующаяся система, включающая в себя совокупность сенсоров, исполнительных механизмов, электронных подсистем и вычислительных устройств, взаимодействующих в динамически изменяющейся среде и используемая для реализации заданного алгоритма управления жилым помещением (зданием), либо их группой.

Инфраструктура, созданная по технологии «умный дом», в первую очередь, находит свое применение в системах автоматизации, предоставляя основу для эффективного по заданному критерию решения задач контроля и управления, и предназначены для обеспечения удобства, безопасности проживания, а также повышения энергоэффективности здания. В силу важности реализуемых задач, а также возможностью негативных последствий, к которым может привести несанкционированные действия третьих лиц, при анализе подобных систем требуется уделять особое внимание вопросам обеспечения информационной безопасности (кибербезопасности).

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Технической основой решений «умный дом» являются киберфизические системы (cyber-physical system – CPS), предполагающие интеграцию вычислительных и физических процессов и включающие в себя встраиваемые компьютеры, сетевые мониторы и контроллеры с обратной связью.

Процесс работы CPS можно разделить на четыре крупных функциональных этапа:

1) мониторинг системы, предполагающий в том числе проверку четкости выполнения операций, которые будут происходить в будущем;

2) агрегация данных, получаемых от сенсоров;

3) обработка и анализ полученных данных;

4) приведение в действие исполнительных механизмов и электронных подсистем (реализация «киберповедения»).

В предлагаемом подходе, архитектура CPS разбивается на пять фундаментальных уровней:

1) физический/MAC-уровень, закладывающий основу CPS-архитектуры;

2) сетевой уровень, где предполагается маршрутизация пакетов на основе преобразования MAC-адресов в сетевые;

3) транспортный уровень, на котором пакеты разбиваются на малые фрагменты,

4) промежуточный уровень (управление терминалом, преобразование протоколов),

5) уровень приложений, задача которого состоит в хранении, анализе и обновлении информации.

Моделирование основных угроз и рисков кибербезопасности «умного дома» показал, что имеющиеся технические недостатки и уязвимости аппаратно-программных средств могут обусловить доступ третьих лиц к цифровым системам и данным через сеть Интернет. Уязвимости могут предоставить злоумышленнику возможность доступа ко всей платформе и нанести серьезный материальный ущерб, либо получить доступ к конфиденциальной информации.

Кибербезопасность CPS в будущем исследовании будет рассматриваться по следующим направлениям:

1) моделирование кибератак и выявление уязвимостей;

2) разработка механизмов обнаружения и отражения возможных кибератак;

3) оценка последствий кибератак;

4) разработка подходов и архитектурных решений, обеспечивающих кибербезопасность системы.

Таким образом, решение совокупности поставленных задач по данному направлению обеспечит эффективную защиту указанных систем от широкого круга угроз, эффективно стимулирует к использованию средств защиты, позволит сделать системы более устойчивыми к возможным кибератакам, гарантирует развитие функциональности и совершенствование информационных технологий.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. P. Siddhanti. Cybersecurity by Design for Smart Home Environments / 21st International Conference on Enterprise Information Systems /. – 2019.

2. S. Piasecki1. Defence against the dark artefacts: Smart home cybercrimes and cybersecurity standards / L. Urquhart, D. McAuley /. – Computer Law & Security Review, Volume 42. – 2021.

П.И.РОГАЛЕВИЧ<sup>1</sup>, А.П.ЖИХАРЕВ<sup>1</sup>

## **СИСТЕМА «УМНЫЙ ГОРОД». ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Цифровая трансформация экономики для Республики Беларусь сегодня выступает в качестве приоритетного способа развития и повышения конкурентоспособности страны на мировом рынке. Президентом Республики Беларусь поставлена масштабная задача по превращению Беларуси в ИТ-страну.

Города такой страны должны соответствовать заданному курсу развития. По этой причине городское управление должно активизировать работу по внедрению передовых ИТ-решений в городскую инфраструктуру, способствующих формированию «умных городов».

В центре такого города должен находиться человек - именно для его комфорта и удобства необходимо внедрять новые технологии.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

Для концептуального определения такого развития используется термин «умный город», который подразумевает разработку и внедрение инновационных решений для управления городской инфраструктурой, обеспечивающих сбор и обработку больших массивов данных, анализ которых позволяет прогнозировать «поведение» отдельных объектов инфраструктуры, предотвращать опасные ситуации, оказывать жителям и гостям города многочисленные услуги, повышая комфорт их жизнедеятельности.

Сценарий преобразования в «умный город» предполагает развитие подобных решений в сферах организации передачи данных, транспорта, безопасности, образования, здравоохранения, инструментов и способов взаимодействия с гражданами.

Проанализировав цифровую экономику страны, можно сделать вывод, что в ближайшие 10–15 лет внедрение проекта «Умный город» будет способствовать прогрессированию большинства сфер городской жизни, подразумевая совершенствование таких из них:

- Общественная безопасность. Применяя системы отслеживания преступлений, основанных на видеоаналитике и определении подозрительных звуков и шумов, на 30–40 % получится уменьшить число хищений, случаев разбоя, краж и убийств.
- Социальные службы. Оптимизировав трафик и освещение улиц, можно на 20–35 % сократить время, требующееся скорой помощи, пожарным и полицейским, чтобы доехать до нужной точки.
- Потребление ресурсов. На треть можно уменьшить затраты воды и электроэнергии, на 10–15 % снизить объем губительных для атмосферы выбросов.
- Социальная жизнь. Население получит больше возможностей для активного участия в городской жизни с помощью специальных приложений.
- Передача данных. В сетях передачи данных используют специальные программно-технические средства, обеспечивающие соединение сетей между собой и с абонентами, а также высокоскоростную, надежную и, как правило, защищенную передачу различной информации. Разработка такой информационной системы сможет обеспечить максимально простой способ анализа эффективности передачи данных, тем самым улучшив качество передачи данных для населения страны.

Информационная система должна не только обеспечивать анализ эффективности передачи данных для организации, но и приносить пользу обществу. Такая система должна обеспечить защиту данных от несанкционированного доступа, надежность и целостность данных.

Будущее за интеллектуальными городами. Сейчас во всем мире не так много smart cities в глобальном соотношении, при этом создание умного города – трудоемкий процесс, который затрагивает все слои инфраструктуры. Есть две причины, по которым рост умных городов не остановить:

1. Необходимость осваивать новые прибыльные ресурсы. Цифровые мегаполисы приносят весомый доход в сфере развития ИТ-отрасли.
2. Рост населения городов. В городах сосредоточено до 70 % мировой экономики. Чем больше растут эти цифры, тем сложнее становятся контролировать такие крупные отрасли. Поэтому концепция умного города будущего так популярна – она становится основным инструментом управления хозяйством в развитых странах.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Типовая концепция развития «умных городов» в Республике Беларусь / Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. – Минск : 2019. – 31 с.
2. Вотцель, Дж. Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан? / Дж. Вотцель, Е. Кузнецова / MCKINSEY CENTER FOR GOVERNMENT. – 2018.

**В.К.ШАМКО<sup>1</sup>, А.Н.АНВАРОВ<sup>2</sup>**

### **ЧТО ДЕНЬ ГРЯДУЩИЙ НАМ ГОТОВИТ**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, магистрант, Республика Узбекистан

Несколько последних лет идет вал научных статей о перспективах цифровой трансформации экономики различных стран через призму четвертой промышленной революции. Наиболее

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

выразительной в этом плане является работа [1]. Автор отмечает, что вся система трансформации состоит в переходе индустриальной цивилизации к сверх производительной постиндустриальной цивилизации. Естественно происходит трансформация и технологической базы в обществе. В основе новой базы выступает инфокоммуникационные технологии. Это заключаются в развитии робототехники, искусственного интеллекта, массовом внедрении киберфизических систем в производство, расширении применения безлюдных технологий, коренном преобразовании глобальных цепочек создания стоимости. По масштабу, объему и сложности промышленная революция может по масштабам и скорости протекания событий превзойти весь предыдущий опыт цивилизации.

Такая трансформация связана не только с умными и взаимосвязанными машинами и системами, но одновременно возникают направления дальнейших прорывов в самых различных областях: от расшифровки информации, записанной в человеческих генах до нанотехнологий, от возобновляемых и практически неисчерпаемых энергоресурсов до квантовых вычислений. Синтез таких технологий и их взаимодействие в физических, цифровых и биологических системах составляют фундаментальное отличие четвертой промышленной революции от всех предыдущих революций.

Следует ожидать, что развитие физического сегмента производства обеспечит: беспилотные авто, аддитивное производство, в том числе 3D-печать, передовая робототехника, новые материалы. В цифровом сегменте развитие позволит перейти от товаров к услугам, т.е. не производя ничего, и продают только в больших объемах услуги. Биологический сегмент обеспечит: секвенирование и модификации генома человека, изменит подходы медицины к лечению болезней.

Широкое внедрение ИКТ потребует развития в области искусственного интеллекта, интернета вещей, образования и новых взаимодействий гражданского общества и госуправления.

Кроме грандиозных перспектив в сфере производства эта самая революция несет кучу социальных проблем, которые сводят на нет все радужные надежды на светлое благоенствие мамой цивилизации как человеческое общество. В социальном плане особо остро это будет ощущаться на рынке труда. Супер технология приведет к возникновению прогрессирующей массовой технологической безработицы. По отдельным прогнозам, мир уже недалекого будущего это – 50 – 70 % «лишнего населения». На вопрос что делать с массой людей, которым не будет места ни в производстве, ни в потреблении ответа не существует. Эта нелогичность возможностей производства обеспечивать огромной массой товара и отсутствием рынка сбыта делает для капиталистического способа производства бизнес как таковой бессмыслицей. И тут возникает «призрак коммунизма» как альтернативе наступает естественный социальный итог всей четвертой промышленной революции. Это кошмарный сон всех конструкторов построений «золотого миллиарда» и они спешат обойти это неизбежное противоречие и навязать свое видения развития событий.

Ход событий показывает, что новый технологический процесс теряет управляемость и обретает собственную логику развития. На глобальном уровне нет консенсуса в отношении формирующейся модели развития. Происходит стихийный поиск посткризисной «новой нормальности». В прогнозах экспертов, а также в реальной действительности преобладают пессимистические настроения. Даже международным организациям, национальным правительствам не хватает способности эффективно реагировать на современные проблемы и угрозы. Необходимы глубокие реформы всей системы глобальных институтов [2].

И эта работа сейчас уже идет по всей системе институтов и социальных отношений, начиная от отношений в семье и заканчивая межгосударственной конкуренцией, начиная приспособливать к таким общесистемным трансформациям, которые бы были выгодны «золотому миллиарду».

Выстраивая свою национальную модель социально-экономического развития в период нестабильности, системных вызовов, промышленной революции целесообразно осуществить следующее.

На основе анализа общей картины динамики и состояния, а так же закономерностей и механизмов социально-политического тенденций субъектов международного права при развитии четвертой промышленной революции, следует соотнести с собственным внутренними возможностями, определить приоритетные направления научно технологического и информационного развития государства и гражданского общества. В этой нестабильной и турбулентной среде, главное сохранить дееспособное государственное управление. Только оно и общество смогут противопоставить достойный ответ неоколониальным проискам «золотого миллиарда», обладающего огромными финансовыми и материальными ресурсами, которые превышают ВВП отдельных небольших государств.

## *Цифровое развитие «умных городов» и интеллектуальные решения*

После определения стратегические цели, государство формирует национальную доктрину и модель развития – самостоятельную систему национальных долгосрочных политических, институциональных, экономических, финансовых, внешнеэкономических, социальных, технологических, информационных подсистем. Это создает стратегический арсенал реализации национальной цели. Обеспечить стабильность политической власти, оптимизирует управленческие и обеспечит регулятивные функций государства.

Для государства важно создать эффективную систему национальной безопасности и определить угрозы, подрывающие системную целостность, устойчивость и прогрессивную динамику государства, экономики и общества. Обеспечить интеграцию и функционирование в составе институтов безопасности союзов, объединений, коалиций, блоков государств, в рамках которых устанавливается оптимальное соотношение национального, регионального, международного аспектов безопасности.

Очень тонкая и сложная задача для государства сформировать политические и экономические элиты, которые бы обеспечили ценностные ориентиры, групповые и индивидуальные приоритеты. Ментальный потенциал, профессиональный уровень элит, которых позволяют эффективно управлять трансформационными процессами четвертой промышленной революции в условиях глобальной нестабильности, способствовать выходу на устойчивые и эффективные модели развития, в основе которых будут лежать гуманизм и социальная справедливость.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Шваб, К. Четвертая промышленная революция – «Эксмо», 2016 – (Top Business Awards). [Электронный ресурс] / К. Шваб // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа : <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/materials>.
2. Кондаков, А. Школа эпохи четвертой промышленной революции [Электронный ресурс] / А. Кондаков // Институт образования. – Режим доступа : <http://ioe.hse.ru>data/2017/02/06/1167355033/> Презентация.

*Научное издание*

# **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ**

МАТЕРИАЛЫ  
XXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

27–28 октября 2022 года  
Минск, Республика Беларусь

В авторской редакции

Ответственный за выпуск В. В. Дубровский

Подписано в печать 10.10.2022. Формат 60×84/8.

Бумага офсетная. Гарнитура «Times».

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 40,46. Уч.-изд. л. 30,13.

Тираж 60 экз. Заказ

Учреждение образования

«Белорусская государственная академия связи»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий

№ 1/241 от 20.11.2015.

Ул. Ф. Скорины, 8/2, 220076, г. Минск

Республиканское унитарное предприятие  
«Информационно-вычислительный центр

Министерства финансов Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий

№ 2/41 от 29.01.2014.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск